

# **MAPEO TECNOLÓGICO DE SACHA INCHI**

**“Evaluación de alternativas tecnológicas a fin de  
aumentar el valor agregado  
de los productos de la Cadena de Valor ”**

**ELABORADO POR:**

**Dipl.-Ing. Angie Martinez Osorio**

# INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>2</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>3</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1 PROCESAMIENTO DE SACHA INCHI.....	7
2 POST COSECHA.....	9
2.1 Limpieza y Selección.....	10
2.2 Descapsulado y descascarado.....	10
2.3 Secado.....	10
2.4 Secado natural.....	10
2.5 Secado artificial.....	10
3 ACEITE DE SACHA INCHI.....	11
3.1 Acondicionamiento de la materia prima (Pre-Extracción).....	12
3.1.1 Molienda.....	12
3.1.2 Tratamiento enzimático.....	12
3.1.3 Ultrasonido.....	12
3.2 Extracción.....	13
3.2.1 Prensado.....	13
3.2.2 Por arrastre de Vapor (Destilación).....	14
3.2.3 CO <sub>2</sub> supercrítico.....	15
3.2.4 Extracción por adición de solventes.....	16
3.3 Separación-Filtración.....	16
3.3.1 Decantación/sedimentación en combinación con centrifugación (2-3 Fases).....	16
3.3.2 Sistemas de filtración de 2 o 3 Fases.....	18
3.4 Refinación de aceite (tradicional).....	18
4 SUB-PRODUCTOS DERIVADOS DEL ACEITE DE SACHA INCHI.....	20
4.1 Margarina.....	20
4.2 Mayonesa de Sacha inchi.....	22
4.3 Crema de Sacha Inchi.....	23

4.4Jabón de sachá inchi.....	24
5SUB-PRODUCTOS DERIVADOS DE LA TORTA DE SACHA INCHI.....	25
5.1Proteína concentrada.....	25
5.2Alimento balanceado para peces.....	27
5.3Snacks.....	28
6SUB-PRODUCTOS DERIVADOS DE LAS CÁSCARAS Y CÁPSULAS DE SACHA INCHI	
.....	30
6.1Biogas.....	30
6.2Biodiesel.....	30
6.3Pellets y Briquetas.....	32
7INVENTARIO DE PROYECTOS I&D.....	34
8CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
9BIBLIOGRAFIA.....	42
10ANEXOS.....	44
10.1Maquinarias para la limpieza y clasificación de semillas oleaginosas .....	44
10.2Algunos secadores solares.....	45
10.3Equipo para la extracción con solventes.....	45

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Esquematización de las posibilidades tecnológicas en la cadena de valor de Sacha Inchi.....	7
<b>Figura 2.1:</b> Posibilidades tecnológicas para la post-cosecha de Sacha inchi.....	8
<b>Figura 3.1:</b> Posibilidades tecnológicas del procesos de extracción de aceite de Sacha inchi.....	10
<b>Figura 3.2:</b> Equipos de ultrasonido para la extracción de compuestos bioactivos.....	12
<b>Figura 3.3:</b> Prensas de tornillo convencional (a, b) y acondicionada con un sistema de enfriamiento a la salida del producto (c).....	13
<b>Figura 3.4:</b> Sistema para la extracción con fluidos supercríticos (Escala piloto).....	15
<b>Figura 3.5:</b> Ejemplo de sistema de sedimentación en continuo .....	16
<b>Figura 3.6:</b> Proceso de clarificación de aceite con decanter de 3 Fases (Tricanter).....	17
<b>Figura 3.7:</b> Sistemas de filtros de aceite en frio.....	17
<b>Figura 4.1:</b> Esquema de línea de procesamiento de margarina a escala piloto.....	20
<b>Figura 4.2:</b> Molino coloidal utilizado en la elaboración de mayonesa (escala piloto: izquierda, semi-industrial: derecha).....	21
<b>Figura 4.3:</b> Propuesta metodológica para la elaboración de jabon de Sacha Inchi (Nivel artesanal, semi-industrial).....	23
<b>Figura 5.1:</b> Métodos tradicionales para la extracción de proteínas concentradas de origen vegetal.....	25
<b>Figura 5.2:</b> Propuesta metodológica para la elaboración alimento balanceado para peces tipo “pellets” a partir de la torta de Sacha Inchi (Nivel semi-industrial).....	26
<b>Figura 5.3:</b> Propuesta metodológica para la elaboración de extruidos tipo "Snack" a partir de la torta de Sacha Inchi (Nivel semi-industrial).....	28
<b>Figura 6.1:</b> Biodigestor-Construcción y diseño a nivel local.....	29
<b>Figura 6.2:</b> Proceso Básico para la fabricación de Biodiesel.....	30
<b>Figura 6.3:</b> Propuesta metodológica para la fabricación de pellets y briquetas a partir de los cápsulas, cáscaras y torta de Sacha Inchi.....	32
<b>Figura 10.1:</b> Diseño de algunos secadores solares (nivel artesanal).....	44
<b>Figura 10.2:</b> Equipo para la extracción con solventes.....	44

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1:</b> Composición química promedio de la semilla de Sacha inchi.....	6
<b>Tabla 3.1:</b> Etapas del proceso de extracción de aceite por arrastre de vapor.....	15
<b>Tabla 4.1:</b> Componente necesarios para la elaboración de margarina de Sacha Inchi.....	20
<b>Tabla 4.2:</b> Componente necesarios para la elaboración de crema de Sacha Inchi.....	23
<b>Tabla 5.1:</b> Composición de la torta desengrasada de Sacha inchi.....	25
<b>Tabla 7.1:</b> Inventario de Proyectos I&D para la cadena de valor del Sacha Inchi.....	34
<b>Tabla10.1:</b> Ejemplos de equipos utilizados para la limpieza y clasificación de semillas oleaginosas .....	44
<b>Tabla 10.2:</b> Empresas que se dedican a la fabricación de prensas de tornillo y equipamiento para la industria de aceites en alemania .....	46

## **PRÓLOGO**

El Proyecto Perubiodiverso (PBD) es un cofinanciamiento entre la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH y la Secretaría de Estado de Economía de Suiza (SECO), con el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) como contraparte nacional, y el Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERÚ) como socios principales. En la segunda Etapa del PBD, se busca apoyar a la población rural pobre relacionada a la producción y comercialización de los productos y servicios de las seis cadenas priorizadas: sachá inchi, maca, camu camu, tara, yacón y ecoturismo.

En el marco de la línea de acción denominada Investigación aplicada e innovación de productos, el PBD considera necesario generar vínculos en investigación aplicada a través de alianzas estratégicas desarrolladas con instituciones internacionales.

El Sacha Inchi es un cultivo nativo de la diversidad biológica en región amazónica cuyo consumo se remonta a la época preinca. Entre las acciones llevadas a cabo por el PBD, entre otros, se realizaron estudios de "la cadena de valor del Sacha Inchi", en los que se identificaron a los actores de dicha cadena, así como sus funciones e influencias en el proceso económico del producto (Análisis y mapeo general).

Así mismo fue llevado a cabo la Normalización del Aceite de Sacha Inchi, a fin de reglamentar las características de calidad del producto a comercializar. Diversos estudios de mercado, así como la creación de una Mesa Técnica de Sacha Inchi de la Región de San Martín son antecedentes indispensables para este trabajo.

En general, esta consultoría viene a complementar el estudio de la cadena de valor del Sacha Inchi, viéndolo desde el punto de vista tecnológico (parámetros, maquinarias, procesos). Se trata de un análisis profundo de los diferentes flujos de procesamiento, así como innovación y optimización de sus productos y sub-productos.

## INTRODUCCIÓN

A través de la elaboración de los denominados mapeos tecnológicos se logra representar visualmente del estado de la tecnología en un ámbito o área determinados. Esta metodología de análisis viene siendo utilizada en la última década considerablemente.

La semilla de Sacha Inchi presenta un alto potencial de desarrollo técnico y económico debido a sus valiosas características como son el alto contenido de aceite (54%), proteínas (33%) así como cantidades considerables de ácidos grasos insaturados y aminoácidos esenciales. Este potencial de desarrollo no puede ser aprovechado adecuadamente debido a que hasta la actualidad este cultivo se procesa de manera artesanal o poco tecnificada.

En esta consultoría, se llevó a cabo la elaboración del mapeo tecnológico de Sacha Inchi a través de la recopilación de información especializada de diversas fuentes bibliográficas a nivel mundial así como base de datos virtuales. Con ayuda de dicha información se realiza esquemas de procesamiento así como de las alternativas tecnológicas a lo largo de la cadena de valor del Sacha Inchi y sus sub-productos .

El objetivo de este trabajo es el que a través del análisis intensivo de la cadena, se provea de a los actores de herramientas necesarias para el desarrollo de proyectos tecnológicos y de investigación. En la última parte de este informe se presenta, a su vez un inventario de propuestas para la formulación de proyectos de investigación y desarrollo.

Líneas industriales automatizadas o que exigen de altos costos de inversión para su implementación en la producción no han sido detallados en este informe, debido a que la cadena de valor del Sacha Inchi aún es insipiente.

A través de este análisis se demostró que la utilización de los residuos obtenidos tras la extracción de aceite de Sacha Inchi (torta, cápsula, cáscara) es extremadamente amplia, va desde su texturización o hidrogenación para obtener proteína aislada de Sacha Inchi (de posible uso en la industria cárnica) hasta su utilización como biomasa para la producción de biodiesel, biogas, fertilizante, etc.

## 1 PROCESAMIENTO DE SACHA INCHI

Sach inchi (*Plukenetia volubilis*) es una oleaginosa que se cultiva desde hace 200 años en la Amazonía latinoamericana. La composición química de la semilla de Sacha inchi es la que le dá un valor agregado competitivo en el mercado de los ingredientes naturales (vea Tabla 1.1 ).

**Tabla 1.1:** Composición química promedio de la semilla de Sacha inchi

Componente	Contenido (%)
Humedad	5,63
Proteínas	24,39
Lípidos	43,27
Fibras	16,56
Carbohidratos	7,72
Cenizas	2,8

En la Figura 1.1 se esquematizan las posibles líneas de producción a desarrollarse a partir del Sacha Inchi. Debido a que el Sacha inchi posee a su vez cantidades importantes de ácidos grasos insaturados Omega 3, 6 y 9, se trabajó en este estudio tomando en cuenta como el producto principal al aceite de tipo “Virgen”, extraído a través del prensado en frío.

A continuación se detallan los procesos productivos del Sacha Inchi, desde la post-cosecha hasta el producto final y sub-productos

