

PROCESAMIENTO DE TUBÉRCULOS

LIBRO DE CONSULTA SOBRE TECNOLOGÍAS APLICADAS AL CICLO ALIMENTARIO

PROCESAMIENTO DE TUBÉRCULOS

Intermediate Technology Development Group (ITDG-Perú)
Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Mujer (UNIFEM)

con el auspicio de

Asociación para la Cooperación Internacional al Desarrollo (Atelier)
Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)

Procesamiento de tubérculos / Intermediate Technology Development Group; United Nations Development Fund for Women.— Lima: ITDG, 1998

x, 70 p.; ilus.— (Libro de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario, 8)

TECNOLOGÍA ALIMENTARIA / PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS / ESTUDIOS DE CASOS / PEQUEÑA EMPRESA / MÁQUINAS HERRAMIENTAS / PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS / PAPAS / YUCAS / CAMOTE (BATATA) / ÑAME /

503/U42/8

Clasificación SATIS / Descriptores OCDE

Traducción y adaptación del original en inglés: "Root crop processing"

Food cycle technology source book

© 1988, 1993, The United Nations Development Fund for Women (UNIFEM)

304 East 45th Street, 6th Floor, New York, NY 10017, USA

Autores: Barrie Axtell y Linda Adams

Ilustraciones: Peter Dobson

ISBN de la colección 9972 47 019 X

ISBN de la presente edición 9972 47 038 5 (v. 8)

Hecho el depósito legal No. 99-0019

Razón social: Intermediate Technology Development Group, ITDG-Perú

Domicilio: Av. Jorge Chávez 275, Miraflores. Casilla postal: 18-0620. Lima 18, Perú

Teléfonos: 444-7055, 446-7324, 447-5127. Fax: 446-6621

postmaster@itdg.org.pe www.itdg.org.pe

© Intermediate Technology Development Group, ITDG-Perú

Gestión del proyecto: Miguel Saravia

Coordinación editorial: Soledad Hamann

Coordinación técnica: Daniel Rodríguez

Traducción: César Ruiz de Somocurcio

Adaptación y corrección: Diana Cornejo

Estudio de caso (anexo 1): Noemí Marmanillo y Roberto Montero

Revisión técnica: Walter Ríos

Actualización bibliográfica: Juan Fernando Bossio

Diagramación: Ana Cabrera

Preprensa y cuidado de impresión: Víctor Mendivil

Edición y producción: Lima, ITDG-Perú, 1998

Impresión: Tarea, Asociación Gráfica Educativa

Impreso en Perú

PRESENTACIÓN A LA COLECCIÓN

En reconocimiento al importante rol que desempeña la mujer en la producción, procesamiento, almacenamiento, preparación y comercialización de alimentos, se dio inicio al proyecto *Food Cycle Technology* (*Tecnología aplicada al ciclo alimentario*). La finalidad de este proyecto fue conocer y comprender las tecnologías usadas tradicionalmente por las mujeres, para a partir de allí proponer mejoras adecuadas a cada realidad que potencien los factores materiales y técnicos del proceso productivo a pequeña escala. Paralelamente, se buscó también promover la amplia difusión de tecnologías que incrementen la productividad de la mano de obra femenina en este sector. Este proyecto fue desarrollado por UNIFEM –organismo autónomo creado en 1976, asociado desde 1984 con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo– que busca revalorar el conocimiento tradicional de las mujeres y liberarlas de su compromiso en tareas de baja rentabilidad, además de incrementar su productividad como un medio para acelerar el proceso de desarrollo. Si bien con una perspectiva mundial, en sus inicios se desarrolló en África, en vista de la preocupación existente acerca del abastecimiento de alimentos en muchos países de la región.

Una cuidadosa evaluación de la experiencia en África –en su fase final, luego de cinco años de aplicación del programa–, mostró la necesidad de introducir elementos que actúen como catalizadores y desarrollen las condiciones propicias para hacer más factible el acceso de la mujer a la tecnología. Estas condiciones deben permitir a las mujeres conocer y analizar las tecnologías disponibles; ofrecerles la posibilidad de escoger la opción tecnológica que mejor se adapte a sus necesidades y, finalmente, facilitar la entrega de créditos y capacitación para que ellas puedan no sólo adquirir sino también aplicar la tecnología de su elección. Esta colección de once tomos busca contribuir a crear estas condiciones.

El trabajo de investigación y recopilación para la edición de la colección original en inglés fue encargado al equipo profesional de ITDG en Inglaterra. En cada uno de los libros de consulta se incluyeron estudios de caso de experiencias de productoras que fueron contactadas gracias a la relación que se estableció entre este proyecto de UNIFEM y el proyecto “Do-it-herself: women and technological innovation” (DIH) de ITDG. Estos estudios recogen la experiencia y el conocimiento tecnológico de las mujeres de diversos lugares de Asia, África y América Latina y resaltan la importancia de su rol en el desarrollo productivo de las comunidades a las que pertenecen. La publicación de estos manuales fue posible gracias a la participación de AIDOS (Italian Association for Women in Development).

Uno de los inconvenientes que debió enfrentar esta iniciativa editorial fue que en América Latina la población no tenía acceso a los libros de consulta porque estaban publicados en inglés. En vista de esta situación, en 1995 ITDG-Perú y UNIFEM decidieron comenzar la traducción de los libros de consulta al castellano, incluyendo en ellos, además, nuevos estudios de caso sobre experiencias en América Latina. Es así como se prepararon las primeras ediciones de *Procesamiento de frutas y vegetales*, *Técnicas de secado*, *Procesamiento de cereales* y *Procesamiento de lácteos*. La fuerte demanda que tuvieron estas publicaciones hizo que se agotaran rápidamente.

Debido a la demanda mostrada, ITDG-Perú y UNIFEM concertaron con Atelier la gestión de la edición completa de la colección en castellano, para lo cual obtuvieron el patrocinio de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Es esa confluencia de esfuerzos (UNIFEM, AECI, Atelier e ITDG-Perú) la que permitió llevar a cabo la publicación de estos manuales. La colección editada en castellano, **Libros de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario**, es una traducción y adaptación al contexto latinoamericano de la colección en inglés, e incluye en cada tomo un capítulo referido a un estudio de caso de actividades agroindustriales emprendidas por un grupo de mujeres organizadas en América Latina.

Estamos seguros de que esta colección ayudará a los grupos de mujeres de América Latina que trabajan diariamente en las diferentes etapas de la producción alimentaria, contribuyendo a mejorar sus condiciones de vida y las de sus familias, así como al reconocimiento de su rol en el proceso productivo. Es nuestro compromiso que esta colección se difunda en toda América Latina, y que sea un granito más en el cotidiano esfuerzo por reducir la pobreza y aumentar la esperanza de una vida sana, digna y justa en toda nuestra región.

Los editores

La versión en inglés de la colección de **Libros de consulta sobre tecnologías aplicadas al ciclo alimentario** ha sido preparada por ITDG en el Reino Unido dentro del marco de los objetivos de UNIFEM de alentar la especialización de la mujer en tecnologías aplicadas a este campo.

En su fase preliminar, los miembros del equipo se contactaron con los directivos de numerosos proyectos, agencias de desarrollo rural, centros tecnológicos, organizaciones de mujeres, fabricantes de equipo e investigadores de distintas partes del mundo.

Los autores y editores agradecen la contribución de todas aquellas agencias e individuos que apoyaron en la preparación de esta colección. Reconocimiento especial merecen la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), la Comisión Económica para África (ECA), el German Appropriate Technology Exchange (GATE/GTZ), el Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques (GRET), el Royal Tropical Institute, el International Development Research Center (IDRC), el Natural Resources Institute (NRI), el Appropriate Technology International (ATI), el Institute of Development Studies at Sussex University (IDS) y el Save the Children Fund.

La colección en inglés ha sido financiada por UNIFEM, en colaboración con los gobiernos de Italia y de los Países Bajos. El gobierno de Italia, a través de la Asociación Italiana para el Desarrollo de la Mujer (AIDOS), auspició la traducción de esta colección al francés y al portugués y cubrió los costos de la primera edición.

Los primeros cuatro tomos de la colección en castellano fueron financiados por UNIFEM y realizados por ITDG-Perú. La edición completa, a la cual pertenece este tomo, es financiada por Atelier y editada en estrecha colaboración entre el Programa de Agroprocesamiento y el Área de Comunicaciones de ITDG-Perú, con la finalidad de adaptar la colección al contexto latinoamericano.

Barrie Axtell / ITDG

Linda Adams / UNIFEM

Miguel Saravia / Coordinador del área de Comunicaciones de ITDG-Perú

Daniel Rodríguez / Gerente del programa de Agroprocesamiento de ITDG-Perú

Soledad Hamann / Jefa de ediciones de ITDG-Perú

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1. Consideraciones para el preprocesamiento y el procesamiento	5
Materias primas	5
Principios de las técnicas de procesamiento	6
Consideraciones socioeconómicas	8
Capítulo 2. Equipos y técnicas tradicionales de procesamiento	11
Equipos tradicionales	11
Procesamiento tradicional	12
Productos procesados tradicionalmente	14
Métodos tradicionales de curado	23
Capítulo 3. Productos y equipos mejorados de procesamiento	24
Pelado y lavado	25
Rallado y raspado	28
Machacado	31
Prensado y extracción de agua	32
Tamizado	35
Asado	36
Secado	37
Molido y triturado	39
Picado y rodajado	40
Capítulo 4. Estudios de caso	45
Rallador diesel de yuca en Sierra Leona	45
Manejo cooperativo del proyecto de procesamiento de <i>gari</i> en Ghana	46
Tecnologías mejoradas de procesamiento de <i>gari</i> en Nigeria	47
Transferencia de tecnologías tradicionales en Papua Nueva Guinea	48
Capítulo 5. Aspectos claves en la planificación de un proyecto o empresa	49

ANEXOS	53
Anexo 1. Estudio de caso: Procesadora y comercializadora de derivados andinos S.A.C., PRODASAC	55
Descripción	55
Organización de la producción	56
Anexo 2. Datos de interés	58
Referencias bibliográficas	58
Lecturas adicionales	58
Contactos	62

INTRODUCCIÓN

ESTE LIBRO ABARCA EL PROCESAMIENTO a pequeña escala de tubérculos tropicales en países en desarrollo, con la finalidad de brindar a los consultores y al público interesado un conocimiento técnico de las tecnologías tradicionales y mejoradas que se usan en estos países.

También se presenta un esquema de los diversos contextos socioeconómicos en los cuales los proyectos de desarrollo pueden introducirse. Esto permitirá a consultores e interesados identificar las ventajas y problemas que podrían derivarse de la introducción de tecnologías en diversos países en desarrollo. En estos países, la dieta familiar generalmente es preparada por las mujeres que, de este modo, se involucran en las diversas etapas del procesamiento de la materia prima para el consumo.