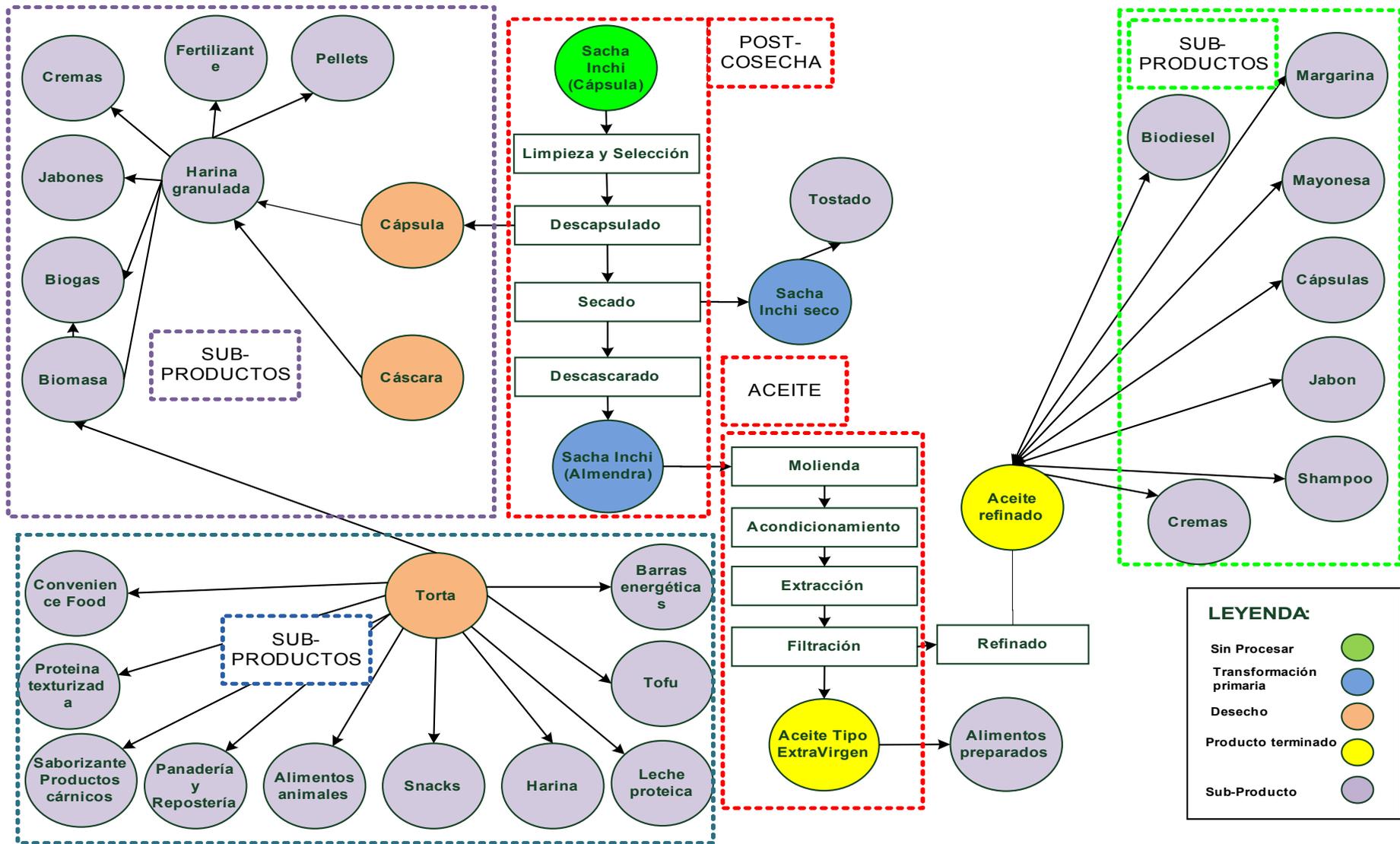
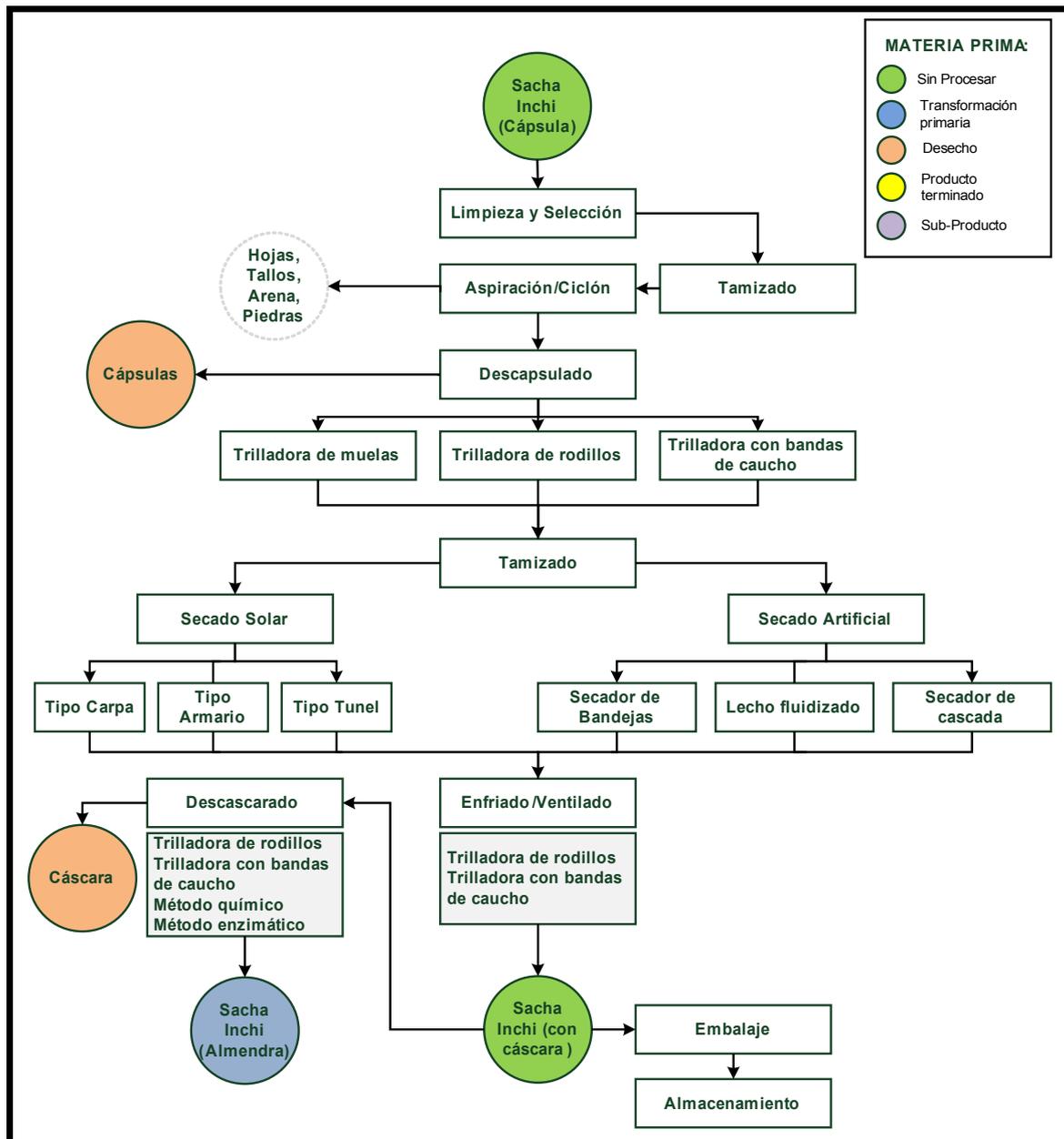


Figura 1.1: Esquematización de las posibilidades tecnológicas en la cadena de valor de Sacha Inchi.

## 2 POST COSECHA

Tras la cosecha del Sacha inchi, se tienen que realizar una serie de operaciones de acondicionamiento como liberación de la semilla de tallos, hojas, etc; es decir, de material indeseable y contaminante durante la elaboración del producto final, sea alimentos, cosméticos u otros. En la Figura 2.1 se muestran las etapas del procesamiento post-cosecha así como las distintas posibilidades tecnológicas en cada proceso.



**Figura 2.1:** Posibilidades tecnológicas para la post-cosecha de Sacha inchi

## **2.1 Limpieza y Selección**

El objetivo es la liberación de materia indeseable (hojas, tallos) así como de granos dañados por insectos, hongos, clima, por deficiente manipuleo físico o condiciones inapropiadas de almacenamiento. Algunos equipos utilizados para la limpieza y selección de semillas oleaginosas se ven en Tabla 10.1.

## **2.2 Descapsulado y descascarado**

El objetivo es la liberación de la semillas de Sacha Inchi de la cápsula y cáscara que las contiene, con la condición de evitar al máximo el daño mecánico de éstas.

## **2.3 Secado**

El objetivo es el retiro de parte de la humedad presente en la semilla, hasta dejarla a un nivel que garantice un almacenamiento seguro.

Se considera que el contenido de humedad que debe tener un grano para su procesamiento / almacenamiento seguro oscila alrededor del 8-10% en base húmeda. Se debe de evitar temperaturas de secado mayores a 50°C, a fin de evitar procesos de oxidación y saturación de ácidos grasos.

## **2.4 Secado natural**

En este método se utiliza el movimiento del aire por acción de los vientos y la energía proveniente del sol para retirar la humedad del grano (convenientes para pequeños volúmenes de producción) A su vez, existen métodos o procedimientos que aseguran un buen proceso a través de aparatos especialmente diseñados (vea Figura 10.1 en Anexo).

## **2.5 Secado artificial**

Por este método la semilla es expuesta a corrientes de aire caliente mediante distintos sistemas que permiten regular en forma eficiente diferentes intensidades de flujo del aire y de temperaturas (ventiladores y calefactores). Existen una serie de modelos de secadores artificiales, que son dependientes de las características de la materia prima a procesar. Para el Sacha Inchi se recomiendan el secador de lecho fluidizado, de bandejas, de cascadas.

### 3 ACEITE DE SACHA INCHI

En Figura 3.1 se pueden observar los diferentes procesos que envuelve la extracción de aceite de la semilla de Sacha inchi.

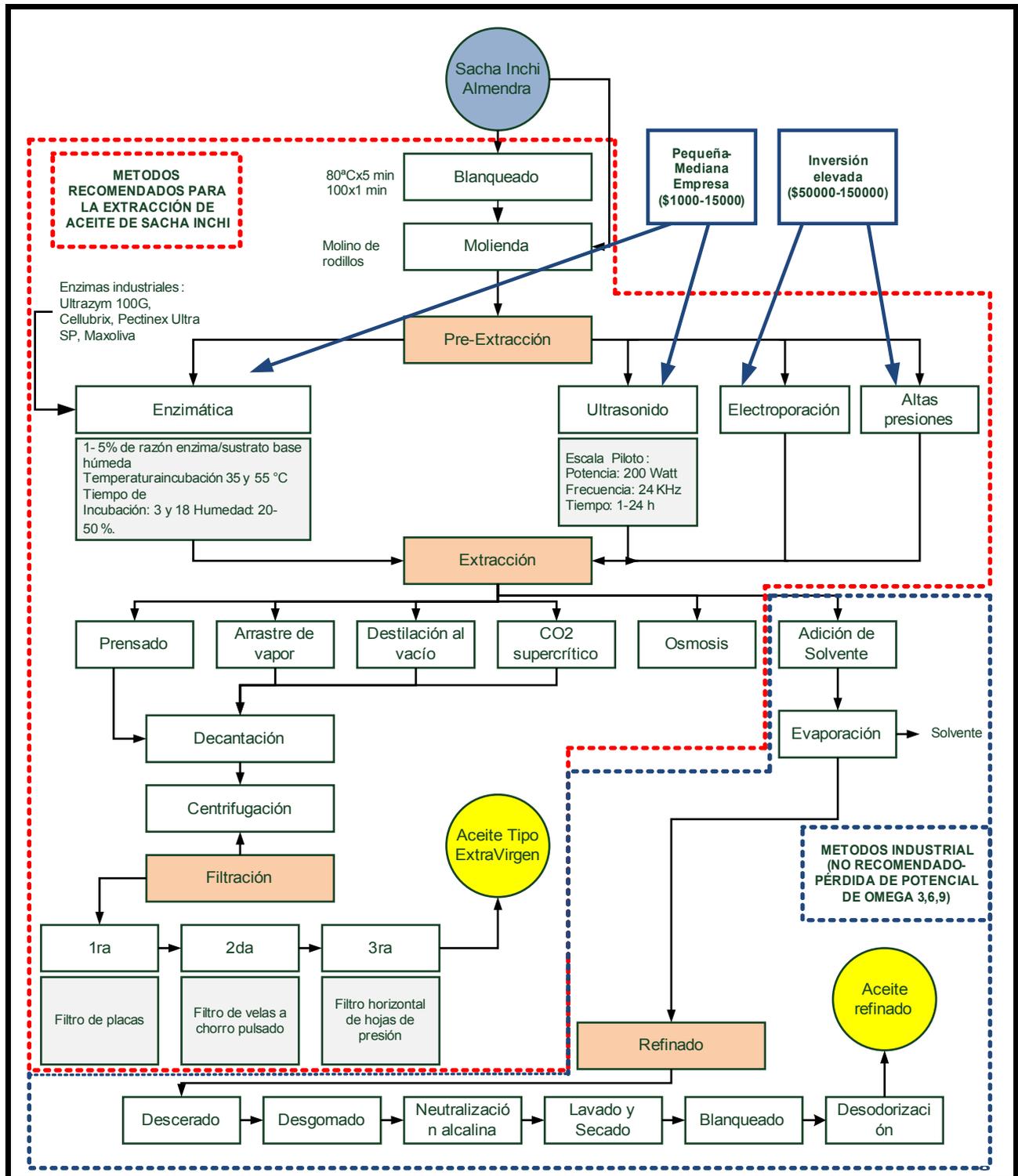


Figura 3.1: Posibilidades tecnológicas del procesos de extracción de aceite de Sacha inchi

### **3.1 Acondicionamiento de la materia prima (Pre-Extracción)**

A través de la pre-extracción se busca ocasionar la ruptura de las paredes celulares de la semilla, facilitando así la liberación y posterior extracción del aceite. A continuación se fundamentan los principios de algunos métodos de pre-extracción, considerados como apropiados para el procesamiento semi-industrial del Sacha Inchi.

#### **3.1.1 Molienda**

El objetivo de este proceso, es la reducción de tamaño de la materia prima. Esta facilita la la extracción del aceite, debido a que se aumenta el área de contacto entre la materia prima y la solución extrayente. Existen diferentes tipos de molinos, como son el de muelas, rodillos. Debido a que este proceso es ampliamente estudiado, no se profundiza en su caracterización.

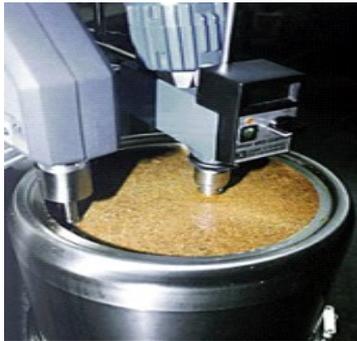
#### **3.1.2 Tratamiento enzimático**

Se ha comprobado que al tratar enzimáticamente a la semillas oleaginosas (avellana chilena) se nota una menor resistencia al prensado, facilitándose así la liberación del aceite desde las vacuolas intracelulares (Santamaría et al., 2003; Zúñiga et al., 2003). En estos estudios, los autores concuerdan que: el éxito de la aplicación de enzimas, en el proceso extractivo, depende de cada materia prima (Soto et al., 2004; Zúñiga et al., 2003), es por este motivo que se cree necesario utilizar este método para la extracción de aceite de Sacha Inchi.

En el tratamiento enzimático se adiciona una concentración de enzima entre 1- 5% de razón enzima/sustrato base húmeda (b.h.). El sustrato lo representa la semilla descascarada y molida de sachá inchi (vea Figura 3.1). La humedad del sustrato debe de ser acondicionada entre el 20-30%, para asegurar la correcta mezcla de la enzima. La temperatura de trabajo es de entre 35 y 55 °C y el tiempo de incubación entre 3 y 18 h.

#### **3.1.3 Ultrasonido**

Un efecto similar al ocasionado por las enzimas industriales se logra a través del equipo de ultrasonido. La técnica de ultrasonido consiste en la exposición de la masa de semillas a ondas acústicas de una frecuencia determinada. Dichas ondas crean burbujas de vacío en el líquido contenido en la masa. Cuando las burbujas de alcanzar un volumen en el que ya no pueden absorber la energía, se colapsan violentamente durante un ciclo de alta presión. Este fenómeno se denomina cavitación. En Figura 3.2 se muestran equipos de ultrasonido utilizados actualmente en la industria e investigación de la extracción de compuestos celulares.

		
<b>Escala Piloto</b>	<b>Escala semi-industrial</b>	<b>Escala industrial</b>
200 Watt, 24 KHz, hasta 1 L/Batch	1000 Watts, 20 KHz, 4 L/min	2000 Watts, 20 KHz, 8 L/min

**Figura 3.2:** Equipos de ultrasonido para la extracción de compuestos bioactivos<sup>1</sup>

## 3.2 Extracción

### 3.2.1 Prensado

Las prensas de tornillo son utilizadas en la actualidad ampliamente para la extracción de aceite. Su funcionamiento es bastante sencillo y se piensa que es un proceso en el que no se involucra calor, que ocasionara pérdidas en el valor nutricional del aceite de sachá inchi.

Sin embargo, factores como el rendimiento de aceite, la viscosidad y la contaminación total del aceite influyen la mecánica de extracción, y a su vez son dependientes de la velocidad de giro y la geometría del cilindro de la prensa. Si no se controlan dichos factores se puede llegar a llegar, en el peor de los casos, a obtener aceite a la salida de la prensa con una temperatura de 80°C.