Los tubérculos suelen ser un elemento principal en la dieta, especialmente en los lugares donde no se dispone de cereales. Por tanto, el procesamiento de tubérculos a escala comunal es parte importante del trabajo cotidiano femenino. Se ha hecho un esfuerzo sustancial por actualizar los procesos locales, pero muchas comunidades sólo tienen acceso a los métodos tradicionales que, aunque son apropiados, resultan bastante laboriosos.

La producción a gran escala de productos provenientes de tubérculos —almidones, jarabes de glucosa, alimentos para animales, *gari* y otros—, es un riesgo comercial que involucra una fuerte inversión de capital. El procesamiento de tubérculos para consumo humano directo se realiza principalmente a pequeña escala, usualmente en el plano doméstico.

Sería imposible desarrollar en este libro todas las técnicas de procesamiento y tubérculos existentes; por ello se han seleccionado los métodos más comunes y los tubérculos más importantes: yuca, ñame, camote, papa y aráceas comestibles.

Por diversas razones, a lo largo de este libro pondremos especial énfasis en la yuca. A pesar de

que la producción mundial total de camote es mayor, la importancia de la yuca como alimento en África y el hecho de que requiere de un tratamiento continuo antes de hacerse apta para el consumo humano han determinado que exista una gran variedad de métodos de procesamiento. Finalmente, el procesamiento de yuca a pequeña escala en los países en desarrollo ha sido más investigado y desarrollado que el de cualquier otro tubérculo.

Este libro se divide en cinco capítulos que cubren los principios básicos de las ciencias alimentarias; métodos y equipos de procesamiento tradicionales y mejorados a pequeña escala que resultan relevantes para las mujeres de zonas rurales; estudios de caso que ilustran las ventajas y desventajas de introducir tecnologías mejoradas en un contexto socioeconómico particular; un estudio de caso sobre una empresa comercializadora de productos andinos que, entre otras cosas, se dedica a la producción de papa seca; una lista de preguntas que permiten ubicar el procesamiento de tubérculos dentro del contexto comunitario y una relación de instituciones que se pueden contactar si se requiere de más información. Es importante notar que, aunque una tecnología mejorada sea probada técnicamente en un laboratorio de investigación o taller de campo fuera de la comunidad, ésta puede ser inapropiada para el grupo social al que se dirige. Si bien es evidente que sólo se pueden descubrir los resultados de la introducción de una tecnología cuando ésta se experimenta, debe tenerse en cuenta que las suposiciones serán más exactas si se considera en primera instancia la realidad: las mujeres rurales necesitan conocer y tener acceso a las instituciones relevantes, apoyo, infraestructura, asesoría técnica y líneas formales de crédito.

Importancia de los tubérculos

Los tubérculos más importantes desde el punto de vista de cantidad de producción en los países en desarrollo son la yuca, la papa y el camote.

Los investigadores aún no se ponen de acuerdo acerca de cuál de ellos es el más importante: algunas fuentes favorecen al camote (cuadro 1) y otras a la yuca, pero ello sólo tiene un interés académico. Por otro lado, mientras que algunos productos —como el ñame— son alimentos importantes en ciertas áreas, sus niveles de producción son considerablemente inferiores.

Se estima que el 65% de la producción de yuca se usa directamente para la alimentación humana; el resto es empleado como alimento para animales (30%) o procesado en productos industriales (5%). No se dispone de datos confiables sobre las proporciones de otros tubérculos utilizados como alimento y con fines industriales. Los tubérculos son una fuente de energía esencial, barata y están fácilmente disponibles para mucha gente pobre. A pesar de contener bajos niveles de proteínas y grasas, algunos —en particular el camote y el ñame— son una fuente importantísima de vitaminas (A y C).

Más de la mitad de la producción mundial de yuca procede de África (cuadro 2), y se calcula que el 37% de la energía en la dieta de la zona tropical africana proviene de la yuca. En América y en Asia este aporte se calcula sólo en 12 y 7%, respectivamente. Los tubérculos tropicales se consumen y, cuando es necesario, se procesan tanto a escala doméstica como comunal. La importancia relativa de cada tubérculo varía según la región y el país. El ñame es un producto alimenticio fundamental en África occidental, el Caribe, las islas del Pacífico Sur, el Asia sudoriental, India y algunas zonas del Brasil. La yuca es particularmente importante en América del Sur, África y Oceanía; el taro juega un rol cultural relevante en la dieta de los pobladores de las islas del Pacífico; el camote se consume en parte del África occidental, Oceanía y algunas islas del Caribe, y la papa está más difundida en las serranías de los trópicos, como las regiones andinas de Perú y Bolivia. Las principales ventajas de los tubérculos en comparación con los cereales radican en que son una fuente de energía más barata, pueden cultivarse fácilmente y proporcionan más energía por hectárea a la dieta a un costo menor, principalmente debido a la reducida fuerza laboral que necesitan. Por lo general no requieren de un trabajo intenso de labranza, en especial en el caso de la yuca, que

puede crecer en suelos muy secos y bajos en nutrientes, si bien con menores niveles de productividad.

En contraste con la producción de cereales, cuya cosecha es altamente estacional, algunos tubérculos tienen un ciclo continuo o semicontinuo de producción. El taro y la yuca, por ejemplo, crecen durante todo el año en los trópicos. Ello reduce los problemas de almacenado y ofrece mayor seguridad alimentaria a los pobres, especialmente en los periodos de escasez. La producción continua de tubérculos actúa como una reserva de alimentos y permite a mucha gente pobre sobrevivir mejor durante la estación previa a la cosecha y cuando otros alimentos escasean. Sin embargo, es necesario hacer notar que una cosecha parcial de ciertos tubérculos, aunque es posible dado su almacenado subterráneo natural, puede crear problemas de disponibilidad de tierras para campesinos en economías de subsistencia.

El periodo previo a la cosecha de cereales suele ser el momento más difícil para la gente pobre, porque además de ser una época de hambruna, los precios de los alimentos suben, la ingestión de alimentos se ubica en su más bajo nivel y los requerimientos de trabajo en la parcela crecen. En esas ocasiones, el papel de los tubérculos es de primera importancia.

El papel de las mujeres en el procesamiento

La mayoría del trabajo que se requiere en el procesamiento de tubérculos está en manos de mujeres. Sin embargo, esto no asegura que sean ellas quienes se vean beneficiadas. Eso depende mucho más de quién controla el proceso y quién toma las decisiones sobre la distribución del tiempo y de los beneficios obtenidos. A veces este control puede recaer en el productor del tubérculo más que en los procesadores, o en aquellos que comercializan el producto final.

En algunos países, la producción y el procesamiento de tubérculos están bajo el control femenino (por ejemplo, la yuca en el África occidental), mientras que en otras regiones cosecharlos da prestigio a los hombres y es un

tabú para las mujeres (como, por ejemplo, algunas clases de ñame en Nigeria y una variedad de taro de los pantanos en las islas del Pacífico).

Es importante tomar en cuenta estas consideraciones en cualquier proyecto. Imaginemos, por ejemplo, que el hombre controla el cultivo de un producto mientras que la mujer se encarga de

su procesamiento. Si el hombre invierte en un proceso que le ahorre trabajo, de modo que pueda enviar a su esposa al campo en lugar de ir él, ¿quién se beneficia realmente? Si los hombres usan productivamente su tiempo libre, la comunidad se verá beneficiada, pero las mujeres no, o al menos no directamente.

cuadro 1

Valor de producción de diez principales productos alimenticios en los países en desarrollo				
producto	número de países productores	producción (en millones de t)	precio del productor (US\$ por t)	valor (US\$ billones)
arroz	97	383	170	65
trigo	69	162	148	24
maíz	119	154	119	18
papa	98	91	142	13
comote	100	137	89	12
yuca	95	127	70	9
plátano/banano	119	62	107	7
sorgo	69	44	123	5
maní/cacahuete	92	17	297	5
mijo	53	27	144	4

Fuente: Horton, Fario, 1985

cuadro 2

	área cultivada ('000)			producción ('000 t)		
	1974-6 (promedio)	1983	1984	1974-76 (promedio)	1983	1984
Mundo	12 207	13 489	14 151	107 679	123 048	129 020
África	6 438	7 191	7 482	43 400	48 593	51 002
Angola	121	130	130	1 710	1 950	1 950
Ghana	253	210	250	1 773	1 729	1 900
Mozambique	533	500	550	2 600	3 150	3 150
Nigeria	1 043	1 150	1 250	10 467	9 950	11 800
Tanzania	707	450	450	5 053	5 400	5 600
Zaire	1 687	2 086	2 150	11 734	14 600	14 800
Sudamérica	2 549	2 500	2 311	30 587	26 979	26 861
Brasil	2 047	2 023	1 817	25 453	21 569	21 275
Colombia	246	207	210	1 998	2 000	2 100
Asia	3 048	3 615	4 171	32 713	46 450	50 000
China	197	252	252	2 416	3 880	4 067
India	383	302	305	6 462	5 341	5 800
Indonesia	1 424	1 242	1 420	12 589	12 229	14 000
Tailandia	538	1 108	1 335	7 855	18 989	19 985
Países en desarrollo	12 207	13 489	14 151	107 679	123 048	129 020

(FAO, 1984)

En caso que la tierra, la mano de obra y los insumos estén bajo el control de las mujeres, las mejoras tecnológicas que permitan ahorrar trabajo tendrán más impacto directo en sus vidas y en las de sus familias. Se ha observado que, aun en el caso de que las mujeres campesinas controlen estos insumos, ellas pueden verse desplazadas por la mecanización. Por ejemplo, en algunas zonas del África occidental, la introducción de ralladores motorizados de yuca ha mejorado enormemente la productividad en el procesamiento de *gari*, convirtiéndolo en una actividad económica atractiva tanto para el hombre como para la mujer. Así, el cultivo de la yuca, que alguna vez fue un trabajo femenino, ha sido asumido por los hombres de la familia, lo que obliga a las mujeres —una vez que la producción se ha mecanizado— a buscar alternativas de ingresos. Es muy importante incluir a las mujeres procesadoras en el diseño y la ejecución de proyectos, pues ellas siempre están tratando de

potenciar sus limitados recursos. Es vital entender cómo valoran ellas estos recursos, y qué están dispuestas a hacer para potenciarlos. La experiencia demuestra que algunas tecnologías no han sido aceptadas porque no tomaron en cuenta ni las prioridades ni las necesidades tal como eran percibidas por los propios usuarios.

En consecuencia, el diseño del proyecto debe mirar más allá de los límites inmediatos del proyecto. La actividad procesadora debe verse como parte de un conjunto de sistemas: primero, un sistema de producción alimentaria de cultivo, procesamiento y comercialización; segundo, un sistema económico de producción e intercambio, y tercero, un sistema social de interacciones entre miembros de la misma familia, entre familias, entre sexos y clanes, al interior de la comunidad y entre comunidades. Sólo entonces se puede hacer una valoración razonable de la distribución de beneficios al introducir una tecnología mejorada.

capítulo 1

CONSIDERACIONES PARA EL PREPROCESAMIENTO Y EL PROCESAMIENTO

ES IMPORTANTE ENTENDER los aspectos básicos de la fisiología de cualquier cultivo para poder predecir su comportamiento postcosecha. Ello, unido al conocimiento de ciertos principios esenciales de las ciencias alimentarias y de la composición química del producto, colocará a los consultores e interesados en una mejor posición para estudiar y adaptar un determinado sistema de procesamiento.

En este libro sólo será necesario describir la composición general de los tubérculos junto con los principios básicos de las ciencias alimentarias referidos a su procesamiento. También se debatirán aspectos socioeconómicos del cultivo de tubérculos tropicales.

MATERIAS PRIMAS

Los tubérculos son plantas que desarrollan raíces, tuberosidades, tallos o bulbos amiláceos, que actúan como almacén de alimentos de la planta. Químicamente están compuestos por agua y almidón, con menores cantidades de proteína, fibra, minerales, vitaminas y, en algunos casos, componentes tóxicos.

En este libro estudiaremos diversos productos, como yuca, ñame, papa, camote y algunas aráceas, todos con un alto contenido de almidón. Se incluyen también aráceas tales como el taro y la *tannia* (conocidos genéricamente en África como cocoñames), en los que el almidón se almacena en tallos hinchados. Aunque algunas frutas ricas en almidón —como el plátano o el banano— se procesan de manera similar a los tubérculos, no se desarrollan en este libro sino en el volumen *Procesamiento de frutas y vegetales*. Después de que la planta ha terminado de crecer y el follaje se marchita, el “almacén de alimen-

to” de muchos tubérculos sobrevive en estado latente durante un tiempo, que depende tanto del tipo de cultivo como de la variedad. La yuca es la excepción, pues no tiene ningún periodo natural de latencia.

La vida de almacenado postcosecha de un tubérculo también depende del tipo de cultivo, así como, obviamente, de las condiciones de almacenado. El periodo final de almacenado postcosecha está marcado por la germinación, y en muchos casos extraer los brotes puede incrementar el tiempo de almacenado. Esto es particularmente cierto en el caso de los ñames.

Además de los componentes químicos principales, tales como el almidón, los tubérculos contienen otros importantes componentes menores. Uno de éstos es la enzima llamada *Polifenoloxidasa*, que causa el conocido efecto de oscurecimiento de las superficies recién cortadas cuando se exponen al aire. En algunos sistemas de procesamiento debe considerarse este efecto, que puede controlarse con el uso de químicos o con el blanqueado del producto en agua caliente o vapor.

Como muchos tubérculos contienen sustancias tóxicas, de las cuales la más importante es el cianuro glucosídico en la yuca y la solanina en algunas variedades de papa, se requiere de procedimientos especiales para lograr que estos productos sean seguros para el consumo humano. En la yuca, el complejo glucosídico con cianuro puede producir un cianuro de hidrógeno extremadamente tóxico a partir de la acción de enzimas naturales en la raíz. Los niveles de cianuro de hidrógeno en tubérculos frescos fluctúan entre diez y más de 450 mg/kg, según la variedad. En muchos países, los consumidores distinguen frecuentemente entre la yuca dulce (de baja toxicidad) y la yuca amarga (de alta toxicidad). Es importante anotar que, aunque muchas variedades dulces tienen menores niveles de cianuro, no hay una correlación entre el sa-

bor y la toxicidad (Cooke, 1978). Por ello debe tenerse especial cuidado cuando se introducen variedades desconocidas de yuca dulce, y asegurarse de que realmente tengan un bajo contenido de cianuro.

Si la yuca que se va a consumir contiene cianuro, el cuerpo debe desintoxicarse. Esto somete al organismo a una gran tensión y puede originar un serio problema de salud. El problema es particularmente grave en áreas con bajo consumo de yodo en la dieta (en cuyo caso se puede desarrollar el bocio) y en consumidores con bajos niveles de proteínas en su dieta. Los glucósidos tóxicos de la yuca se reducen a niveles más seguros mediante el procesamiento tradicional.

La toxicidad disminuye considerablemente al inicio del procesamiento, con el pelado. Después, al rallar los tubérculos se quiebran las células internas, que liberan la enzima que inicia la descomposición del cianuro de hidrógeno. Durante el subsiguiente periodo de fermentación ocurre una descomposición casi total del glucósido. La etapa final de fritado, asado o hervido, elimina por completo el cianuro de hidrógeno, con lo que se obtiene un producto más seguro y apto para el consumo humano.

En este libro no trataremos los problemas de toxicidad referidos a algunas variedades de papa, ya que son menos importantes y los métodos tradicionales se han desarrollado hasta obtener un producto apto para el consumo humano. Las variedades tóxicas de la papa suelen crecer en las alturas, particularmente en los Andes. Después de la cosecha, las papas se sumergen en agua, lo que elimina los componentes tóxicos. Una vez escarificadas, las papas están aptas para su procesamiento, principalmente como papa seca. Este proceso se describe con más detalle en el capítulo 2.

PRINCIPIOS DE LAS TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO

Hay algunas operaciones usadas comúnmente en el procesamiento de tubérculos. A continuación presentamos un breve resumen de ellas.

Estas descripciones no se refieren a un producto en específico, y se desarrollan más detalladamente en los capítulos referidos a procesamientos tradicionales y mejorados de tubérculos.

Pelado

Implica extraer las capas superficiales indigeribles de la raíz. Tradicionalmente se realiza a mano, a pesar de que existen peladoras químicas y mecánicas para el procesamiento a mayor escala.

Secado

Los tubérculos tienen un alto contenido de humedad. La conservación de casi todos los productos procesados de tubérculos depende de la reducción de humedad a un nivel que prevenga el crecimiento de microorganismos. El secado es un método muy simple, común y barato para extraer la humedad de los tubérculos, y extiende su periodo de almacenado. Incluimos aquí un breve resumen de los principios del secado. Las tecnologías específicas y equipos utilizados se desarrollan en los capítulos 2 y 3.

Para secar un producto se requiere transferir la humedad que contiene al aire que lo rodea. Tanto la cantidad (flujo de aire) como el contenido de humedad (humedad relativa) del aire, así como la naturaleza propia del producto, son factores que influyen en la velocidad del secado.

Es importante considerar que hay dos etapas en el proceso de secado: la eliminación de la humedad de la superficie y la eliminación de la humedad interna.

La humedad relativa del aire disminuye rápidamente a medida que la temperatura se eleva, y al mismo tiempo aumenta su capacidad de absorción de agua.

La velocidad de secado durante la primera etapa depende únicamente de la capacidad del aire que pasa sobre el producto para absorber y extraer la humedad.

La velocidad del flujo de aire es más importante que la temperatura, pero en áreas con alta humedad relativa puede ser necesario calentar el aire para disminuir su humedad a un nivel que

le permita absorber cantidades significativas de agua. En general, el aire con una humedad relativa de 75% o más no tiene la capacidad de secar el producto, excepto en la etapa inicial, cuando la raíz está muy húmeda.

El área superficial del alimento expuesto al aire también es muy importante. Cortar en rodajas o trozar el tubérculo incrementa esta superficie y, por lo tanto, reduce el tiempo de secado.

Una vez eliminada la humedad superficial, se inicia una segunda etapa de secado en la cual se elimina el agua del interior del producto. El periodo de secado en esta segunda etapa depende de la velocidad a la cual la humedad pasa a través del tejido hasta la superficie, donde se evapora al pasar el aire. Este paso del agua hacia el exterior es un proceso lento, por lo que el secado demora más que en la primera etapa. La velocidad del secado depende del contenido de humedad y de la temperatura, más que del flujo de aire.

Hervido y cocido al vapor

Los tubérculos para el consumo directo, o como un paso del procesamiento, frecuentemente se cocinan hirviéndolos o exponiéndolos al vapor. Esto no conserva el producto –que generalmente se consume casi de inmediato– salvo cuando el tiempo de procesamiento es mayor. Hervir y cocer al vapor también es importante en el procesamiento de yuca, para desintoxicarla parcialmente.

Fritado y tostado

Muchas variedades de tubérculos se preparan friéndolas en aceite caliente o tostándolas. En África se practican ampliamente diversas técnicas tradicionales para tostar tubérculos, como enterrarlos en ceniza caliente o sostenerlos frente al fuego. En el procesamiento de *gari* es importante que el tostado sea apropiado para asegurar un producto de buena calidad. Ambos procesos, freír y tostar, mejoran el sabor del tubérculo y, lo que es más importante, reducen su contenido de humedad, lo que prolonga su periodo de almacenado.

Los productos fritos y tostados pueden tener un periodo de almacenado de muchos meses cuando se envasan apropiadamente.

Rallado

El proceso de rallar en tiras finas es un paso común en el procesamiento de muchos tubérculos y facilita muchos pasos siguientes, como por ejemplo la extracción de agua, el secado y el pulpeado. Este proceso altera la textura de la materia prima. Los métodos de rallado varían desde el simple raspado de raíces sobre los troncos espinosos de algunas palmeras –como se practica en la cuenca del Amazonas en Sudamérica– hasta el uso de ralladores manuales y mecánicos.

Machacado o molido

El molido cambia la textura del tubérculo previamente preparado, dándole una consistencia más pastosa y agradable. Primero se pela la raíz y luego se suaviza hirviéndola o remojándola. En las técnicas tradicionales se emplea un almirez y un mortero.

Extracción del agua

Extraer el agua implica sacar el líquido interno del tubérculo por medio de presión. Este proceso es más común en el procesamiento de yuca y es un elemento importante en la reducción de la toxicidad. Tradicionalmente se coloca un gran peso sobre el tubérculo preparado y se deja salir el líquido. En otros métodos tradicionales también se utiliza el proceso de exprimido.

Extracción del almidón

Aunque el almidón se puede extraer de cualquier tubérculo, comúnmente se usan la papa y la yuca. Industrialmente, el almidón se extrae a partir de una combinación de molido húmedo, tamizado y sedimentado o centrifugado. El almidón también puede extraerse con métodos más simples. Por ejemplo, el líquido extraído de la yuca se recolecta en un recipiente y se deja reposar hasta que el almidón sedimente. Después de decantar la capa líquida, el almidón restante se puede colar y luego moler y secar para convertirlo en harina.

Triturado, molido y tamizado

Después de un procesamiento preliminar que incluye el cortado en rodajas o en tiras y el secado, la mayoría de los tubérculos se pueden moler para elaborar harina. De todos los tubérculos, la yuca es la que más frecuentemente se procesa de esta manera, y su harina se emplea para la elaboración de muchos platos típicos, como el *fufu*. Tradicionalmente se usan almireces y morteros para la pulverización, pero a mayor escala son más apropiados los molinos manuales o mecánicos de plato o disco. Después del triturado, la harina gruesa se tamiza y las partículas grandes se vuelven a moler.