Figura 3.3 muestra una prensa de tornillo convencional y otra en la que se adapta un sistema de enfriamiento a la salida del producto.

En la Tabla 10.2 (Anexo) se muestra una lista de fabricantes de prensas de tornillos, así como sus innovaciones recientes.

<sup>1</sup>Fuente: Hielsher Ultrasonic GmbH, Alemania. <http://www.hielscher.com>



**Figura 3.3:** Prensas de tornillo convencional (a, b) y acondicionada con un sistema de enfriamiento a la salida del producto (c)<sup>2</sup>.

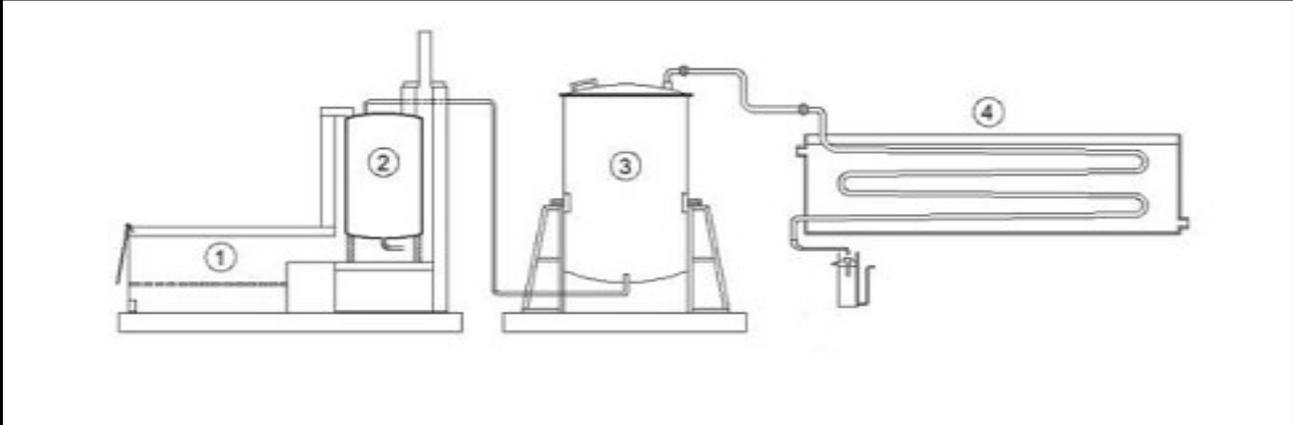
### 3.2.2 Por arrastre de Vapor (Destilación)

Es una técnica usada para separar sustancias orgánicas insolubles en agua (aceite) y ligeramente volátiles, de otras no volátiles que se encuentran en la mezcla, como en el caso del aceite. Por efecto de la temperatura del vapor ( 100 °C) en un cierto tiempo, el tejido vegetal se rompe liberando el aceite. En la Tabla 3.1 se muestran las etapas del proceso de extracción de aceite por arrastre de vapor.

<sup>2</sup> Maquinas de la empresa EGON KELLER GMBH & CO. KG, Alemania. <http://www.keller-kek.de/>

\* Diseño especial de la empresa Bodensee-Ölmühle GmbH, Alemania. <http://www.zehlendorfer.com>

**Tabla 3.1:** Etapas del proceso de extracción de aceite por arrastre de vapor<sup>3</sup>



Nr	Equipo	Descripción de la operación
1	Autoclave	Es un recipiente generalmente cilíndrico de cobre o acero inoxidable, en el que se depositará el Sacha Inchi. Posee en la parte inferior una tubería de ingreso de vapor y por la parte superior una tubería de salida para los vapores cargados de esencias, además de los dispositivos de carga y descarga.
2	Caldero	Caldero convencional generalmente de tipo acuotubular cuya potencia depende de la capacidad de procesamiento de las instalaciones.
3	Condensador	Generalmente es un serpentín, el que está sumergido en un baño de agua corriente la que actúa de refrigerante, en el serpentín los vapores de agua y aceites esenciales se condensan y se descargan en un vaso florentino.
4	Vaso Florentino	Es un recipiente en el que se produce la separación del aceite esencial y el agua en dos fases, además el vaso florentino cumple la función de realizar la decantación continua del agua, de tal forma que el aceite se acumula en la parte superior del vaso y el agua sale por un sistema de sifón y se deposita en un recipiente exterior.

### 3.2.3 CO<sub>2</sub> supercrítico

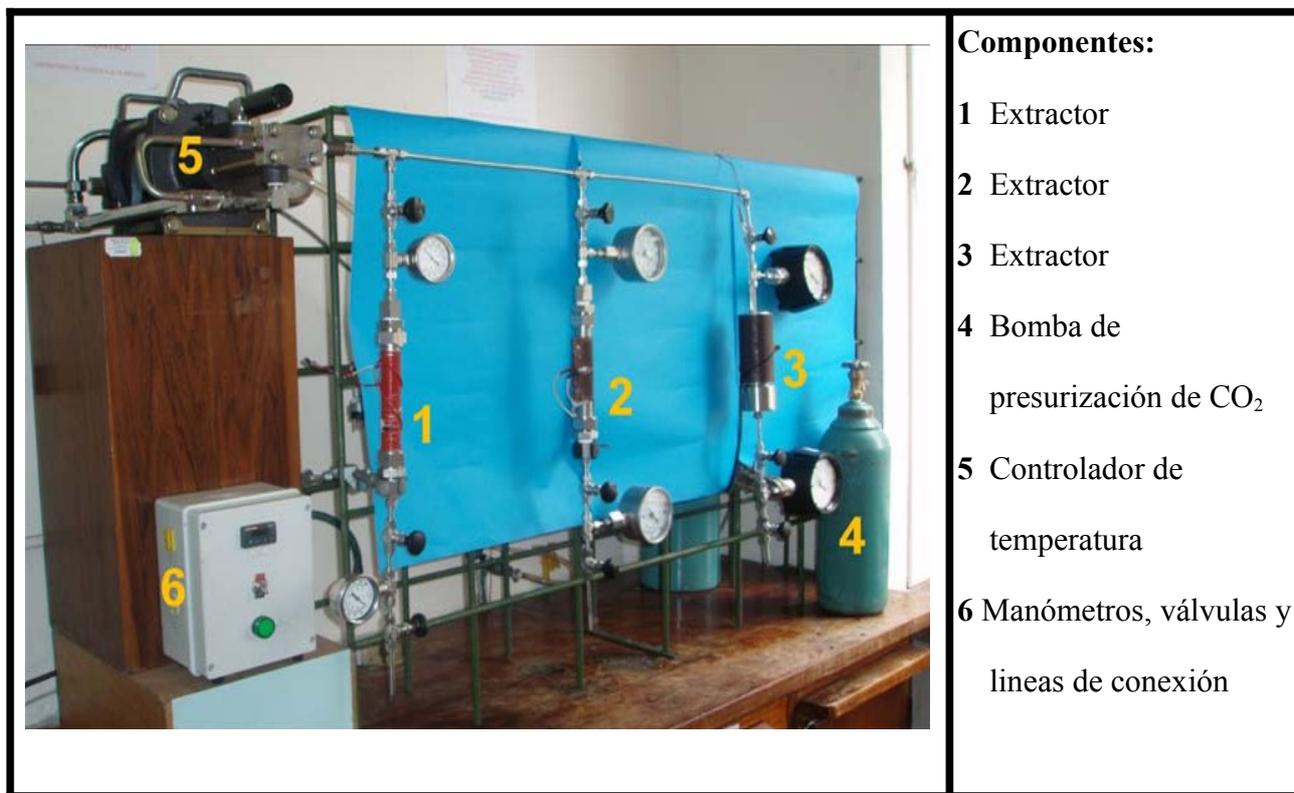
Un fluido recibe el nombre de supercrítico cuando es forzado a permanecer a unas condiciones de presión y temperatura superiores a sus presiones y temperaturas críticas, bajo esas condiciones, el fluido posee características tanto de un gas, como de un líquido, lo que le da algunas propiedades especiales como baja viscosidad y alta difusividad relativa, lo que les permite penetrar fácilmente en los sólidos y ofrecer una extracción más rápida.

El dióxido de carbono es el solvente más utilizado como fluido supercrítico debido a la facilidad para su eliminación después de la extracción, baja toxicidad y costo, aunque posee la desventaja de tener una baja polaridad, por lo que su eficiencia baja a la hora de extraer componentes polares.

La obtención de aceites a partir de semillas oleaginosas se ha estudiado desde 1980. Estas investigaciones se han llevado a cabo con CO<sub>2</sub> supercrítico a temperaturas entre 40°C y 80°C y presiones desde 50 hasta 600

<sup>3</sup> Fuente:

bar (Mangold).



**Figura 3.4:** Sistema para la extracción con fluidos supercríticos (Escala piloto)<sup>4</sup>

### 3.2.4 Extracción por adición de solventes

En el proceso el aceite se encuentra en movimiento continuo (agitación) durante toda la operación, para lograr mejor eficiencia de extracción. Se realiza preferiblemente a temperatura y presión ambientes. El proceso puede ejecutarse por batch ( por lotes ó cochadas) ó en forma continua ( percolación , lixiviación, extracción tipo soxhlet). Los solventes más empleados son: Etanol, metanol, isopropanol, hexano, ciclohexano, tolueno, xileno, ligroína, éter etílico, éter isopropílico, acetato de etilo, acetona, cloroformo; no se usan clorados ni benceno por su peligrosidad a la salud. Los solventes se recuperan por destilación y pueden ser reutilizados. Dos tipos de maquinarias utilizado en la extracción por solvente se ve en Figura 10.2.

<sup>4</sup> Fuente: Diseño y construcción de equipos de extracción con fluidos supercríticos (EFS) de Peralta-bohorquez A. et al.,2008. (Proyecto ganador del V premio ACTA a la investigación en alimentos,Asociación Colombiana de Ciencia Y Tecnología de Alimentos ) <http://www.acta.org.co/Pdf/Revista/VPremio/SegundoPuesto/SegundoPuesto.pdf>

### 3.3 Separación-Filtración

#### 3.3.1 Decantación/sedimentación en combinación con centrifugación (2-3 Fases)

Los métodos de sedimentación y centrifugación se aplican en la extracción de aceites para obtener aclarar el aceite y para eliminar el contenido de aire que contiene, evitando así reacciones indeseables de oxidación. En la Figura 3.5 se muestra un ejemplo de sistema de sedimentación en flujo continuo.

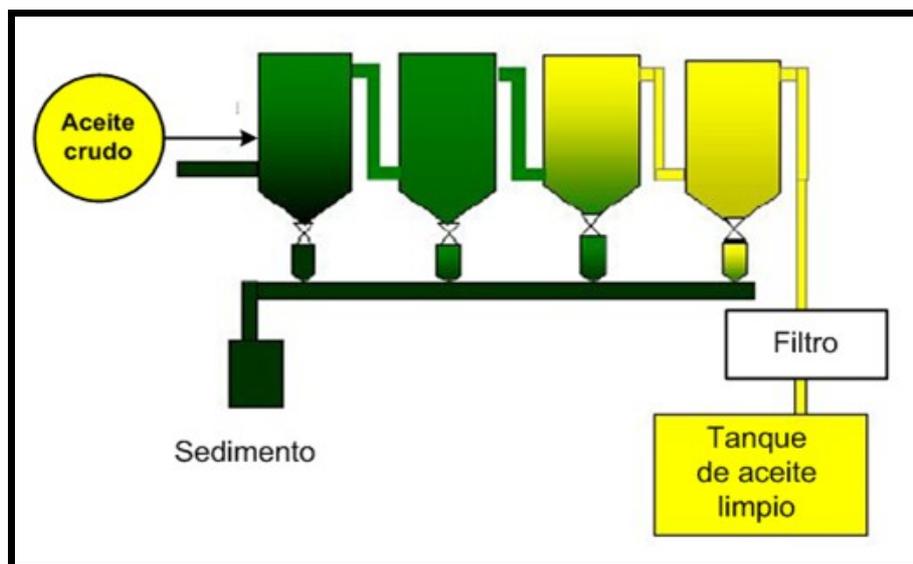
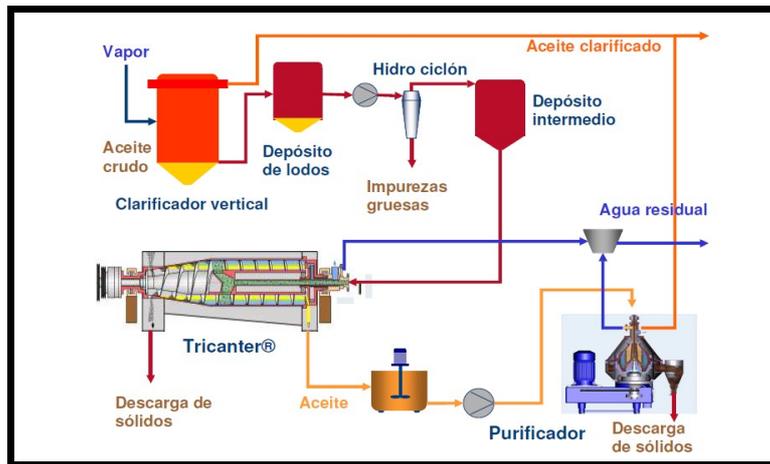


Figura 3.5: Ejemplo de sistema de sedimentación en continuo <sup>5</sup>

En la Figura 3.6 se muestra el proceso tradicional de sedimentado-centrifugado. En este diagrama se reemplaza la centrífuga de baja velocidad por un tricanter. La velocidad del rotor del tricanter es de 3000 a 4000 r.p.m. que genera una alta fuerza centrífuga. El tricanter es un diseño especial en el que las centrífugas son directamente acopladas a la prensa de tornillo. A su vez, El tricanter permite la separación simultánea de tres fases, dos líquidos inmiscibles con diferente densidad y una fase sólida, aprovechando la diferencia de densidad existente entre los dos líquidos y que los sólidos constituyen la fase más pesada.