Fermentado

La fermentación es el paso más importante en el procesamiento de la yuca y de ciertas variedades de papa con alto contenido de alcaloides. En ambos casos, la fermentación reduce el nivel de componentes tóxicos. En el caso de la yuca se practican dos métodos, que pueden llamarse métodos "seco" y "húmedo".

El método seco se usa en la producción de *gari* y consiste básicamente en fermentación en presencia de aire. La yuca rallada pasa por dos periodos de fermentación. Durante la primera fase, el almidón se descompone y se producen ácidos. Luego, a partir de la acción natural de las enzimas, se descomponen los componentes tóxicos con contenido de cianuro y se libera el cianuro de hidrógeno. Las condiciones al final de esta primera etapa permiten el crecimiento de una clase de microorganismos que producen los compuestos que dan al *gari* su sabor característico. Gran cantidad de cianuro se elimina durante la fermentación, y el restante se pierde casi por completo en la etapa final del tostado.

El método húmedo simple de fermentación se utiliza en algunas áreas de África y América Latina. La fermentación húmeda se realiza en ausencia de aire. Las raíces de yuca, enteras o peladas, se sumergen en agua por varios días hasta que se suavicen. Después el material se desmenuza, se tamiza y finalmente se exprime para extraer el agua. A pesar de estar culturalmente

aceptado en muchas áreas, este procesamiento de yuca produce un olor algo desagradable y el agua usada puede ser fuente de contaminación.

CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS

En general, los tubérculos procesados de manera tradicional son productos de poco valor comercial que normalmente no justifican tecnologías mejoradas con altos costos de inversión, salvo que se puedan reducir en gran medida las pérdidas o que se puedan elaborar productos de mayor valor. Cuando se considera el establecimiento o mejora de un sistema de procesamiento de tubérculos debe tomarse una decisión sobre la escala de producción y la tecnología que se usará. Esta decisión dependerá de:

- el estatus económico de los miembros de la comunidad
- la disponibilidad de materia prima
- los requerimientos de mano de obra
- los obstáculos laborales
- las capacidades de organización y gerencia
- la accesibilidad al mercado local y regional

Estatus económico

Es una verdad trillada que nadie puede controlar una tecnología que no posee. Sin embargo, a menudo esto se olvida en el trabajo de proyectos, y se introducen tecnologías que no pueden ser sostenidas por los beneficiarios del proyecto.

El estatus económico no consiste simplemente en el dinero que la gente debe invertir, sino también en sus posibilidades de acceso al crédito. Mucha gente puede acceder a algún tipo de crédito, pero usualmente con tasas de interés excesivas. Cualquier cálculo económico debe tomar en consideración este aspecto. No deben usarse tasas de interés comercial para calcular las tasas de retorno, a no ser que los procesadores tengan acceso real a esos créditos.

A escala comunal, los reembolsos con periodos anuales o de más de un ciclo agrario pueden resultar irreales, porque en ese caso no habrá disponibilidad de dinero para otras necesidades más inmediatas.

El reembolso a largo plazo puede ser un obstáculo difícil de superar para las familias más pobres y vulnerables.

Materia prima

El abastecimiento de materia prima es particularmente importante. Las mejoras tecnológicas que necesitan una alta inversión de capital, tales como un rallador motorizado de yuca, requieren de niveles de producción relativamente altos y estables para poder autofinanciarse en un tiempo razonable.

Los modelos locales de posesión de tierras pueden impedir el establecimiento de áreas suficientes para el cultivo de tubérculos. Por ejemplo, en algunas partes de África occidental, tradicionalmente la comunidad es propietaria de la tierra y los líderes comunales destinan parcelas de tierra a las familias a medida que las necesitan. En Sierra Leona, la falta de acceso regular a tierras fértiles para producir la yuca que el grupo de mujeres ralladoras necesita ha demostrado ser el mayor obstáculo para su expansión. En este caso ellas compiten con las demandas de su contraparte masculina, que requiere de tierras para el cultivo de productos destinados a la venta, y las necesidades femeninas reciben una prioridad inferior.

Consideraciones laborales

Cuando se elige una tecnología deben tomarse en cuenta los requerimientos de mano de obra, que pueden variar según los diferentes cultivos en los tiempos de producción precosecha y post-cosecha. Cuando se comparan las supuestas demandas laborales para tubérculos como la yuca y el ñame, la yuca requiere de muy poco trabajo y es muy fácil de cultivar, mientras que el ñame demanda un considerable esfuerzo en algunas tareas, como las de estacado y preparación del drenaje. En términos de las necesidades de produc-

ción postcosecha, el procesamiento de yuca tal vez es el más demandante de todos los tubérculos, ya que ésta debe ser desintoxicada antes de hacerse apta para el consumo humano. Mucho menor esfuerzo se requiere para el procesamiento de ñame, por ejemplo, que incluso tiene la ventaja de que puede almacenarse por varios meses antes de su procesamiento.

Obstáculos culturales

El grupo de propietarios y la necesidad de compartir los costos de inversión de modo que puedan adoptarse tecnologías que requieran de mayor inversión a veces enfrentan obstáculos culturales locales. En ocasiones, las mujeres necesitan pedir permiso a sus esposos para participar en actividades productivas fuera del ámbito doméstico. Si el hombre se siente amenazado por la participación de su esposa en un proyecto de generación de ingresos, o piensa que la fuerza de trabajo de ella puede usarse mejor para sostener sus propias actividades, entonces puede negarles el permiso.

En algunas áreas o países, las mujeres trabajan en forma cooperativa, pero sin división de tareas. La introducción de una tecnología que requiera de la cooperación grupal puede originar desconfianza sobre las finanzas mancomunadas y el temor de que haya una compensación desigual por la fuerza de trabajo.

Capacidades organizativas y gerenciales

Si una nueva tecnología requiere de organización grupal, entonces hay una serie de preguntas que deben orientar a los miembros del grupo:

- ¿Cómo se tomarán las decisiones?
- ¿Quiénes tendrán acceso a la tecnología y en qué términos?
- ¿Cómo se manejará el grupo día a día?
- ¿Quién se hará cargo del dinero?
- ¿Quién se encargará de la operación y el mantenimiento del equipo?
- ¿Cómo se controlará el uso indebido de fondos o maquinaria?

Cuando se forma un grupo, debe elegirse una gerenta que tendrá que ser capacitada. Incluso debe estar preparada para ser objeto de mucha suspicacia, por lo que debe ser escrupulosamente honesta. Es común, y a menudo poco inteligente, elegir a un líder comunal. Ella —o en algunos casos él— siempre estará tentado a abusar de su posición, ya que nadie protestará hasta que sea demasiado tarde.

Mercado potencial

Como respuesta a la demanda que se extiende a las poblaciones urbanas de los países en desarrollo, se han desarrollado productos procesados de tubérculos tales como harina de yuca, ñame instantáneo en hojuelas, alimentos para el desayuno, alimentos para los periodos de postlactancia y bocaditos fritos y tostados. Esto ha brindado a los pobladores rurales nuevas oportunidades para ganar dinero al contado con el procesamiento de sus productos. Sin embargo estos nuevos productos, a pesar de tener gran potencial para

agregar valor a los tubérculos y generar ingresos a los productores, a menudo tienen mercados muy limitados. Cualquier introducción de un nuevo producto al mercado debe estar acompañada de una investigación de mercado y de una encuesta a los consumidores.

A la mano de estos cambios en las preferencias del consumidor de clase media, esta demanda creciente ocasiona un incremento de peligros para la salud. Por ejemplo, en Nigeria, la creciente demanda de *gari*, un producto derivado de la yuca fermentada, ha dado como resultado un procesamiento menos cuidadoso. El periodo de fermentación en ciertas zonas es de dos o tres días, tiempo que resulta insuficiente para descomponer los elementos tóxicos que contiene la yuca. Sin embargo, algunos procesadores comerciales reducen este tiempo de fermentación a un día y añaden jugo de limón al producto para producir el sabor ácido deseado, en lugar de esperar a que la yuca adquiriera el sabor fermentado natural en el proceso de desintoxicación.

capítulo 2 EQUIPOS Y TÉCNICAS TRADICIONALES DE PROCESAMIENTO

EL PROCESAMIENTO TRADICIONAL de tubérculos se ha desarrollado hasta adaptarse a las características locales. Hay una amplia gama de técnicas de procesamiento, equipos y productos desarrollados, no sólo de país a país, sino incluso dentro de un mismo país. Es imposible describir todas las variaciones existentes, así que en este capítulo veremos sistemas típicos de procesamiento usados en África, Asia y América Latina. Luego de describir algunos equipos tradicionales, presentamos una relación de métodos tradicionales de procesamiento que cubren los productos más comunes de las tres regiones. Los productos descritos están ordenados según el tipo de cultivo. Como hasta ahora hemos puesto énfasis en el procesamiento de yuca, los siguientes capítulos empezarán a ver otros tubérculos importantes.

Antes de recomendar métodos para mejorar los sistemas tradicionales de procesamiento, es esencial entender perfectamente cómo y por qué se han desarrollado, y cómo encajan en las condiciones sociales locales y los principios relevantes de las ciencias alimentarias mencionados anteriormente. Un entendimiento básico de las prácticas tradicionales no es suficiente.

EQUIPOS TRADICIONALES

Los equipos que se describen a continuación son muy baratos, sencillos, y están disponibles localmente. Estos importantes factores determinan la adaptabilidad del equipo a los procesadores locales. Muchos de estos equipos han sido diseñados para el procesamiento de yuca, que resulta muy laborioso debido a la necesidad de lograr un producto apto para el consumo.

Peladoras

La forma tradicional de pelar tubérculos es utilizando cuchillos de bambú, piedra o metal.

Ralladores

Algunos ejemplos de la amplia variedad de ralladores tradicionales, utilizados particularmente para la yuca en Sudamérica, incluyen piedras ásperas, troncos espinosos de palmeras y conchas. En el Caribe se usa una piedra o pedazo de madera cubierto con piel de tiburón, o piedras filudas incrustadas en un tejido a modo de canasta. En Venezuela, el Amazonas y Brasil se emplean ralladores elaborados con piezas planas de madera en las que se incrustan espinas, huesos de pescado o dientes filudos.

En Ghana, Nigeria y Sierra Leona, los ralladores se hacen con láminas de aluminio o fierro que se agujerean con clavos por un lado, de manera que producen una superficie áspera en el otro.

Prensas

La prensa *tipiti* se usa en América Latina, particularmente en Brasil, para extraer el agua de la yuca. Ésta es una compleja prensa hecha de una canasta cilíndrica tejida en diagonal de modo tal que al estirla se exprime su contenido. Se cuelga de un gancho o de un árbol, y de la parte inferior se cuelga una piedra o se inserta una polea que ejerce presión cuando se jala. De modo más simple, se enrollan tiras de corteza en espiral alrededor de la yuca, y ésta se exprime para extraer su contenido líquido.

Estos elementos no se encuentran en África, donde se utilizan costales llenos de pulpa de yuca que se presan con piedras pesadas.

Tamices

Se usan canastas tejidas o pedazos de tela colgados que contienen el mosto, para permitir que el líquido drene o se separe el exceso de material fibroso.

Equipo para machacar/triturar

En América del Sur y África se usan almireces y morteros de madera dura para moler los tubérculos frescos sin procesar e, incluso, para producir harina. Algunos de estos morteros son tan grandes que se requiere de ocho mujeres moliendo al mismo tiempo.

Tostadoras

Se emplea una gran variedad de sistemas para tostar al fuego productos hechos de tubérculos. Algunos ejemplos incluyen sartenes, toneles de metal cortados por la mitad y, en Nigeria, potes de cerámica especialmente construidos. La materia se remueve continuamente con una cuchara de palo a medida que se cocina.

PROCESAMIENTO TRADICIONAL

Papa

A diferencia de otros tubérculos estudiados en este libro, las papas crecen mejor a temperaturas por debajo de los 20 °C. La producción de los países en desarrollo se concentra en las zonas de altura, donde la temperatura del terreno es lo suficientemente fría. Las papas y sus productos procesados constituyen uno de los alimentos principales en las alturas, tales como las áreas andinas de Perú y Bolivia.

Generalmente, la papa se consume fresca, lo que quiere decir que se cocina el tubérculo fresco. Sin embargo, este cultivo es estacional y, para disponer de él fuera de estación, es necesario almacenarlo fresco o procesarlo para convertirlo

en un producto estable. En las áreas andinas de Perú y Bolivia se han desarrollado durante siglos algunos productos deshidratados, tales como la papa seca y el chuño, cuyo periodo de almacenamiento puede ser de varios años.

Las papas son más difíciles de cultivar que la yuca, porque se requiere de semillas para plantarlas en la siguiente estación de siembra. Por tanto, las semillas de papa deben almacenarse cuidadosamente y son, incluso, más perecibles que las estacas o tallos que se usan en el cultivo de yuca.

Las papas pueden contener complejos alcaloides tóxicos, como la solanina. La cantidad de solanina depende de la variedad de papa. Los niveles son más elevados en las papas inmaduras, y particularmente altos en las partes de crecimiento activo de la planta, como los brotes. Las papas amargas, con alto nivel de solanina, crecen en las áreas altas de los Andes y su consumo es más seguro cuando se procesan en productos como el chuño, el *tokosh* y la tunta.

En resumen, los mayores obstáculos que enfrenta la producción y comercialización de papa en países en desarrollo son su producción irregular, su estacionalidad, la disponibilidad de semillas para plantar y la perecibilidad de los tubérculos frescos en temperaturas tropicales normales.

Más adelante veremos algunas formas tradicionales de procesar la papa en áreas andinas de Perú y Bolivia.

Ñame

El ñame es un alimento muy consumido en África occidental, el Caribe y parte de Asia sudoccidental y el Pacífico. En África occidental el área de producción de ñame abarca principalmente la Costa de Marfil, Ghana, Togo, Benin y Nigeria. Ésta última es la zona de mayor producción a escala mundial.

Tradicionalmente, el ñame juega un importante rol cultural. En la "zona del ñame" está prohibido comer los primeros ñames de la nueva cosecha hasta la celebración del "festival del nuevo ñame". Incluso hay ciertas diferencias de género asociadas con el manejo de la cosecha. General-

mente, en África occidental y Melanesia los hombres controlan el crecimiento, el cultivo y el almacenado. Algunas mujeres, especialmente las viudas, pueden cultivar y almacenar ñames. Esto es una ventaja para las mujeres en las comunidades del África occidental, donde se considera un prestigio tener un almacén de ñame bien construido. En Melanesia, el tabú de género es más fuerte y las mujeres están excluidas de todas las etapas de cultivo de una especie particular de ñame (*Dioscorea alata*), aunque se les permite cultivar otras. El cultivo de esta especie puede haber sido asignado a los hombres y obtener importancia ritual debido a la gran inversión financiera y laboral requerida para su labranza. Otra creencia cultural común en África es que las especies de tuberosidad más pequeña producen un *fufu* de menor calidad y, por tanto, se consideran inferiores. El ñame es un producto más difícil y costoso de cultivar que la yuca. Los insumos de trabajo y los costos materiales son mayores, no sólo porque requiere de más trabajo de labranza sino también porque necesita más tierra fértil. Es un producto estacional y se requiere de tubérculos vivos como material de plantación para la siguiente estación. Debido a la naturaleza perecible del material de plantación, los campesinos no tienen asegurada la cosecha de la siguiente estación. Esto significa que el productor necesita un almacén muy bien manejado y, en muchas ocasiones, debe comprar material de plantación en otros lugares.

Algunas variedades de ñame se pueden almacenar hasta por seis meses. En la mayoría de las regiones donde se cultiva el ñame se han desarrollado sistemas tradicionales de almacenado eficientes. Éstos pueden consistir en dejar los tubérculos en el terreno o en apilarlos apenas se cosechan debajo de rocas, en los pisos de la casa, dentro de cabañas, bajo las casas construidas en altura o debajo de terreno y humus. Bajo estas condiciones la velocidad de deterioro se reduce mediante un proceso de curado que se describe al final de este capítulo. En algunas partes de África occidental se construyen estructuras especiales para el almacenado. Estos almacenes consisten en un marco vertical de madera con piezas transversales de bambú o costillas de las

hojas de palmera. Los tubérculos se amarran individualmente con rafia a la estructura.

Los ñames generalmente se cocinan de manera simple: hirviéndolos, horneándolos, asándolos, caldeándolos o friéndolos.

En toda la zona de ñame del África oriental el *fufu* es el producto procesado de ñame más popular.

Algunas variedades resultan más adecuadas para la producción de *fufu*, ya que forman una masa más firme. Los ñames de las islas del Pacífico se envuelven en hojas verdes con otros ingredientes, tales como crema de coco y pollo o pescado, y luego se asan en hornos.

A pesar de que existen como seiscientas especies diferentes de ñame, sólo diez son comestibles y muchas contienen alcaloides tóxicos. Algunas variedades tóxicas se procesan en Filipinas, donde tradicionalmente se usan algunas de las siguientes técnicas:

- Rodajas delgadas del tubérculo pelado se ponen en una canasta y se sumergen en el mar o en una solución de sal durante dos a tres horas.
- Las rodajas se sacan y se exprimen bajo peso por algunas horas.
- El producto se coloca nuevamente en la canasta y se deja en agua por 36 a 48 horas, escurriéndolo ocasionalmente.

Aroideas comestibles

Las aroideas son fisiológicamente similares a los tubérculos; sin embargo, no tienen raíces comestibles sino tallos hinchados amiláceos. Son cultivadas, procesadas y consumidas como un alimento importante de la dieta, de un modo similar a los tubérculos. Muchas aroideas contienen cristales irritantes de ácido oxálico, por lo que se han desarrollado métodos especiales de cocina para hacerlas seguras y agradables al paladar. Dentro del grupo de aroideas comestibles, las especies del taro y la *tannia* son los principales productos alimenticios usados para el consumo humano directo. La *tannia*, el taro y especies similares se conocen genéricamente como coco-ñames.

El cultivo y procesamiento de cocoñame para su consumo directo es una actividad de subsistencia. Esta producción también requiere de más trabajo en insumos materiales, en comparación con la yuca.

Los métodos tradicionales de procesamiento se limitan al hervido, machacado, secado y fermentación. La producción comercial incluye productos tales como alimentos para postlactancia, hojuelas, alimentos para el desayuno y productos enlatados y congelados. Las actividades que requieren de cultivo a mayor escala se concentran en Hawaii, las Filipinas y las islas del Caribe y Egipto. A pesar de que el taro y la *tannia* se parecen, éstos se han desarrollado en hemisferios diferentes. Ambos productos son comunes en África oriental, mientras que en Oceanía se prefiere el taro. El taro requiere de un procesamiento más cuidadoso que el de la *tannia* para eliminar la mayor cantidad del ácido oxálico presente.

En África oriental, la *tannia* se hierve y se muele con otros tubérculos para preparar *fufu* o para comerse hervida, frita o asada. En Hawaii y el sur de China, el taro se fermenta para hacer una pasta morado-grisácea conocida como *poi*.

Camote

El camote, oriundo de Latinoamérica, se cultiva ampliamente en todas las regiones tropicales y subtropicales, particularmente en el Pacífico, el Caribe, Asia oriental y Nueva Zelandia. Generalmente no es un alimento principal en la dieta, tal como la yuca, el maíz y el arroz, que se consumen con casi todos los alimentos. Las investigaciones que se han realizado sobre el camote están relacionadas principalmente con el procesamiento de productos en el mundo desarrollado. En Estados Unidos se enlata, congela, deshidrata o usa en relleno para pasteles o como alimento para bebés. Los camotes son fáciles de cultivar y ampliamente aceptados por el consumidor. Sin embargo, tienen un corto periodo de almacenamiento: generalmente menos de cuatro semanas en los trópicos. Su delgada piel se daña fácilmente durante la manipulación en la cose-

cha y la postcosecha, lo que origina una producción altamente perecible. Por tanto, por lo general se consumen recién cosechados. Los procesos de curado, secado y fermentado son métodos tradicionales de preservación. Más adelante describimos algunos de ellos.

Yuca

La mayor parte de la producción mundial de yuca se procesa para el consumo humano directo en África y Sudamérica. En Asia, Tailandia produce yuca con propósitos industriales y para la exportación. Estas aplicaciones incluyen alimento animal, alcohol, almidón y productos alimenticios como tapioca y mezclas instantáneas.

El procesamiento de yuca no sólo es importante para conservar el producto que, como ya se dijo anteriormente, debe usarse rápidamente después de cosecharse, sino también para reducir sus componentes tóxicos. El tema de la toxicidad de la yuca se ha tratado en el capítulo 1.

PRODUCTOS PROCESADOS TRADICIONALMENTE

Los productos que presentamos a continuación constituyen una pequeña muestra de la cantidad existente de productos procesados tradicionalmente en diversos países del mundo. En algunos casos hay numerosas variaciones locales y métodos de preparación para cada uno. Tal es el caso del *fufu*, que es una variedad de comida de masa viscosa y se aplica a cualquier producto derivado de materias amiláceas, como la yuca, el ñame, el cocoñame o el plátano, ya sean procesados individualmente o combinados. A veces también se emplea este término para describir masas hechas de almidón de yuca, harina de yuca o yuca rallada.

En la lista de lecturas recomendadas se incluye una excelente investigación al respecto (Lancaster *et al.*, 1982).