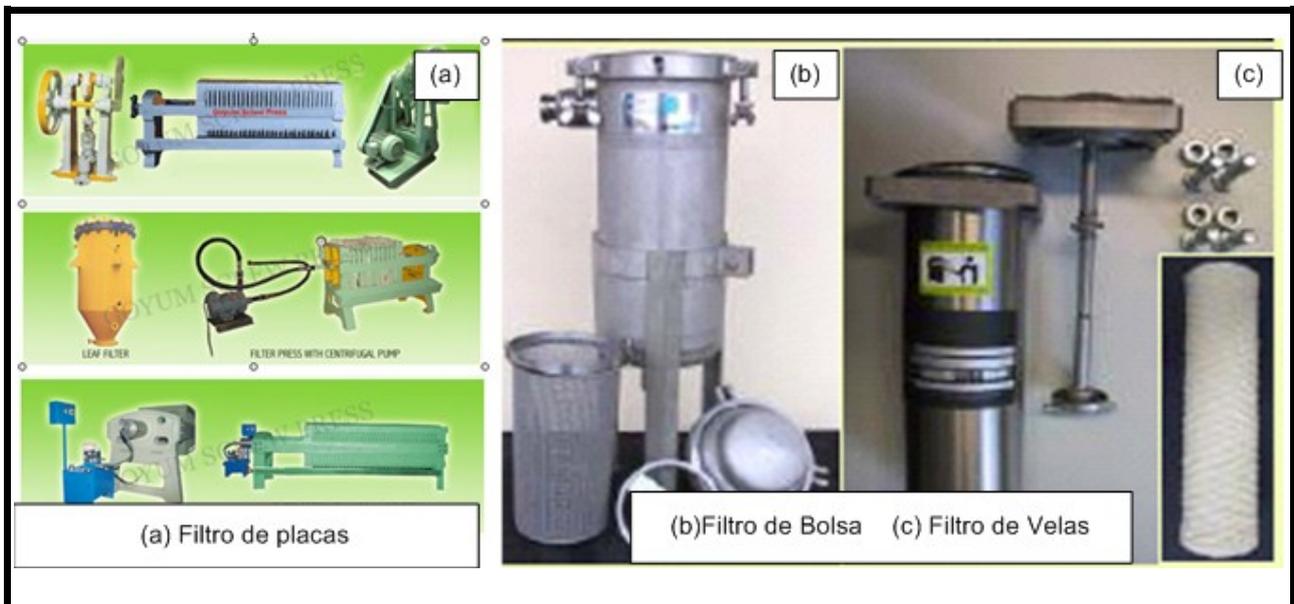
<sup>5</sup> Fuente: Hennig, (2001); Jatropha Handbook, Fact Foundation (2006)



**Figura 3.6:** Proceso de clarificación de aceite con decanter de 3 Fases (Tricanter)<sup>6</sup>

### 3.3.2 Sistemas de filtración de 2 o 3 Fases

Los medios filtrantes (en forma de placas, bolsas, velas) están fabricados a partir de nylon, polipropileno, poliéster, PTE-Film poroso, entre otros. En algunos casos, se llega a retener a través de estos filtros, hasta gomas e impurezas. Reemplazando así, a escala semi-industrial a la refinación tradicional y obteniendo un producto con mejor valor nutricional. Partículas de hasta 1-5  $\mu\text{m}$  pueden ser separadas a través de estos sistemas.



**Figura 3.7:** Sistemas de filtros de aceite en frío<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Centrifuga “Tricanter” de la empresa Flottweg AG, Alemania. (<http://www.flottweg.de>)

<sup>7</sup> Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (<http://www.tfz.bayern.de>).

### **3.4 Refinación de aceite (tradicional)**

Obtención de un aceite refinado de sabor, aroma, color spects que satisfaga las necesidades del consumidor y cumpla con las normas bromatológicas. En la F.(Anexo) se muestra un diagrama simplificado de la refinación industrial de aceite, que puede encontrar aplicación en el Sacha Inchi.

## 4 SUB-PRODUCTOS DERIVADOS DEL ACEITE DE SACHA INCHI

### 4.1 Margarina

La margarina es una emulsión de tipo agua en aceite y se compone de 80% de aceite de manteca y/o aceite vegetal, e una relación que es dependiente del tipo de margarina a procesar. Los componentes necesarios para la elaboración de margarina se muestran en Tabla 4.1 (la porción de aceite vegetal fue tomado en cuenta como aceite de sachá inchi).

**Tabla 4.1:** Componentes necesarios para la elaboración de margarina de Sachá Inchi

Componente	Cantidad (%)	Ejemplo
Aceite/Manteca	80	Aceite de Sachá Inchi
Emulgador	0,2-0,6	Lecitina
Producto lácteo	<6	Calostro
Acido cítrico		Acido cítrico
Sal	0,1-0,3	
Aroma natural		Soluble en agua
Conservante	<0,12	Sorbato de potasio
Agua	Enrasar a 100%	
Vitaminas (mg/Kg)	1.500 100 100-300	Vitamina A Vitamina D Vitamina E
Gelatina		sólo en margarina dietética
Colorante		Betacaroteno

Debido a que el procesamiento industrial del aceite para ser transformado en Margarina se trata de un proceso complejo, que engloban una serie de maquinarias y por lo tanto altos costos de inversión, en este trabajo se consideró necesaria la descripción del procesamiento de margarina a escala piloto (vea Figura 4.1). El procesamiento industrial es esquematizado en la

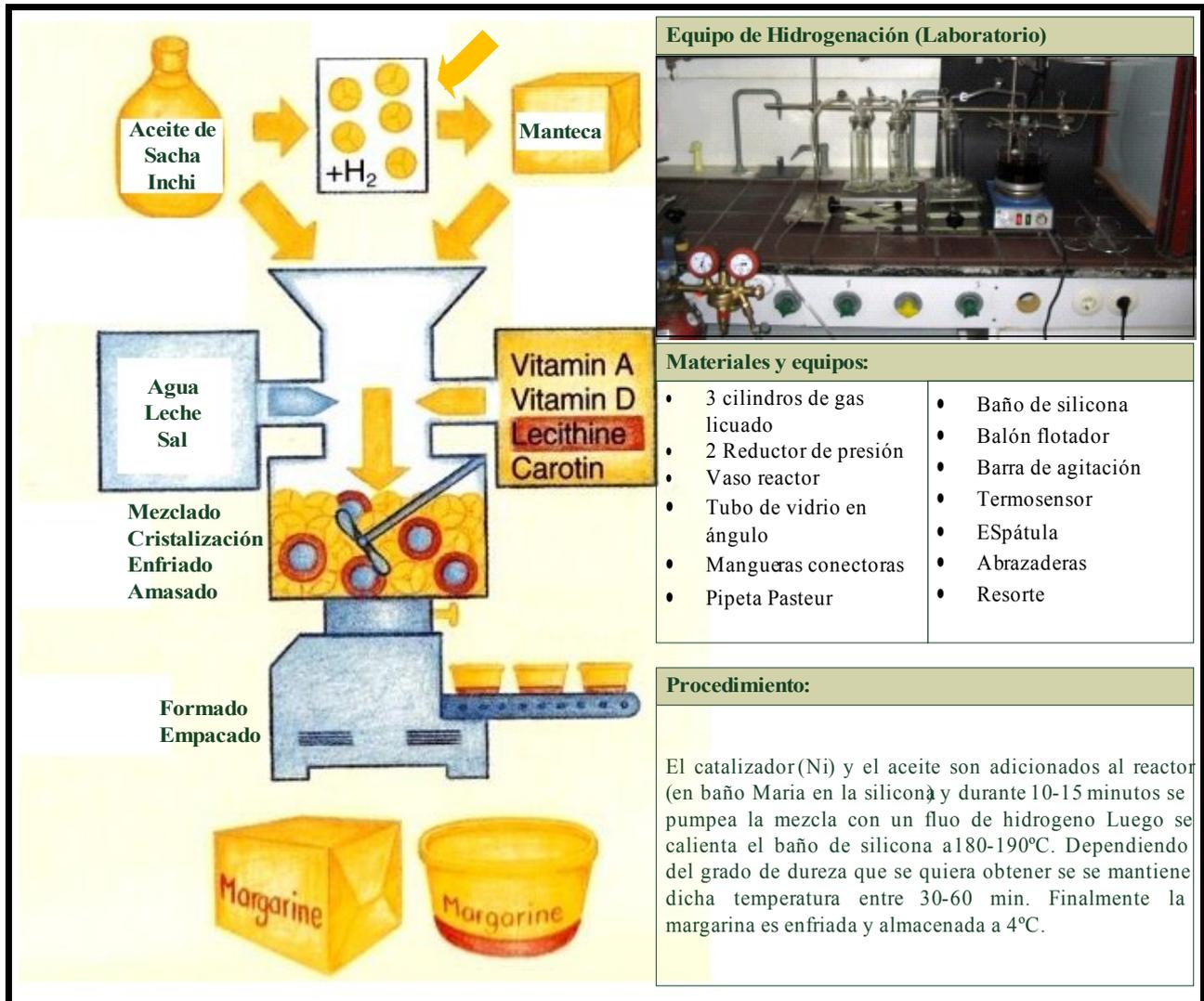
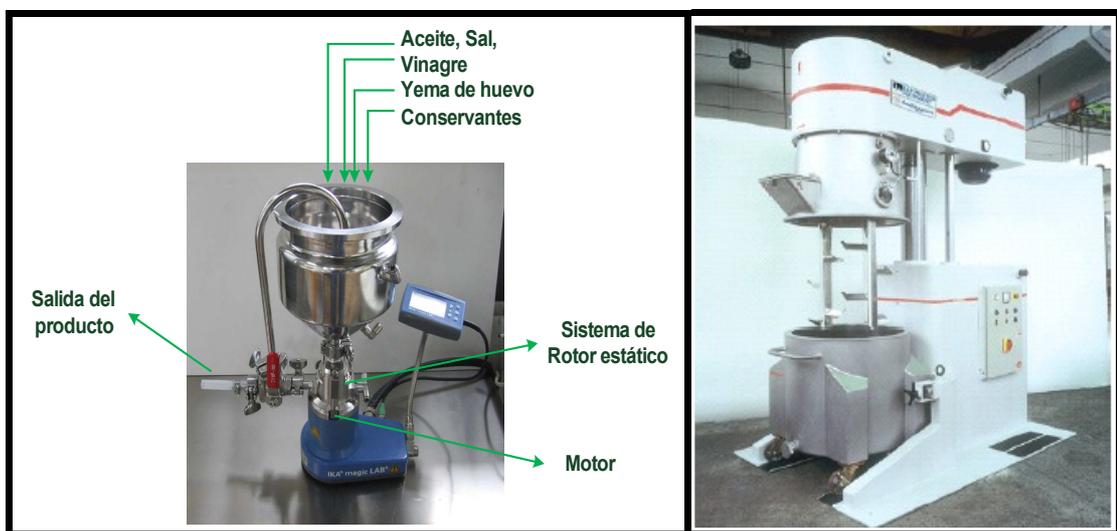


Figura 4.1: Esquema de línea de procesamiento de margarina a escala piloto<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Kathrin Adams (2008), "Aceites y grasas en la alimentación" ([http://www.chids.de/dachs/wiss\\_hausarbeiten/FetteundOele\\_Adam.pdf](http://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/FetteundOele_Adam.pdf))

## 4.2 Mayonesa de Sacha inchi

La mayonesa es una emulsión, es decir la dispersión de un líquido en otro (yema de huevo). Al ser mezclados y por acción del calor de agitación. El equipo principal para llevar a cabo la producción semi-industrial de mayonesa es el molino de colides, en el que además se realiza el mezclado de los ingredientes (vea Figura 4.2). El molino de coloides se puede considerar como una modificación de la turbina. En virtud de las tremendas fuerzas cortantes que se aplican a la emulsión, el aumento de temperatura durante la emulsificación puede ser de 15 a 80°C, y las más de las veces es necesario el enfriamiento externo.



**Figura 4.2:** Molino coloidal utilizado en la elaboración de mayonesa (escala piloto: izquierda, semi-industrial: derecha)<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Laborpraktikum der Naturwissenschaft und Verfahrenstechnik Gruppe- Nat-Working, Karlsruhe-Alemania. ([http://www.nat.nwt-bw.de/index\\_imp.htm](http://www.nat.nwt-bw.de/index_imp.htm))

### 4.3 Crema de Sacha Inchi

Las cremas son emulsiones entre una sustancia o fase externa en la que se dispersa otra interna. Si se dispersa la grasa dentro del agua, obtenemos una emulsión óleo/ acuosa (O/W), y si es el agua en la grasa será una emulsión acuoso/oleosa (W/O). Los componentes necesarios para la elaboración de crema de Sacha Inchi se muestran en la Tabla 4.2.