Chuño

Región	Sudamérica.
País	Perú.
Materia prima	Usualmente, variedades de papa amarga.
Equipo	Paja, rocas, costales o baldes.
Procesamiento	El procesamiento requiere de condiciones climáticas particulares, con temperaturas muy bajas (-10 a -20 °C), altas temperaturas diurnas (20 a 25 °C) y baja humedad relativa. Existen muchas variaciones en la técnica, pero el que presentamos es el método típico.
Preparación	Se dejan en camas de paja durante un día.
Congelado	Las papas se congelan en la noche.
Descongelado	Al día siguiente se dejan deshelar. Pueden cubrirse con paja para prevenir el oscurecimiento. Este proceso de congelamiento y deshielo se repite varias veces y causa la ruptura de las células.
Pisado	Las papas se pisan hasta exprimir el líquido de las células quebradas y extraer la piel.
Remojo	Se colocan en agua durante varios días.
Secado	Se dejan secar al sol por veintisiete a treinta días (máximo 10% de humedad).
Producto	El chuño se consume remojándolo en agua o cocinándolo en sopas, o con carne, queso, etcétera.
Ventajas	Tiene un largo periodo de almacenado (hasta cuatro años). El procesamiento tiene la gran ventaja de no requerir combustible, un producto muy escaso en estas zonas de altura.
Desventajas	El producto depende de las condiciones climáticas (helado, agua corriente fría y sol). Hay una pérdida considerable de nutrientes, particularmente de proteínas y vitamina C.

Papa seca

Región	Sudamérica.
País	Alturas andinas de Perú y Bolivia.
Materia prima	Papas.
Equipo	Olla para cocinar y láminas de aluminio o costales.
Procesamiento	Básicamente cocido parcial, seguido de secado solar.
Preparación	Se hierven y se pelan a mano; luego se cortan en rodajas o trozos.
Secado	Se secan al sol sobre láminas de aluminio o costales.
Producto	El producto se usa en muchos platos tradicionales.
Ventajas	Es un método muy útil de utilización de papas pequeñas de segundo grado. Tiene más aceptación en el mercado y es más valorizado que el chuño.
Desventajas	Se requiere de combustible para el hervido.

Almidón de papa

Región	Sudamérica.
País	Perú.
Equipo	Molino, jarras grandes y tela de algodón.
Procesamiento	Pulpeado, lavado y secado solar.
Preparación	Las papas se pelan.
Pulpeado	Las papas se depositan en un charco, con lo cual se quiebran las paredes de las células y se libera el almidón. La leche resultante contiene principalmente almidón, con pequeñas cantidades de piel y partículas fibrosas. Si luego éstas no se extraen con el lavado y el tamizado, resultará un almidón oscuro de menor precio en el mercado.
Sedimentado	La pulpa se diluye con agua y se deja sedimentar en grandes recipientes. El almidón empieza a asentarse en el fondo. Después de que se ha extraído el líquido que está sobre el almidón, éste se vuelve a trabajar con agua y nuevamente se deja sedimentar. Este proceso de lavado se repite muchas veces, hasta que resulta un producto limpio y blanco.
Ecurrido	El almidón se escurre exprimiéndolo envuelto en una tela de algodón.
Secado	Se deja secar al sol.

Nota: Ahora se practica muy poco la técnica tradicional de procesamiento de almidón a escala doméstica: ésta ha sido reemplazada principalmente por el almidón de maíz y el almidón de papa importados de Estados Unidos.

Fufu

Región	África occidental.
Materia prima	Ñame, yuca, cocoñame, plátano, o derivados de éstos.
Equipo	Almirez y mortero, tamiz y bolsas de algodón o rafia.
Procesamiento	Materia prima molida o machacada para hacer una pasta pesada.
Preparación	Pelado y trozado.
Cocido	Hervido o cocinado al vapor hasta que se suavice.
Molido	En un almirez y un mortero con un poco de agua hasta que se forme una masa pegajosa, que es apta para el consumo.
Producto	Masa pesada.

Nota: la preparación de fufu a partir de la yuca amarga es diferente. Las raíces sin pelar se ponen en corrientes de agua o en grandes potes de barro durante tres o cuatro días para el remojado y el fermentado. Las raíces se ablandan y pelan, lo que hace posible la extracción de las fibras centrales; luego el producto se muele o tritura en un mortero hasta obtener un mosto suave y parejo.

Harina de ñame

Región	África occidental.
País	Costa de Marfil, Ghana, Togo, Benin y Nigeria.
Equipo	Almirez y mortero, tamiz y cuchillo.
Preparación	Se pela y se corta en rodajas de un centímetro, y se sancocha en agua.
Secado	Después de enfriarlo, se seca al sol hasta que se endurezca. Este producto se conoce en Nigeria como <i>elubo</i> .
Molido	Se muele con un almirez y un mortero con un poco de agua hasta que se forme una masa de harina gruesa. También se pueden usar molinos.
Tamizado	Con el tamizado se produce una harina más fina. El triturado y el tamizado se repiten hasta que el producto quede bien.
Ventajas	Se pueden aprovechar los tubérculos dañados para preparar harina, de esta manera se reducen las pérdidas de cultivo y de almacenado. Pueden almacenarse por varios meses, siempre que el contenido de humedad sea suficientemente bajo y el producto esté protegido del ataque de insectos y roedores. Las rodajas secas también pueden almacenarse y convertirse en harina cuando sea requerido. Esto tiene la ventaja de dar más estabilidad a la absorción de humedad. Un producto estable permite la reducción en costos de comercialización y transporte.
Desventajas	Algunas variedades de ñame se vuelven negras o marrones y pueden ponerse muy duras cuando se secan. Esto origina resistencia en los consumidores. El <i>elubo</i> es muy difícil de triturar con un molino convencional y causa desgaste en las máquinas.

Nota: La harina puede rehidratarse cada vez que sea necesario para formar una masa, pero se considera un sustituto inferior del fufu.

Poi

Región	El Pacífico.
País	Hawái.
Materia prima	Taro.
Equipo	Cuchillo, rallador y tamiz.
Procesamiento	Cocinado y rallado.
Preparación	Después de cocinar, el taro se pela, se lava y se ralla.
Fermentación	La masa líquida que resulta se guarda a temperatura ambiente por varios días hasta que fermenta, tiempo durante el cual se produce el ácido láctico.
Producto	Cuando la fermentación ha producido el sabor deseado, el <i>poi</i> está listo para consumirse.

Rodajas de camote

Región	África oriental, Asia (India).
Procesamiento	Rodajado y secado.
Preparación	El tubérculo se pela y se corta en rodajas.
Secado	Las rodajas se secan al sol y luego pueden almacenarse. Cuando se va a consumir el producto, las rodajas secas se lavan y se hierven o se muelen para preparar platos locales.

Hojuelas de camote

Región	Sudeste del Asia.
País	Filipinas.
Proceso	Secado y molido.
Preparación	Los tubérculos se pelan y se cortan en hojuelas.
Secado	Se ponen a secar al sol y luego se almacenan. Para el consumo, las hojuelas secas se muelen para harina y se hacen puré, mezclándolas con agua y azúcar, o se amasan en bolas, se envuelven en hojas de cañas de azúcar y se hierven.

Harina de camote

Región	América del Sur.
País	Perú.
Proceso	Secado y molido.
Preparación	Los tubérculos se pelan y se cortan en rodajas.
Secado	Se ponen a secar al sol. Las rodajas secas se muelen y tamizan para producir harina.

Camote fermentado poi

Región	Asia.
Proceso	Los tubérculos se hornean o cocinan al vapor.
Preparación	Después de cocidos, los tubérculos se pelan y se muelen con un almirez de piedra en un recipiente largo y chato de madera o piedra.
Fermentado	La masa pegajosa se mezcla con agua y se deja en una calabaza para que fermente por varios días (dependiendo de las preferencias locales).

Futali

Región	África.
País	Malawi.
Materia prima	Camote.
Proceso	Hervido o asado y molido.
Preparación	Molido con maní hasta formar una pasta.

Gari

Región	África.
País	Nigeria, Ghana.
Materia prima	Yuca.
Equipo	Rallador, sartén para asar, tamiz, bolsa de yute o fibra.
Proceso	Fermentación y asado.
Preparación	Las raíces se lavan, se pelan y se rallan. Luego se ponen en una gran bolsa de tela y se dejan al sol a fermentar por tres días. Se colocan pesos sobre la parte superior de la bolsa para presionar hacia afuera el líquido, que se deja drenar.
Tamizado	Cuando se encuentra suficientemente seco (cerca del 50% del contenido de agua) la pulpa se saca del costal y se tamiza para extraer el material fibroso.
Asado	Sobre una sartén caliente se esparcen pequeñas cantidades del material hasta que esté cocido. A veces se añade aceite de palma para prevenir que se queme y se amarillee.
Enfriado	Se esparce fuera para que se seque y se enfríe.
Producto	Se obtiene un polvo granulado, liviano y rizado de color blanco cremoso. Su periodo de almacenado es de algunas semanas a meses, y hasta más de un año, dependiendo del envasado y del contenido de humedad. Para un almacenado más seguro, los niveles de humedad deben ser inferiores al 12%. También se conoce como "harina de mandioca" en Brasil, aunque este producto es diferente debido a que los tiempos de fermentación y prensado son más cortos. Este producto tiene un sabor diferente.
Ventajas	Se consume de distintas formas y, por tanto, es atractivo para los mercados urbanos. Cuando se envasa apropiadamente tiene un buen periodo de almacenado.
Desventajas	Los procesos de rallado y pelado toman mucho tiempo; los cortes en las manos son frecuentes con ralladores manuales.

Landang o arroz de yuca

Región	Asia.
País	Filipinas.
Materia prima	Yuca.
Equipo	Rallador, costales de yute, conasta cernidora, tamiz, estera.
Procesamiento	Los dos métodos siguientes se usan comúnmente para preparar este plato tradicional de Filipinas.

Método 1

Preparación	Las yucas frescas recién cosechadas se pelan, se rallan y se colocan en costales de yute.
Extracción de agua	Los costales se prensan entre dos bloques de madera para exprimir todo el jugo.
Granulado	La pulpa se pone en canastas cernidoras y se hace girar con rapidez hasta que se forman granos (el tamaño depende de la velocidad del movimiento y del contenido de humedad).
Tamizado	Los granos de tamaños similares se separan mediante el cernido, y los que son muy grandes para pasar por el tamiz se quiebran, se vuelven a introducir y se hacen girar nuevamente.
Cocido al vapor	Los granos se cuecen al vapor en una criba colocada sobre una cuba de agua hirviendo.
Secado	Después de separarse a mano mientras están húmedos, los granos finalmente se secan al sol sobre esteras.