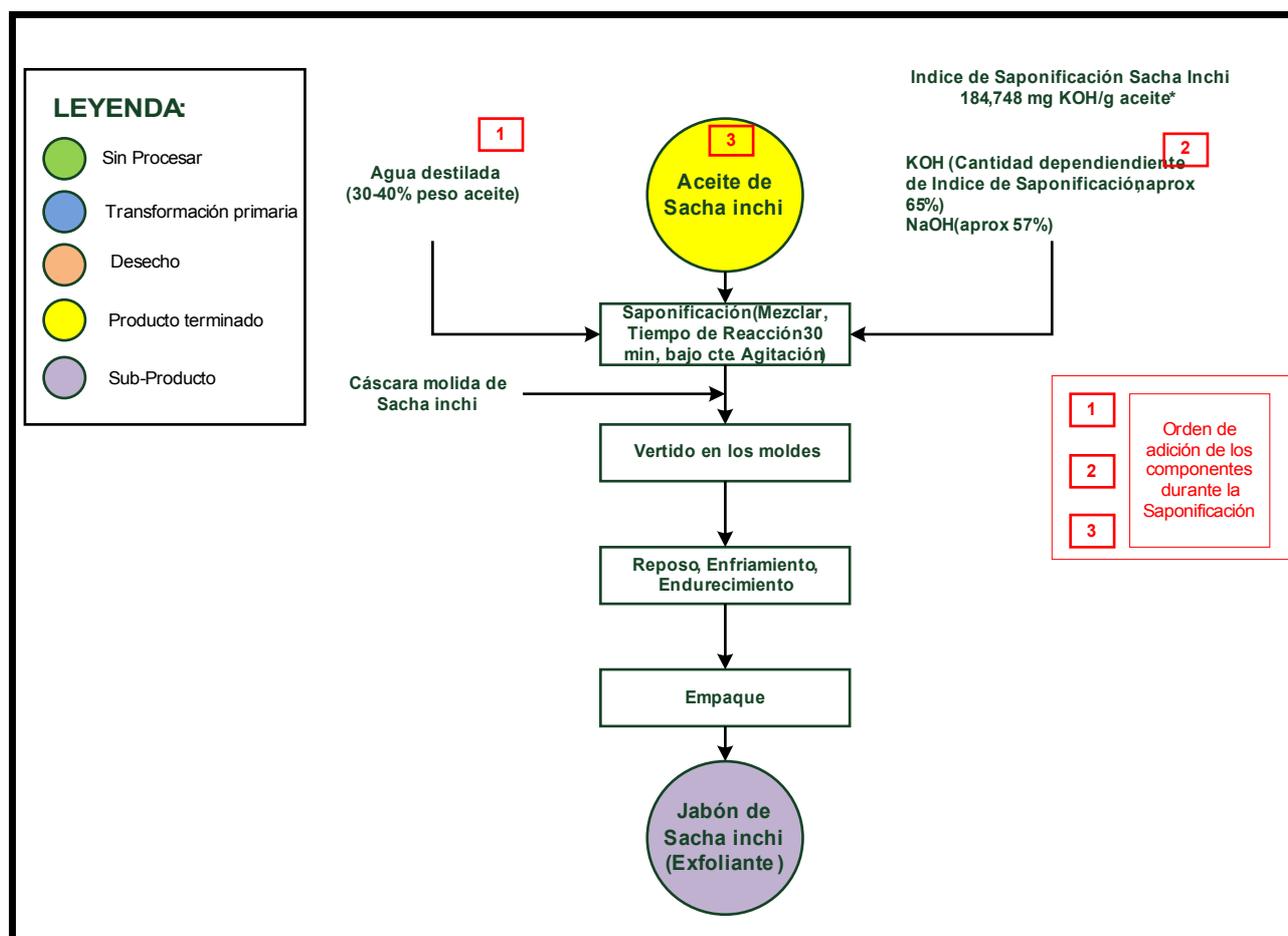
**Tabla 4.2:** Componentes necesarios para la elaboración de crema de Sacha Inchi

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Función</b>
Aceite de Sacha Inchi	550 ml	Fase dispersa
Oxido de Zinc, Titanio	60 g	UV-protector
Span 20	6,6 g	Emulgator
Agua	1500 ml	Fase continua
Glicerina	50 ml	Espesante/Cuidado de la Piel
Tween 60	0,2 g	Emulgator
Goma Xanthan	14 g	Estabilizador/Espesante
$\alpha$ -Tocopherol	20 ml	Antioxidante
Ácido ascórbico	10 g	Antioxidante
EDTA	5 ml	Bacterizida
Perfume	15-20 Tr	Perfume

A nivel semi-industrial, se utilizan a su vez los molinos coloidales, así como los descritos anteriormente para la elaboración de mayonesa.

#### 4.4 Jabón de sachá inchi

El jabón se produce gracias a la reacción química de 2 componentes. Esta reacción se llama saponificación. Los componentes son los triglicéridos (del aceite) y el alcalino (NaOH). El índice de saponificación es la cantidad en miligramos de álcali, específicamente de hidróxido de potasio, que se necesita para saponificar un gramo de determinado aceite o grasa. El procedimiento para la elaboración de jabon de Sacha Inchi se propone en la Figura 4.3.



**Figura 4.3:** Propuesta metodológica para la elaboración de jabon de Sacha Inchi (Nivel artesanal, semi-industrial)<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Índice de Saponificación del Sacha Inchi: extraído de la investigación de Gorriti et al., 2010;

Fuente: Manual de Jabón, teoría y desarrollo práctico a escala local, Proyecto GotaVerde, Honduras,

(<http://www.gotaverde.org>)

## 5 SUB-PRODUCTOS DERIVADOS DE LA TORTA DE SACHA INCHI

El proceso de elaboración de derivados de la torta de Sacha inchi es en la actualidad de interés para la industria. Esto se debe a que tras la extracción de aceite, la torta de Sacha Inchi se convierte en una fuente de proteínas y aminoácidos esenciales importante (vea Tabla 5.1). Sin embargo, la torta de Sacha Inchi presenta el inconveniente de baja solubilidad, así como la presencia de compuestos no digeribles (Salas, 1981). A pesar de esto y debido al alto contenido de proteínas, es indispensable buscar alternativas en su procesamiento, teniendo como objetivo el contrarrestar las características negativas antes mencionadas.

**Tabla 5.1:** Composición de la torta desengrasada de Sacha inchi<sup>11</sup>

<b>Componente</b>	<b>Base Humeda (%)</b>
Humedad	0,695
Proteína total	58,72
Grasa cruda	6,88
Fibra cruda	17,183
Ceniza	8,660
Carbohidratos	7,860

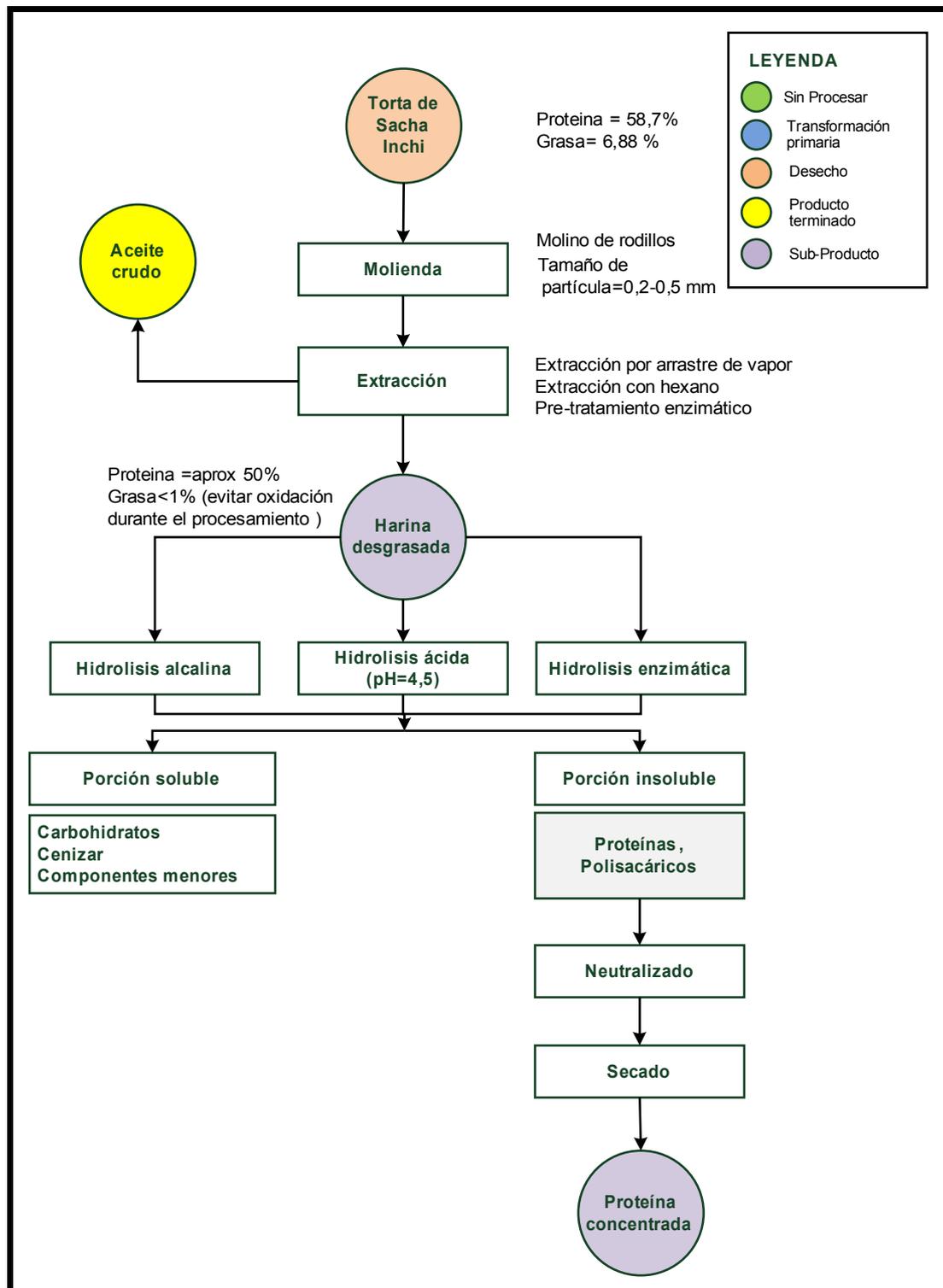
### 5.1 Proteína concentrada

El objetivo de aislar y concentrar la proteína a partir de la torta de Sacha Inchi es la identificación de las propiedades funcionales de dicho producto. Las proteínas vegetales, debido a su menor costo representan una alternativa importante en el reemplazo de las proteínas carnicas. Proteínas concentradas, hidrolisada, texturizadas de soya son en la actualidad usadas como saborizantes de sopas, caldos, industria cárnica, etc.

Algunos métodos de extracción de las proteínas de origen vegetal se muestran en Figura 5.1.

---

<sup>11</sup> Fuente: Pascual (1992)

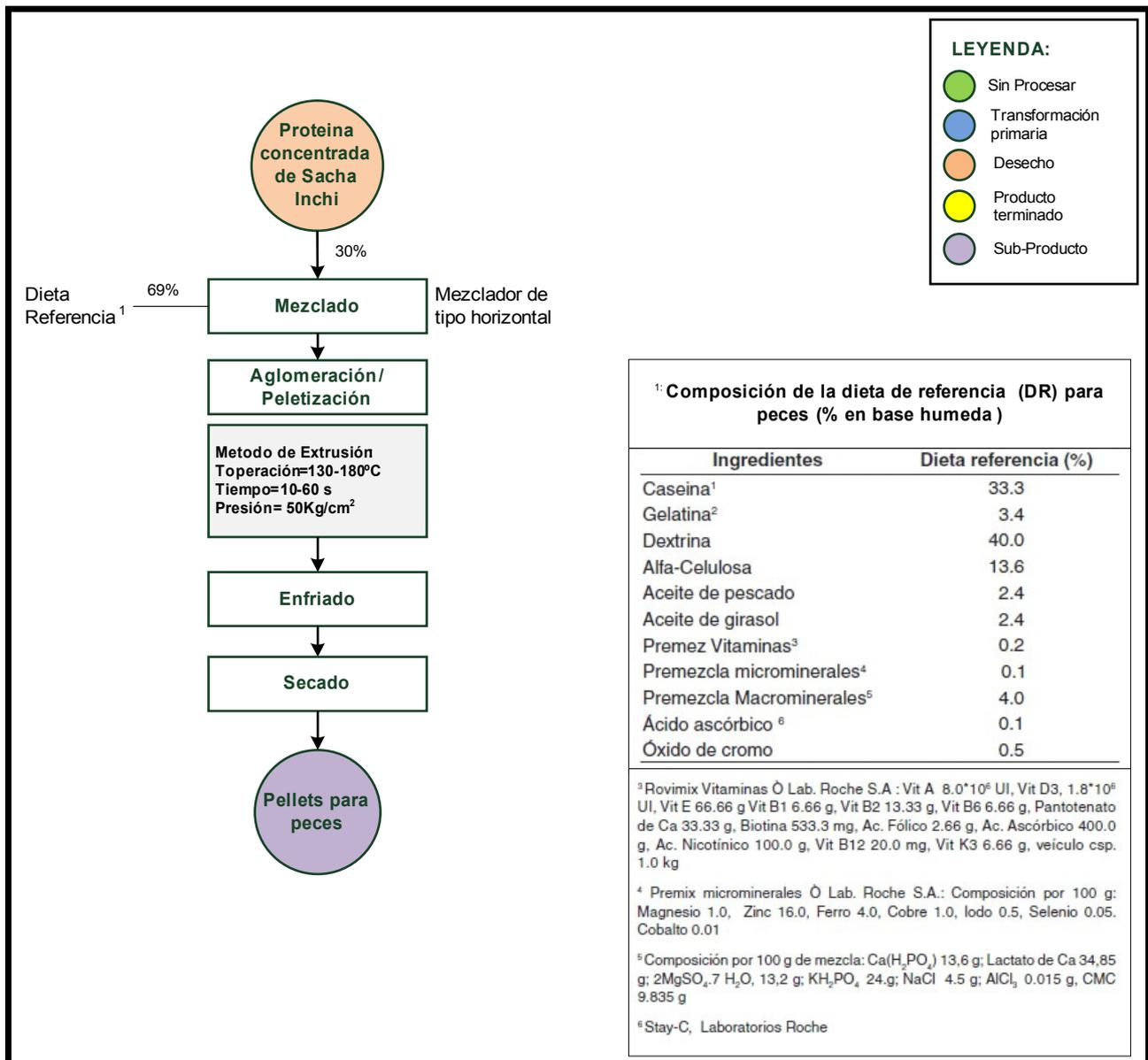


**Figura 5.1:** Métodos tradicionales para la extracción de proteínas concentradas de origen vegetal<sup>12</sup>

12 Fuente: Snyder, H. (1986); Dazert, D. (2004)(modificado para la torta de Sacha inchi).

## 5.2 Alimento balanceado para peces

Un alimento balanceado se considera a aquel que cumple con las necesidades nutricionales de la especie a la cual va dirigido. Con el objetivo de lograr mayor rendimiento en los proyectos de crianza se opta por incluir alimentos concentrados para la formulación de dichos alimentos. La elaboración de estos productos tienen dos etapas principales: formulación y el procesamiento.