Método 2

Preparación	Las yucas peladas se sumergen en agua, en recipientes de cerámica o de madera (debe evitarse el contacto con el metal) hasta que se empiecen a suavizar (de cinco a siete días). El contenido se macera y las fibras se extraen a mano. La masa se seca al aire, antes de preparar los granos. En ambos métodos los granos se secan totalmente al sol durante tres a cinco días antes de almacenarse. El producto puede comerse con <i>mahor</i> cocinado, o puede sumergirse, mezclarse con leche de coco, hervirse nuevamente y consumirse.
Ventajas	Si se coloca en un lugar fresco y seco, el tiempo de almacenado es de tres a seis meses. Se considera ideal para los pescadores, ya que es fácil de almacenar y puede comerse crudo.

Gaplek (rodajas de yuca)

Región	Asia sudoriental.
País	Indonesia.
Equipo	Esteras de yute.
Procesamiento	Secado.
Preparación	Pelado y cortado en rodajas.
Secado	Se esporcen en esteras tejidas o se cuelgan sobre vallos para que se sequen al sol. El tiempo de secado varía según la cantidad de sol, pero normalmente es de dos a tres días. A veces las rodajas se cuecen al vapor antes de secarse, lo que prolonga el periodo de almacenado.
Producto	Las rodajas de yuca se procesan cada vez que sea necesario para el consumo, hervido, frito en aceite o molido para harina.

Noia: La preparación de yuca en rodajas secas, seguida por un procesamiento para convertirla en harina, se practica ampliamente en Asia. En Tailandia e Indonesia, la producción de rodajas de yuca tiene fines comerciales y es un producto primario de exportación. En India, las rodajas se sancochan antes de secarse. En este caso, el periodo de almacenado puede ser hasta de un año, comparado con los tres a seis meses sin sancocharse. En Ghana, las raíces más pequeñas, que podrían descartarse en otros casos, se pelan y se dejan secar al sol aproximadamente durante diez días. Este producto se conoce como kokonte.

Cassareep (Caribe) o tucupy (Brasil)

Región	Sudamérica, Caribe.
Equipo	Rallador, prensa o <i>tipiti</i> .
Procesamiento	Extracción y concentración.
Preparación	Las yucas se pelan y se rallan frescas.
Extracción de agua	El producto se prensa hasta obtener un jugo que se recolecta.
Evaporación	El líquido obtenido se hierve y se concentra por evaporación hasta que toma una consistencia viscosa y un color oscuro. El calentamiento prolongado destruye las toxinas presentes en el jugo.
Producto	Una salsa espesa parecida al jarabe.
Ventajas	Largo periodo de almacenado.

Noia: A lo largo de las áreas costeras del Caribe, el cassareep es la base del plato tradicional pepper pot, en el que todo tipo de sobras de carnes, pescado y verduras de los alimentos se cocinan. Se dice que el cassareep es un preservante de la carne y los pepper pots pueden conservarse por muchos años, añadiendo los ingredientes necesarios e hiviéndolos diariamente. Se considera que las variedades amargas de la yuca dan mejor calidad al cassareep.

Cassabe o pan de yuca

Éste es un ejemplo de los tantos tipos de pan de yuca producidos tradicionalmente en muchos países.

Región	Sudamérica.
País	Venezuela.
Equipo	Prensa o <i>tipiti</i> , tamiz, platos de hierro, parrillas, bandejas.
Procesamiento	Rallado, secado y homeado.
Preparación	Se usan dos métodos, dependiendo de si las yucas han sido sometidas a la etapa de fermentación o si solamente han sido peladas y ralladas.
Extracción de agua	El jugo se extrae de la masa usando un <i>tipiti</i> . La torta prensada que resulta se deja durante varias horas o toda la noche, hasta que se solidifica.
Tamizado	La torta se rompe y se frota o se cierra en un tamiz grueso para separar las fibras extrañas.
Secado	La masa se prensa hasta que tenga un centímetro de grosor, en bandejas anchas de fibra de palmera tejida. Luego, se deja al sol hasta que esté completamente seca y dura.
Horneado	La pasta prensada se hornea al sol o al fuego. Otro método consiste en esparcir la pulpa cernida en capas delgadas y cocinarlas sobre una parrilla caliente, volteándolas para que se cuezan por los dos lados hasta producir una pasta dura. Luego, se seca al sol sobre los techos de las casas hasta que se ponen duros. La pasta producida puede tener hasta un metro de diámetro; los pedazos se parten y se sumergen en sustancias y caldos.
Ventajas	La pasta dura se mantiene en buen estado para un almacenado sencillo de varios meses. Por ello resulta un alimento conveniente para llevar a viajes largos.
Desventajas	El proceso es laborioso y puede tomar más de dos o tres días.

Nota: El pan de yuca o cassabe es un alimento principal en la dieta de los indios amazónicos. Se prefiere la yuca amarga debido a su contenido más elevado de almidón, lo que hace que el producto sea menos quebradizo y más fácil de almacenar.

Bebida fermentada de yuca

Región	Grandes extensiones, incluyendo África central y oriental y Latinoamérica.
Equipo	Jarras de cerámica.
Procesamiento	Hay dos métodos para preparar <i>kasiri</i> , que es un ejemplo de bebida alcohólica fermentada preparada con yuca.

Método 1

Preparación	La yuca fresca se deja por una semana bajo una corriente de agua hasta que se desintoxica por fermentación.
Fermentación	La yuca fermentada se saca de la corriente, se pone en una jarra y se le añade agua. Se deja descansar por otros tres días, después de lo cual se calienta la masa. En algunos casos se añade levadura antes de que continúe la fermentación.

Método 2

Este proceso se usa ampliamente en América Central y del Sur y en las Antillas y las Bahamas. La masa de yuca se mastica, se mezcla con agua y se fermenta durante dos o tres días. Las enzimas naturales de la saliva aceleran la fermentación, convirtiendo el almidón en azúcar. En algunas zonas, las costumbres tradicionales obligan a que sólo las niñas pequeñas mastiquen la yuca, en cambio en otras ello está permitido únicamente a los ancianos. Sin masticación, la fermentación toma de cuatro a cinco días. Esta bebida tiene importancia ritual en algunas tribus del bosque tropical brasileño.

Almidón de yuca

Región	Pacífico Sur.
País	Tonga y Samoa occidental.
Equipo	Cuchillo, colador, rollador, cernidor, esteras.
Procesamiento	Extracción, secado.
Preparación	Se lavan las raíces frescas, se pelan y se rallan.
Extracción	La yuca rallada se lava con agua, se cuele con una bolsa de tela y se exprime a mano para extraer la leche amilácea. Luego, ésta se vierte en un colador o palanganana. Este proceso se repite hasta que el líquido exprimido se oscurece.
Decantado	Luego de dejar reposar por varios horas el almidón se asienta en el fondo.
Lavado	El almidón se lava y se repite el procedimiento hasta que el líquido sale claro.
Secado	El almidón blanco que queda al fondo del recipiente se saca y se esparce sobre esteras y se deja secar al sol.
Producto	Cuando está casi seco se prensa en bolas o se seca completamente y se pulveriza.

Nota: Tradicionalmente, el almidón se hacía de Maranta arundinacea o de palma de sagu. Como la yuca es más barata, estos almidones se han comenzado a reemplazar. La forma más común de prepararlo es añadirlo a pudines o mezclarlo con frutas. El almidón de yuca puede almacenarse todo el tiempo que sea necesario. En el Caribe, las islas del Pacífico y Jamaica se hornea en queques. El almidón de yuca puede procesarse en tapioca: un almidón húmedo que se calienta en una sartén y se mueve continuamente hasta que los granos arden y se gelatinizan en glóbulos. En África occidental, el almidón se procesa, se seca, se rehidrata y se consume como papilla o sopas.

MÉTODOS TRADICIONALES DE CURADO

El propósito del curado es incrementar el tiempo de vida del tubérculo. Mientras dura el proceso, las condiciones de temperatura elevada y humedad propician el crecimiento de capas externas en la piel. Entonces, las grietas existentes se sellan, lo que previene la entrada de microorganismos y, por lo tanto, ayuda a inhibir el deterioro. Los tubérculos que suelen curarse son la yuca, el camote y, principalmente, el ñame. En Papua Nueva Guinea los tubérculos se apilan en

plataformas en un área oscura de la casa donde el calor y la humedad de la cocina permiten el curado. Por otro lado, los maoris de Nueva Zelanda practican el almacenado en hoyos como un método para procesar camotes. En este caso, los hoyos para el almacenado bajo tierra se cavan en la ladera de una colina y el piso se cubre con una capa de arena y grava blanda. Las semillas se almacenan en la parte posterior del hoyo, y luego los tubérculos que van a consumirse se ubican en la parte delantera, separados por hojas de helecho. El hoyo de almacenado se sella para permitir que se almacene calor y humedad dentro de él, de modo que se produzca el curado debido a la respiración natural de los tubérculos.

capítulo 3

PRODUCTOS Y EQUIPOS MEJORADOS DE PROCESAMIENTO

MUCHOS DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES de procesamiento señalados en el capítulo anterior han sido mejorados y, en muchos casos, mecanizados.

Cuando se considera la posibilidad de actualizar los métodos tradicionales o de introducir tecnologías mejoradas, es importante asegurarse de que:

- las necesidades estén correctamente identificadas.
- se disponga de la experiencia necesaria, tanto técnica como socioeconómica y de comercialización.

La introducción de tecnologías mejoradas para tubérculos ha tenido diversos niveles de éxito. Las peladoras mecánicas, por ejemplo, han significado un gasto más alto que las peladoras manuales y, en general, su eficiencia no ha sido comprobada en unidades de procesamiento a pequeña escala, en cambio los ralladores han tenido mayor aceptación, pues han facilitado una tarea que anteriormente resultaba muy laboriosa.

Pueden encontrarse disponibles paquetes completos de equipos para el procesamiento de tubérculos a varias escalas. También existen pequeños paquetes para llevar a cabo, por ejemplo, todas las etapas del procesamiento de *gari* y de productos secundarios de la yuca, como rodajas, mezclas instantáneas y alimento para desayuno. Algunos de estos productos no forman parte de los procesamientos tradicionales locales y son demasiado caros para la mayoría de la población, por tanto tienen un mercado rural muy pequeño o inexistente.

La mayoría de comunidades rurales pequeñas no tiene las facilidades necesarias para reunir la alta inversión de capital que se requiere; una fuerza formal y regular de trabajo; acceso ni abastecimiento regular de materiales de producción, ni habilidades de administración para operar plantas a gran escala. Por esta razón los paquetes disponibles no serán analizados en este libro. Pare-

ce haber pocos –si hubiera alguno– paquetes completos de equipos de procesamiento de algún tubérculo particular para la industria a pequeña escala o doméstica.

Este capítulo describe las tecnologías mejoradas para el procesamiento, que incluyen el lavado y pelado; el rallado y raspado; el machacado; el prensado y extracción de agua; el tamizado; el asado; el secado, el molido y triturado; el trozado y el rodajado.