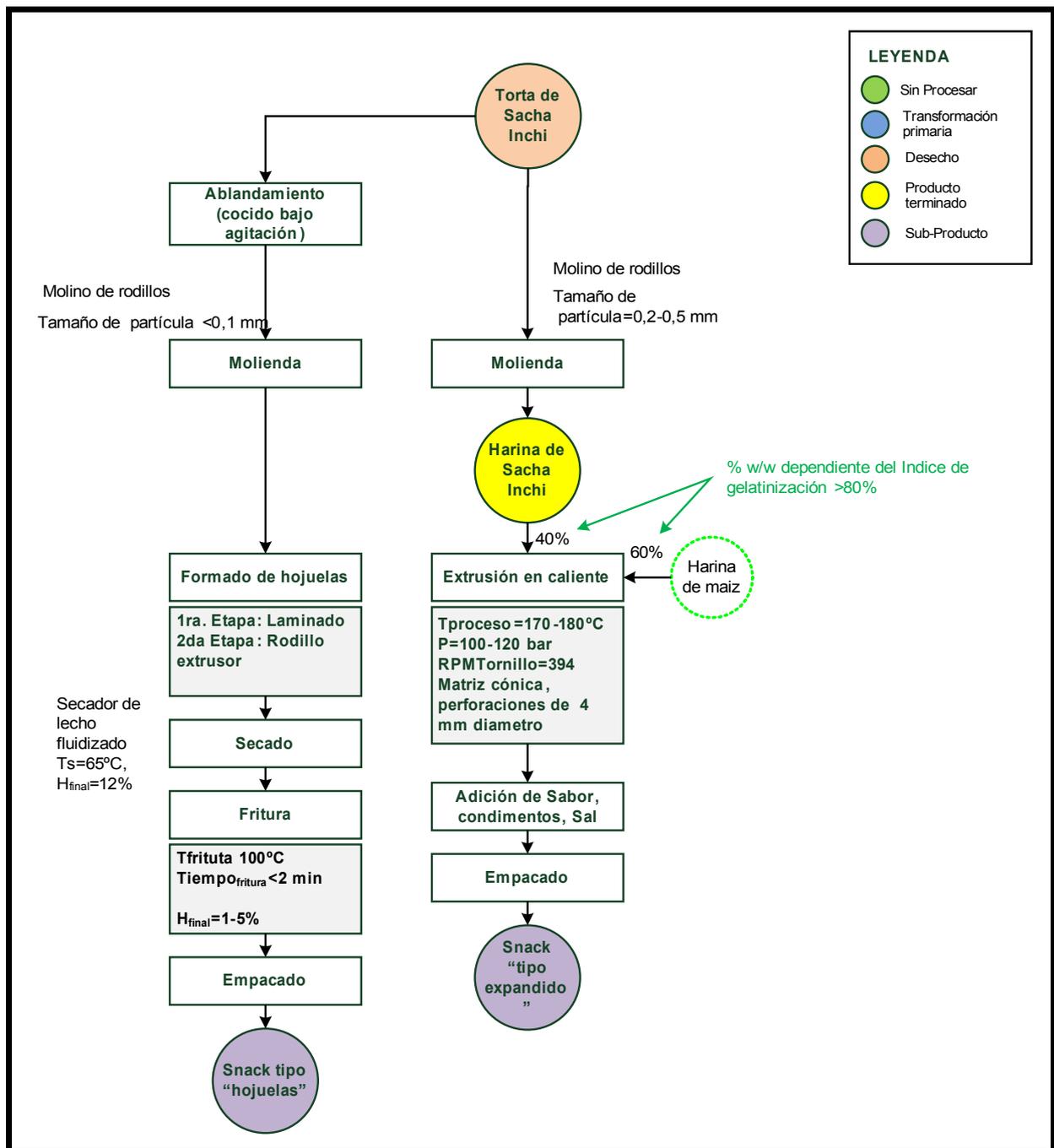


**Figura 5.2:** Propuesta metodológica para la elaboración alimento balanceado para peces tipo “pellets” a partir de la torta de Sacha Inchi (Nivel semi-industrial)

### 5.3 Snacks

El procesamiento de Snacks a partir tipo “hojuela” de la torta de Sacha se describe a continuación y es esquematizado como en Figura 5.3.

- **Molienda:** La torta de Sacha inchi es llevado a la tolva de carga, la cual se conecta mediante un tornillo sin fin que alimenta el molino, a fin de obtener una masa homogénea.
- **Formado:** La masa pasa por un sistema de 2 etapas, primer por un Laminador, que forma una capa de masa de fino espesor para luego pasar por un rodillo extrusor que corta la masa, formando la hojuela, que puede tener diversa forma de acuerdo al producto programado.
- **Secado:** Las hojuelas formadas pasan luego a través de un secador de bandejas, donde la humedad es contenida y evaporada, endureciendo a la hojuela. En esta fase se controla el peso, tamaño y espesor de la hojuela.
- **Fritura:** Las hojuelas ingresan a la máquina freidora a temperatura de fritura, durante un período no mayor a 2 minutos.
- **Adición de sal:** Después de la fritura las hojuelas son transportadas a tambores rotatorios donde se les incorpora sal de forma intermitente, que se adhiere a las paredes de la hojuela.



**Figura 5.3:** Propuesta metodológica para la elaboración de extruidos tipo "Snack" a partir de la torta de Sacha Inchi (Nivel semi-industrial)<sup>13</sup>

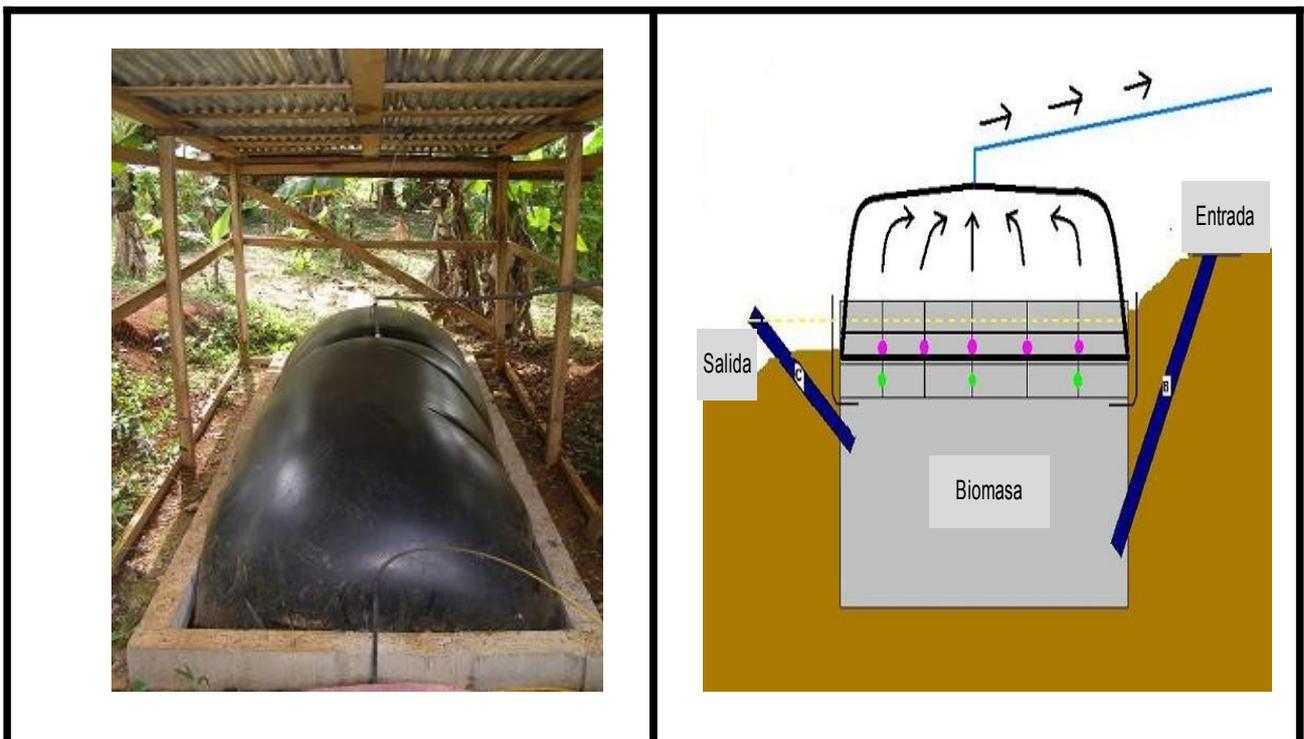
<sup>13</sup> Elaboración propia a partir de Olaeta et. al, 2007, Productos INALECSA-Guayaquil, F.H. y SchuleMuelenbau GmbH-Alemania

## 6 SUB-PRODUCTOS DERIVADOS DE LAS CÁSCARAS Y CÁPSULAS DE SACHA INCHI

### 6.1 Biogas

Biogas (25-35% CO<sub>2</sub>, 65-75% Metano) es el producto de la fermentación de la biomasa. Esta fermentación es la degradación ocasionada por los microorganismos, a temperatura ambiente y sin presencia de oxígeno. Para que este pueda ser usado como combustible debe de contener por lo menos 98% de metano. La acción del calor y la carencia de oxígeno producen, mediante la descomposición térmica del recurso, un gas combustible similar al gas natural u otros combustibles gaseosos convencionales. El gas producido procede de un contenedor cilíndrico (Biodigestor) donde se producen los procesos termoquímicos a partir de la combinación de combustible y aire. Para ello, se disponen de tomas de entrada de combustible y aire y salida de los gases resultantes (vea Figura 6.1).

**Figura 6.1:** Biodigestor-Construcción y diseño a nivel local<sup>14</sup>



### 6.2 Biodiesel

Como medio alternativo para la generación de energía en las regiones se considera la producción de biodiesel a partir de residuos de la actividad agronómica, así como de la agroindustria de notable importancia.

<sup>14</sup> Proyecto del Grupo de mujeres de Santa Fé-Costa Rica (<http://www.ruralcostarica.com>)

En este caso se plantea el extraer Biodiesel de la torta de Sacha Inchi. El mayor impedimento es el que el aceite no refinado de Sacha Inchi presenta alto contenido de ácidos grasos. Por lo que se considera necesario un paso previo para evitar la saponificación indeseada del aceite. A este proceso se le denomina Esterificación. Investigaciones emergentes han demostrado que éste proceso se puede reemplazar a través de una destilación utilizando altas presiones y al vacío.

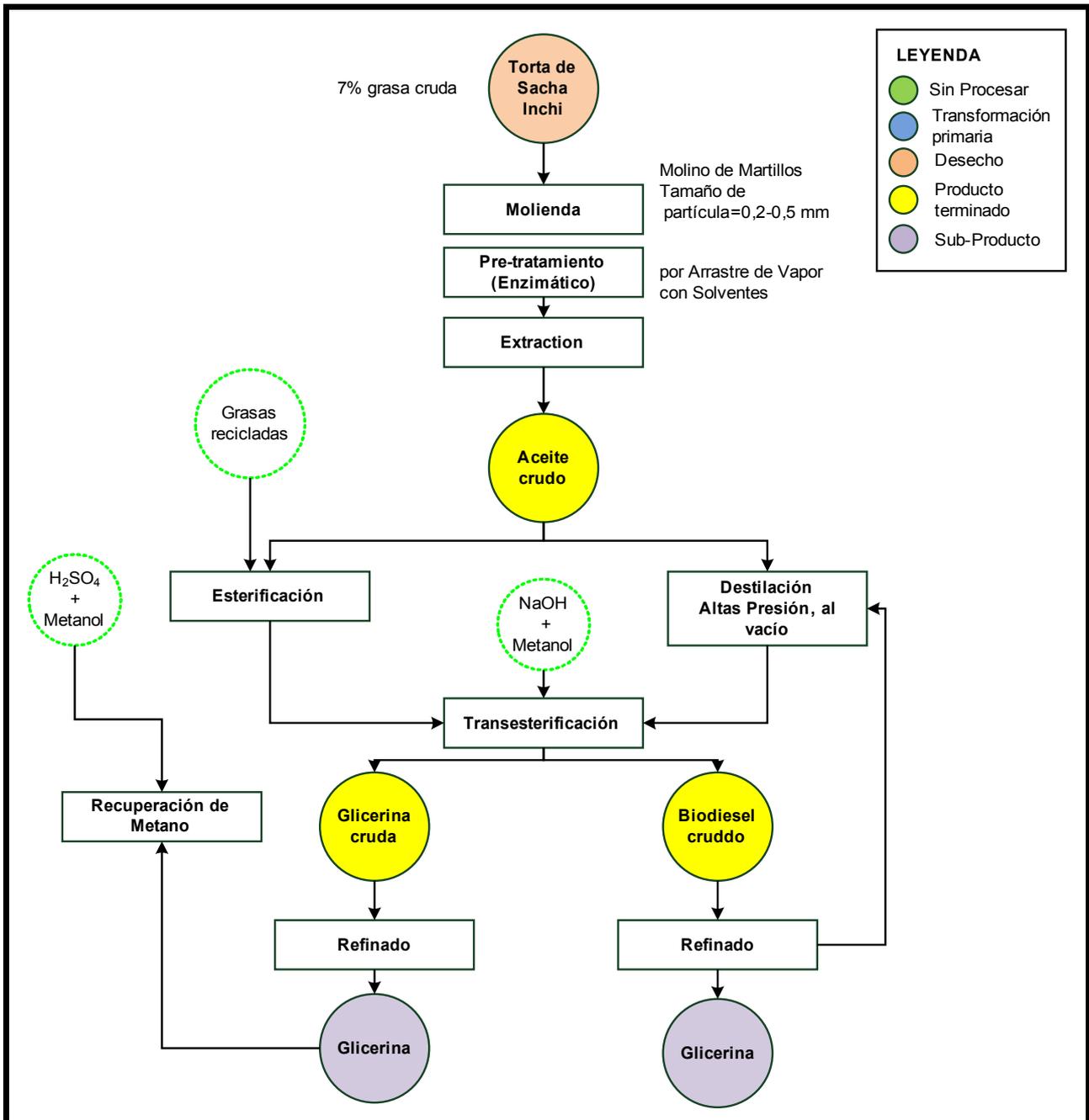
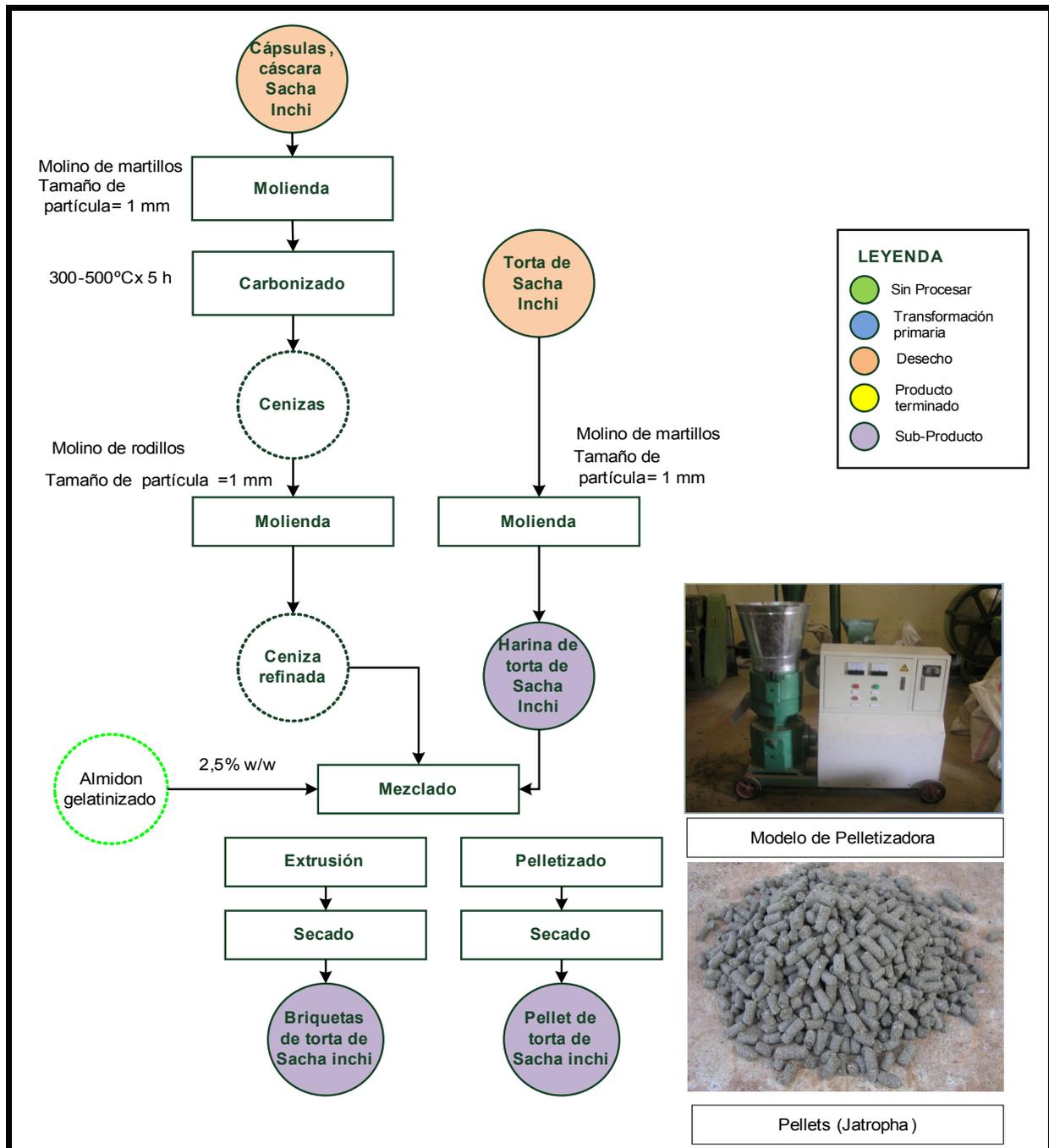


Figura 6.2: Proceso Básico para la fabricación de Biodiesel

### 6.3 Pellets y Briquetas

Los Pellets y briquetas son productos extuidos o pelletizados, que presentan buenas características como biocombustibles para hornos, estufas, calderas, salamandras, etc. La fabricación de dichos productos se describe en la Figura 6.3.



**Figura 6.3:** Propuesta metodológica para la fabricación de pellets y briquetas a partir de los cápsulas, cáscaras y torta de Sacha Inchi<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Dr. H. Rajabu – UDSM, Bjarne Laustsen - Director - Kiwia & Laustsen. “Jiko Mbono Presentation at National Jatropha Conference”. 4th March 201. Arusha

## 7 INVENTARIO DE PROYECTOS I&D

**Tabla 7.1:** Inventario de Proyectos I&D para la cadena de valor del Sacha Inchi

N°	Producto	Proceso		Propuesta de investigación
1	<b>Sacha Inchi</b>	<b>Post-cosecha</b>	Limpieza y Selección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aclopación del sistema de selección al descapsulado de Sacha Inchi (por ejemplo con ciclón). Automatización del proceso a escala industrial.</li> </ul>
2			Descapsulado/ Descascarado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización del proceso de descapsulado – tamizado (decorticator, shelling machine)</li> <li>• Implementación de fajas transportadoras a la salida del producto.</li> <li>• Implementación de tinajas de recepción a la salida de las cápsulas de Sacha Inchi.</li> <li>• Implementación de un sistema continuo de entrada de producto.</li> <li>• Implementación de un sistema de cribado a la entrada/salida de las semillas, con vibradores con mecanismo de articulaciones de cuatro barras omecanismo biela-execentrica.</li> </ul>
3			Molienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aclopación al sistema de selección/descapsulado de Sacha Inchi (por ejemplo con fajas y tuberías de transporte)</li> <li>• Automatización del proceso a escala industrial.</li> </ul>
4			Secado solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la construcción de secadores solares, de tipo carpa, tipo tunel o tipo armario destinados al Sacha inchi y otros productos de la región.</li> </ul>
5			Secado artificial	

N°	Producto	Proceso		Propuesta de investigación
6	<i>Aceite</i>	<i>Pre-Extracción</i>	Ultrasonido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de aceite asistida por ultrasonido: Evaluación del rendimiento y calidad química, nutricional y sensorial.</li> <li>Estandarización de los parámetros de proceso dependiente de la calidad de semilla a tratar.</li> <li>Análisis de costos para la implementación de sistemas discontinuos y continuos de ultrasonido en la línea de extracción de aceite de Sacha Inchi.</li> </ul>
7			Enzimática	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de aceite asistida por enzimas. Evaluación del rendimiento y calidad química, nutricional y sensorial.</li> <li>Estandarización de los parámetros de proceso dependiente de la calidad de semilla a tratar.</li> <li>Determinación del complejo enzimático idóneo para el Sacha inchi.</li> </ul>
8			Otras tecnologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de alternativas de extracción no térmica: Altas Presiones, Electroporación, Osmosis Inversa desde el punto de vista de calidad nutritiva vs. costos de inversión.</li> </ul>
9		<i>Extracción</i>	Prensado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normativizar el proceso de prensado en frío (consolidar el funcionamiento)</li> </ul>
10			CO2-Supercrítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de aceite por CO2 Supercrítico. Evaluación del rendimiento y calidad química, nutricional y sensorial.</li> <li>Estandarización de los parámetros de proceso dependiente de la calidad de semilla a tratar.</li> <li>Evaluación económica del proceso.</li> </ul>
11			Destilación al vacío	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de aceite por CO2 Supercrítico. Evaluación del rendimiento y calidad química, nutricional y sensorial.</li> </ul>

Nº	Producto	Proceso		Propuesta de investigación
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Estandarización de los parámetros de proceso dependiente de la calidad de semilla a tratar.</li> </ul>
12	<b>Aceite</b>	<i>Extracción</i>	por Arrastre de vapor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización del proceso de extracción de aceite de Sacha Inchi por Arrastre de vapor (Acortamiento del proceso y enfriado rápido del aceite a fin de conservar el mayor contenido de acidos grados poliinsaturados en el producto)</li> </ul>
13			Adición de Solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización del proceso de extracción de aceite con adición de solventes (de acuerdo a las características de la maquinaria y solvente utilizado actualmente en la empresa)</li> </ul>
14		<i>Filtración Refinación</i>	Filtración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización y estandarización del proceso de filtrado</li> <li>(Refinación, eliminación del</li> <li>olor y sabor)</li> </ul>
15			Deodorización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de un proceso de deodorización del aceite de sachá inchi que no utilice solventes químicos.</li> </ul>
16			Refinación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de un proceso de refinación íntegro del aceite de sachá inchi que no utilice solventes químicos.</li> </ul>
17		<b>Semilla tostada</b>	<i>Tostado</i>	
18	<b>Emulgaciones (Margarina, Mayonesa, Cremas)</b>	<i>Formulación</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayos de laboratorio para la Formulación de mezclas de emulgaciones a base del Aceite de Sacha Inchi.</li> </ul>
19		<i>Mezclado</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estandarización del método de mezclado industrial para el Sacha Inchi (en mayonesa, margarina, cremas, etc).</li> </ul>

N°	Producto	Proceso	Propuesta de investigación
20		<i>Emulgación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarización del método de emulgación industrial para el Sacha Inchi (en mayonesa, margarina, cremas, etc)</li> <li>• Estudios de técnicas de microemulsión.</li> </ul>
21		<i>Almacenado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de vida útil de las emulgaciones a base de aceite de Sacha Inchi.</li> </ul>
22		<i>Hidratación de la margarina</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de la hidratación a escala artesanal del aceite de Sacha Inchi para la elaboración de margarina.</li> </ul>
23	<b>Jabon</b>	<i>Formulación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de jabón líquido a base de aceite de Sacha Inchi (artesanal y semi-industrial).</li> <li>• Desarrollo de jabones transparentes a base de aceite de Sacha Inchi.</li> </ul>
24		<i>Saponificación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio del punto de saponificación del Sacha inchi con diferentes solventes.</li> </ul>
25		<i>Almacenamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de vida útil del jabon de Sacha inchi.</li> </ul>
26	<b>Compuestos bioactivo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento y purificación a escala industrial de los ácidos grasos poliinsaturados Omega-3,6 y 9.</li> <li>• Extracción y aislamiento industrial de metabolitos secundarios (antioxidantes, cumarinas, saponinas, etc de interés para la industria farmacéutica, nutracéutica y cosmética.</li> <li>• Extracción de glicerina a partir de productos y sub-productos de sachá inchi.</li> <li>• Extracción de tocoferoles, esteroides a partir de los residuos tras el desodorizado del aceite de Sacha Inchi.</li> </ul>
26	<b>Proteína</b>	<i>Extracción/ Hidrólisis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción, concentración y texturización de proteína de sachá inchi.</li> </ul>

N°	Producto	Proceso	Propuesta de investigación
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de proteína de la torta de Sacha inchi a través de nuevos métodos, sin uso de solventes (como por ejemplo utilización de una cámara que impulsa chorros de aire gasificada y al vacío a través de la torta, extrayendo así las proteínas de Sacha inchi)</li> </ul>
27	<b>Proteína concentrada/aislada</b>	<i>Neutralizado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio del proceso a escala de laboratorio y piloto.</li> </ul>
28		<i>Almacenamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de vida útil.</li> </ul>
29		<i>Análisis químicos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de las características reológicas y funcionales de la proteína de torta de Sacha Inchi para su uso en la industria cárnica.</li> </ul>
30		<i>Análisis bromatológicos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de las características nutricionales de la proteína de torta de Sacha Inchi para su uso en la industria cárnica. y de los ingredientes.</li> </ul>
31		<i>Producción de derivados</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtención de productos a partir de la proteína de torta de Sacha Inchi, usados en la industria panificadora, cárnica, lacteos, etc.</li> <li>Obtención de productos equivalentes o alternativos a los derivados de Soya (leche, Tofu, etc.)</li> </ul>
32	<b>Alimento balanceado para animales</b>	<i>Formulación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación de nuevas dietas adecuado a cada especie de crianza.</li> <li>Estudio de la influencia a la calidad de la carne (textura, sabor) en animales alimentados con ración balanceada a base de Sacha Inchi.</li> </ul>
33		<i>Aglomeración/Pelletización</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estandarización de parámetros para el pelletizado.</li> </ul>
34	<b>Snacks</b>	<i>Formulación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de productos nuevos.</li> </ul>

N°	Producto	Proceso	Propuesta de investigación
		<i>Extrusión</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarización de parámetros para la extrusión en frío y en caliente.</li> </ul>
35	<b>Biogas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de Biodigestor para la producción de Biogas en las regiones.</li> </ul>
36	<b>Biodiesel</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de ácidos grasos de desecho para la producción de biodiesel, mediante el proceso de hidroesterificación.</li> <li>• <i>Evaluación de la calidad de la glicerina obtenida como co-producto en la producción de Biodiesel.</i></li> </ul>
37	<b>Briquetas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de briquetas a partir de residuos de Sacha Inchi.</li> </ul>
	<b>Feertilizante</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Evaluación del contenido de P,N en los sub-productos de sachá inchi para su uso como fertilizante.</i></li> </ul>
38	<b>Filtros de uso en el tratamiento de aguas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Utilización de las cáscaras de sachá inchi en la fabricación de filtros destinados al tratamiento de agua, cerveza (walnut shell carbon, clean nutshell filter )</i></li> </ul>
39	<b>Paneles para la construcción</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de paneles para la industria de la construcción a partir de residuos de Sacha Inchi.</li> </ul>
40	<b>Hojas</b>	<i>Pre-Tratamiento, Extracción</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de valor nutricional de la cáscara y hojas de Sacha Inchi.</li> <li>• Elaboración de extractos o macerados acuosos o alcohólicos, para su utilización en la industria farmacéutica (análisis proximales).</li> <li>• Identificación de métodos de extracción de compuestos bioactivos de la hoja de Sacha Inchi,</li> </ul>

<b>N°</b>	<b>Producto</b>	<b>Proceso</b>	<b>Propuesta de investigación</b>
			como la percolación, lixiviación, enzimática, por medio de solventes como agua, etanol, metanol, hexano.

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El reconocimiento de las metodologías y procesos tecnológicos considerados anteriormente representan una mejora considerable en el proceso de elaboración de estrategias de los actores de la cadena de valor de Sacha Inchi. El beneficio inmediato está representado por la detección de nuevas oportunidades de mercado.
- A través del mapeo tecnológico se logra identificar nuevos productos y por ende nuevos mercados nacionales e internacionales, que representaran un avance para el desarrollo del área científico tecnológica de las asociaciones de productores, empresas y del país.
- Es indispensable contar con una base de datos científica destinada a la investigación desarrollada de los productos de las regiones. Específicamente, existen muchos estudios sobre la composición química del Sacha Inchi, información referente al desarrollo de nuevos productos o tecnologías es insipiente.
- El Sacha Inchi puede alcanzar niveles competitivos como los de la *Jatropha* (comparándolo por el contenido de aceite), o de la Soja (debido a su poder proteico). El Sacha inchi cuenta además con compuestos (Omega y aminoácidos) que facilita su desenvolvimiento en mercados internacionales.
- El inventario de proyectos de I&D engloba más de 40 propuestas de proyectos tecnológicos y de investigación. Proyectándose al futuro este inventario seguirá creciendo a medida que se lleven a cabo los proyectos.
- La utilización de los residuos obtenidos tras la extracción de aceite de Sacha Inchi (torta, cápsula, cáscara) es extremadamente amplia, va desde su texturización o hidrogenación para obtener proteína aislada de Sacha Inchi (de posible uso en la industria cárnica) hasta su utilización como biomasa para la producción de biodiesel, biogas, fertilizante, etc.
- Se recomienda la complementación paulatina de este mapeo. Son demasiados los productos que pueden ser desarrollados a partir del Sacha Inchi y acarrea de mayor tiempo para la investigación, análisis y puesta en marcha de proyectos.
- El desarrollo de tecnología destinada a la extracción de aceite es cada día más automatizada. Cada vez existen más soluciones tecnológicas para la industria de los alimentos. Es por esto, que se recomienda mantenerse al corriente de la situación si es que se quiere obtener un producto con características incomparables, como es en el caso del “aceite extra Virgen” de Sacha Inchi.

## 9 BIBLIOGRAFIA

**Acevedo, L. A.:** Inactivación Microbiana Combinando Ultrasonido de Baja Frecuencia con Ultravioleta de Onda Corta . Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas Puebla. Mexico (2004)

**Acuña P.:** Untersuchung der Entölbarkeit von Sojamehl Herstellung von Sojaproteinprodukten. Tesis para optar el Grado de ingeniero civil industrial (2001).

**Börner G.:** Verfahrenstechnik der dezentralen Ölsaatenverarbeitung, KTBL-Arbeitspapier 267 (1999), S. 16

**Calle, J. L., Coello, J., Castro, P.:** Informe final del proyecto Producción de biodiesel a pequeña escala a partir de recursos oleaginosos amazónicos. Perú. (2004).

**Collao A., Curotto E., Zuñiga M.:** Tratamiento enzimático en la extracción de aceite y obtención de antioxidantes a partir de semilla de onagra, *Oenothera biennis*, por prensado en frío. y Aceites, 58 (1), Enero-Marzo, 10-14 (2007).

**Dazert D.:** Der Entölbarkeit von Sojamehl Herstellung von Sojaproteinprodukten. Doktorarbeit. Technical University of Berlin (2004)

**Endres, J. G.:** Soy protein products. Characteristics, nutritional aspects, and utilization. AOAC Press, Champaign, 2001

**Gonzalez D. A., Kafarov V., Guzmán M. A.:** Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de biodiesel a partir de microalgas. Prospect. Vol. 7, No. 2: 53-60(2009)

**Guevara W.:** Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Facultad de Ingeniería Pesquera-Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Peru (2003).

**Henning:** Manual for *Jatropha curcas* L in Zambia (2001).

**Remmele E.:** Ölreinigung bei Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen,KTBL-Arbeitspapier 267 (1999)

**Shkelqim Karaj, Joachim Müller.:** der mechanischen Ölgewinnung aus *Jatropha* kernen. 64 , no. 3, pp. 164 – 167 (2009).

**Steinhart, H :** Charakterisierung der Produkte aus der Sojaverarbeitung. In: Meuser, F., Suckow, P. (Hrsg.): Sojaprodukte Herstellung und Verwendung. Vorträge 1. Hamburger Soja-Tagung, Berlin, 25-46 (1986).

**Vásquez-Torres W., Yossa Perdomo M., Hernández Arévalo G., Gutiérrez Espinosa M.:**

Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis* sp.). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Vol 23, No 2 (2010)

**Velasco J. R., Villada H., Carrera J.** , Aplicaciones de los Fluidos Supercríticos en la Agroindustria. Revista Información Tecnológica, 18 (1): 53 - 66, 2007 ( <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n1/art09.pdf> )

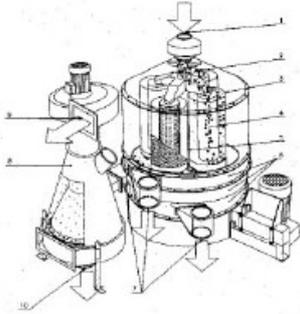
**Widmann, B.:** Gewinnung und Reinigung von Pflanzenölen in dezentralen Anlagen”; Endbericht Nr. 51 (1994)

**Windi L., Setyaningsih D., Irziman:** Bproduction from jatropha seedcake –emission reduction. on: Sustainable Development Research Conference 30May –1 June 2010, Hong Kong.

## 10 ANEXOS

### 10.1 Maquinarias para la limpieza y clasificación de semillas oleaginosas

**Tabla 10.1:** Ejemplos de equipos utilizados para la limpieza y clasificación de semillas oleaginosas

Equipos	Especificaciones	Esquema <sup>16</sup>
Tamizadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zarandas de fácil reemplazo con apoyo en 12 tacos de goma.</li> <li>• Agujeros de diámetros y formas variables según cada necesidad.</li> <li>• Zaranda superpuesta para extracción de palillos, chauchas y maleza en general.</li> <li>• Motor eléctrico y correas en V.</li> <li>• Cajones porta-zarandas suspendidos en cables de acero.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">(a)</p>
Aspiradora/ Ciclón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uso en sistemas continuos</li> <li>• Recomendado para la separación de cáscaras livianas.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">(b)</p>
Zarandas rotativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apto para la limpieza de los granos oleaginosos debido al principio centrífugo</li> <li>• La máquina es totalmente cerrada, asegurando un ambiente de poco ruido y libre de polvo.</li> <li>• El movimiento rotatorio y los cepillos autoajustables del rodillo de la máquina aseguran una limpieza eficiente de las zarandas.</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">(c)</p>

16 (a), (b) Maquinaria de la empresa FabrinorSA-Argentina (<http://viarural.com.ar>), (c) <http://los-seibos.com>

## 10.2 Algunos secadores solares

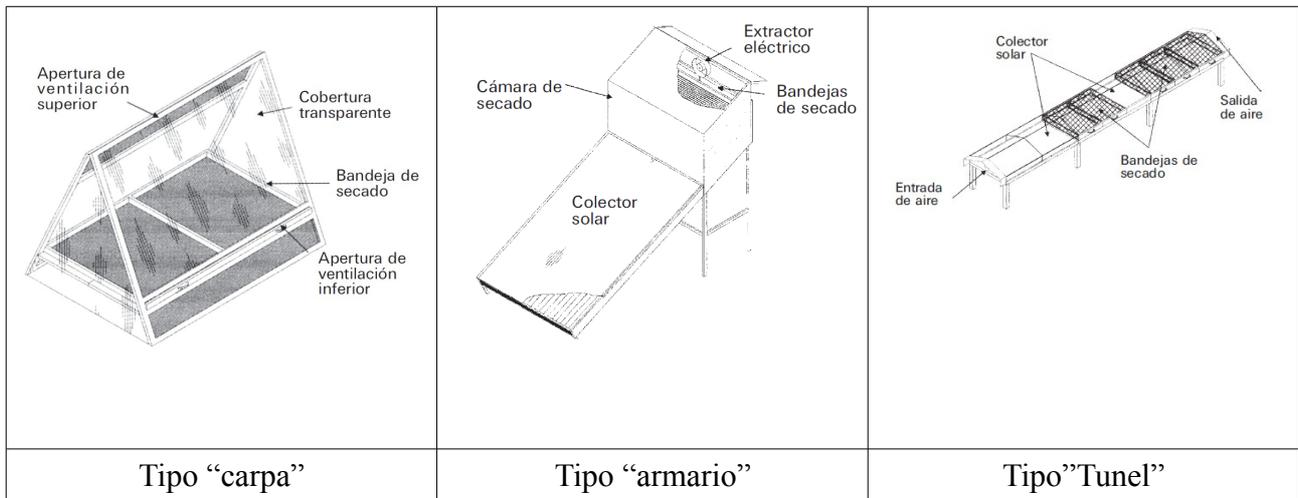
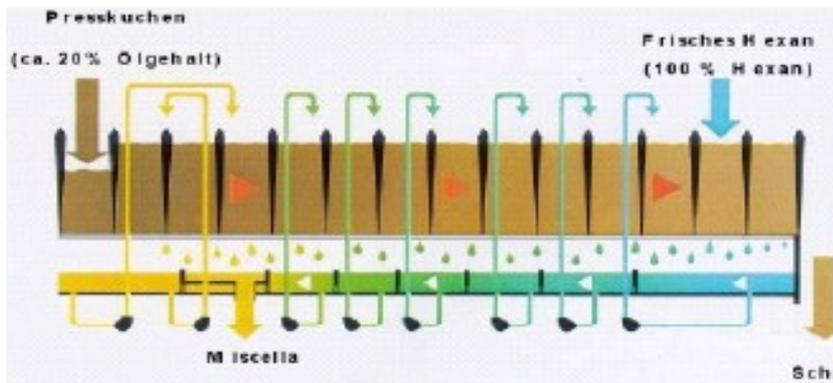


Figura 10.1: Diseño de algunos secadores solares (nivel artesanal)<sup>17</sup>.

## 10.3 Equipo para la extracción con solventes



(a) Extractor de bandas

(b) Extractor de carrusel



Figura 10.2: Equipo para la extracción con solventes<sup>18</sup>

17 Fuente: Fuente: Guia de uso de Secadores solares para frutas legumbres, hortalizas, plantas medicinales.

<http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/Guiasecaderosolar.pdf>

18 <http://www.dgfett.de/material/technologie.htm#3>.

**Tabla 10.2:** Empresas que se dedican a la fabricación de prensas de tornillo y equipamiento para la industria de aceites en alemania

<p><b>CIMBRIASKETGmbH</b>  DE 39120 Magdeburg, Schilfbreite 2  Tel.: +49 (0)391 682249, Fax: +49 (0)391 684233  Kontakt Österreich:  CIMBRIA HEID GmbH  AT 2000 Stockerau, Heid-Werkstrasse 4  Tel.: +43 (0)22 66 699, Fax: +43 (0)22 6665 590  <a href="mailto:heid@cimbria.com">heid@cimbria.com</a>  <a href="http://www.cimbria.com">www.cimbria.com</a></p>	<p><b>LaMECANIQUEMODERNE</b>, Frau Caroline Lievens  DE 88299 Leutkirch/Allgäu, Holbeinstrasse 11  Tel.: +49 (0)7561 912225, Fax: +49 (0)7561 912225  <a href="mailto:contact@la-mecanique-moderne.com">contact@la-mecanique-moderne.com</a>  <a href="http://www.la-mecanique-moderne.com">www.la-mecanique-moderne.com</a>&gt;</p>
<p><b>De SMET ROSEDOWNS LIMITED</b>  UK HU2 0AD, East Yorkshire, Hull, Cannon Street  Tel.: +44 (0)1482 329864, Fax: +44 (0)1482 325887  <a href="mailto:rosedowns@desmetgroup.com">rosedowns@desmetgroup.com</a>  Kontakt Deutschland:  Bernd Krueger, Sales Manager  DE 42897 Remscheid, Hackenberg 63b  Tel.: +49 (0)2191 661437, Fax: +49 (0)2191 669521, Mobil: +49 (0)172 6061545  <a href="mailto:Bernd.Krueger@T-online.de">Bernd.Krueger@T-online.de</a>  <a href="http://www.rosedowns.co.uk">www.rosedowns.co.uk</a></p>	<p><b>LAND &amp; TECHNIK - Service GmbH</b>  DE 06295 Lutherstadt Eisleben/Volkstedt, Schulstrasse 6  Tel.: +49 (0)3475 656 19, Fax: +49 (0)3475 656 11  <a href="mailto:nawaro@luts.de">nawaro@luts.de</a>  <a href="http://www.luts.de">www.luts.de</a></p>
<p><b>IBGMontforts GmbH &amp; Co.</b>  DE 41238 Mönchengladbach, An der Waldesruh 23  Tel.: +49 (0)2166 8682 0, Fax: +49 (0)92166 8682 44  <a href="mailto:oekotec@ibg-monforts.de">oekotec@ibg-monforts.de</a>  <a href="http://www.oekotec.ibg-monforts.de">www.oekotec.ibg-monforts.de</a></p>	<p><b>MOOSBAUER &amp; RIEGLSPERGER GbR - Kern Kraft</b>  DE 84367 Reut/Ndb, Willenbach 23a  Tel.: +49 (0)8574 535, Fax: +49 (0)8574 534  <a href="mailto:info@oel-presse.de">info@oel-presse.de</a>  <a href="http://www.oel-presse.de">www.oel-presse.de</a></p>

<p><b>NawaRoTech GmbH</b>  DE 82223 Eichenau, Zweigstraße 6  Tel.: +49 (0)8141 309 27 04, Fax: +49 (0)8141  390 27 05  <a href="http://www.nawarotech.de">www.nawarotech.de</a></p>	<p><b>OILSYSTEMS</b>  DE 95326 Kulmbach, Esbach 7  Tel.: +49 (0)9221 6070071, Fax: +49 (0)9221  6901173  <a href="mailto:info@oilsystems.de">info@oilsystems.de</a>  <a href="http://www.oilsystems.de">www.oilsystems.de</a></p>
<p><b>STRÄHLE Karl</b>  DE 73265 Dettingen/Teck, Robert-Bosch-  Strasse 11  Tel.: +49 (0)7021 95097 0, Fax: +49 (0)7021  95097 33  <a href="mailto:info@straehle-maschinenbau.de">info@straehle-maschinenbau.de</a>  <a href="http://www.straehle-maschinenbau.de">www.straehle-maschinenbau.de</a></p>	<p><b>ÖHMI Engineering GmbH</b>  DE 39114 Magdeburg, Berliner Chaussee 66  Tel.: +49 (0)391 8507 151, Fax: +49 (0)391  8507 150  <a href="mailto:info@oehmi-engineering.de">info@oehmi-engineering.de</a>  <a href="http://www.oehmi-engineering.de">www.oehmi-engineering.de</a></p>