Debido a que no se sabe qué piezas utilizadas en estos procesos aún son prototipos, cuáles ya han sido probadas en el campo ni cuáles están usando actualmente las campesinas en las comunidades, al final de este libro ofrecemos una lista con los nombres y direcciones de los proveedores de equipos e instituciones pertinentes como un primer punto de contacto. Es necesario que antes de pensar en adquirir cualquier equipo se consulte con las instituciones apropiadas, especialmente con aquellas que tienen experiencia en la introducción de equipos.

La introducción de cualquier tecnología o proceso mejorado puede beneficiar a una comunidad tanto económica como socialmente. Incrementar la eficiencia de un proceso haciéndolo más efectivo en sus costos con el propósito de elevar los ingresos también dará como resultado un cambio social que deberá ser aceptable para las personas implicadas. Por tanto, tanto los factores sociales como los económicos deben ser considerados.

Factores económicos

- talleres locales que puedan producir o mantener el sistema mejorado.
 - requerimientos y disponibilidad de mano de obra.
 - abastecimiento de materia prima.
 - niveles de producción deseados.
-

- costos del producto y de la producción. El producto puede tener que competir económicamente con productos tradicionales hechos con trabajo familiar, sin costo o a bajo costo.
- mercados potenciales de consumo.
- acceso al crédito a tasas de interés local.

Factores sociales

- las necesidades familiares y la capacidad de inversión en trabajo y/o capital.

- la infraestructura existente, como por ejemplo las condiciones de crédito y transporte.
- las limitaciones culturales (divisiones de género, preferencias locales de sabor, textura, olor y color de los alimentos, tabúes, estructuras sociales).

La aceptación del consumidor es primordial para que los alimentos procesados puedan ser comercializados. Por ello es necesario comparar cualquier cambio en términos de sabor, color, textura y olor que pueda haber ocurrido al introducir una tecnología mejorada.

PELADO Y LAVADO

Aunque los equipos para el pelado y lavado están disponibles comercialmente, sus costos y rendimiento generalmente dificultan su aplicación en proyectos rurales pequeños.

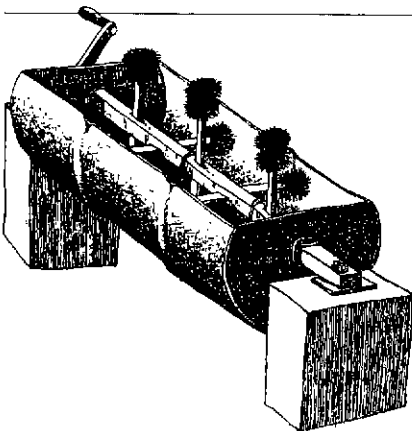
Las máquinas de lavar consisten generalmente en un cilindro adaptado con paletas y escobillas que rotan mientras un chorro de agua cae sobre el tubérculo a medida que pasa.

Las peladoras mecánicas frotan las raíces contra una superficie abrasiva rotatoria. En este caso es preferible que la materia prima sea regular en tamaño y forma, pues en caso contrario se pierde mucho del producto o se hace necesario un pelado manual final. El uso de peladoras mecáni-

cas depende del rendimiento y de las tasas salariales locales. En Europa, por ejemplo, debido a los altos costos de hora/trabajo, el costo del pelado manual excedería en gran medida las pérdidas de producción ocasionadas por el pelado mecánico. Debe notarse que en algunos casos las peladoras abrasivas pueden reducir las pérdidas en comparación con el pelado manual, especialmente cuando se usan para pequeñas raíces o tuberosidades.

Incluimos la descripción de una lavadora y una peladora simple que podría construirse localmente, y de una peladora comercial. En ambos casos se explica el proceso químico del pelado.

Lavadora manual de papas del CIP



El Centro Internacional de la Papa (CIP) en el Perú, ha diseñado una sencilla lavadora manual de papas. Consiste en un tonel de aceite de doscientos cincuenta litros cortado transversalmente. Tiene una viga transversal de madera en la que se colocan escobillas que rotan con el movimiento de una manivela. Al rotar, las escobillas van lavando las papas.

Esta lavadora tiene una capacidad para veinticinco kilogramos de papas y requiere de ciento cincuenta litros de agua por tanda. Después de algunos minutos el tonel se voltea hacia un lado para vaciar las papas y el agua sucia.

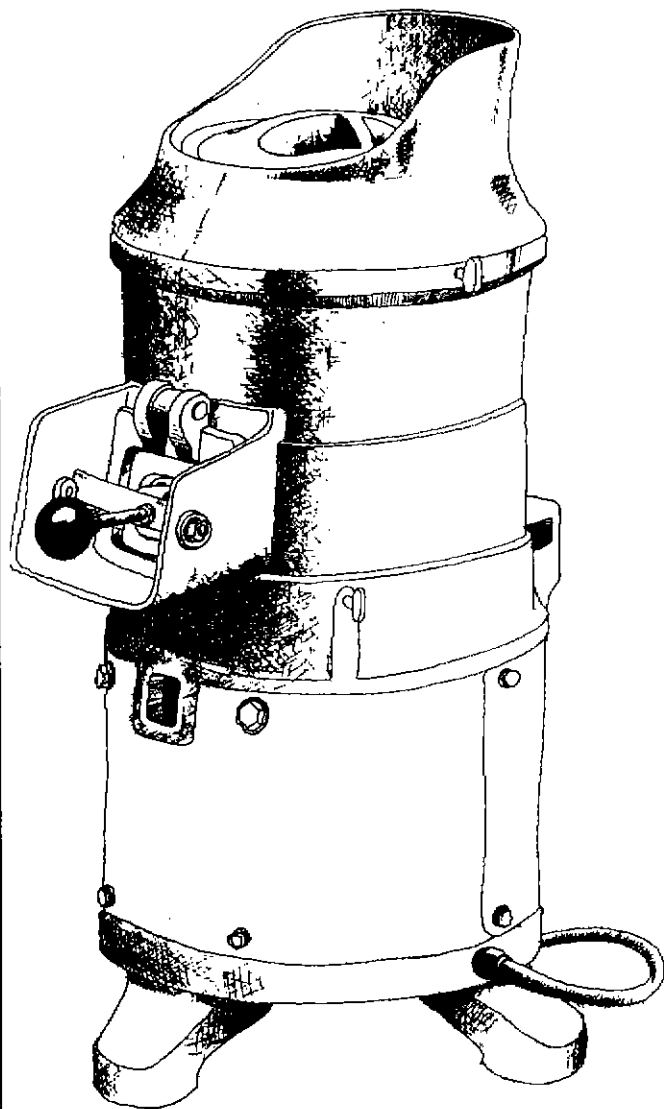
Peladora de disco abrasivo

La peladora de disco abrasivo "Crypto peerless" es un ejemplo de una máquina comercial típica en la cual un disco abrasivo rotatorio frota la piel del producto que pasa por él. Se usa comúnmente para pelar papas. Estas máquinas se encuentran disponibles en distintos tamaños para pelar tandas pequeñas de hasta trece kilogramos.

Peladora de hidróxido de sodio

Para aflojar la piel de muchos tubérculos y facilitar un pelado posterior mediante el rociado con agua o el refriego con escobillas pueden usarse soluciones calientes de hidróxido de sodio. Una combinación de la reacción química y el calor suaviza y suelta la piel. El efecto deseado se puede obtener eligiendo la combinación de concentración de hidróxido de sodio, temperatura y tiempo de inmersión.

Para considerar la introducción de este tipo de tecnología debe solicitarse asesoría técnica, ya que pueden ocurrir algunos problemas, como por ejemplo un cocinado parcial o la gelatinización de las capas externas de la raíz debido a una absorción excesiva de hidróxido de sodio. En suma, el hidróxido de sodio es un químico muy peligroso de manipular y los trabajadores deben estar apropiadamente entrenados y protegidos. El uso de esta solución es una fuente de contaminación y puede corroer el equipo. El cuadro 3 muestra combinaciones que se adaptan al pelado de yuca con hidróxido de sodio.



cuadro 3 Relación entre el tiempo de inmersión y la concentración de hidróxido de sodio en la eficiencia de la operación de pelado

Concentración de hidróxido de sodio (% por peso)	Tiempo de inmersión (minutos)	Evaluación visual ¹	Pérdida de peso de los tubérculos pelados con hidróxido de sodio (%) ²
10	2	Cuestionable	5,60
10	3	Cuestionable	11,11
10	4	Cuestionable	12,78
10	5	Bueno	14,44
10	6	Muy bueno	17,50
15	2	Cuestionable	7,22
15	3	Cuestionable	11,11
15	4	Bueno	13,33
15	5	Muy bueno	16,11
20	1	Cuestionable	6,67
20	2	Cuestionable	8,89
20	3	Bueno	12,21
20	4	Muy bueno	13,33

1 Cuestionable: las tuberosidades retienen muchos restos de piel.

Bueno: las tuberosidades tienen algunos restos de piel que pueden ser extraídos fácilmente.

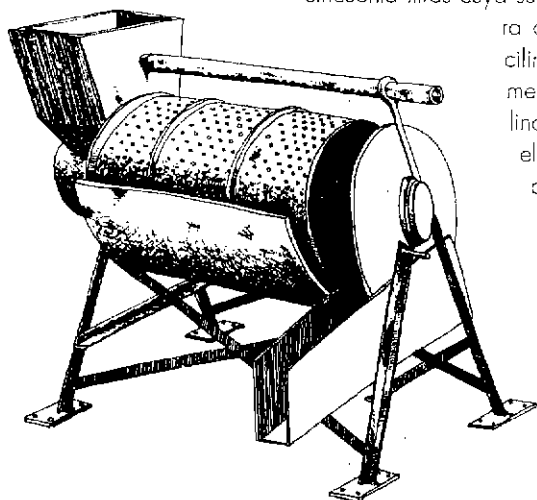
Muy bueno: Los tubérculos quedan completamente pelados.

2 Promedio de tres vueltas.

Fuente: Rivera-Ortiz y Gonzales, 1972

Peladora motorizada de poleas del CIP

En una viga horizontal se monta un cilindro metálico o un tonel de doscientos cincuenta litros cuya superficie ha sido agujereada desde el exterior para crear una superficie abrasiva en su interior. Este cilindro rota por la acción de una polea activada mediante un motor. Las papas se introducen en el cilindro desde arriba, y a medida que el cilindro rota el metal que sobresale por los agujeros arranca la piel de la superficie de las papas. Cada lado del cilindro tiene adaptada una pequeña puerta, de tal manera que las papas puedan entrar por un lado y salir por otro cuando el pelado se ha completado. Una pipa perforada de metal ubicada sobre el cilindro echa agua sobre el tonel rotatorio. Se puede pelar cuatro kilos de papas por minuto, pero es necesario hacer un pulido y pelado final. Puede constituirse una peladora manual más pequeña usando un diseño similar.



RALLADO Y RASPADO

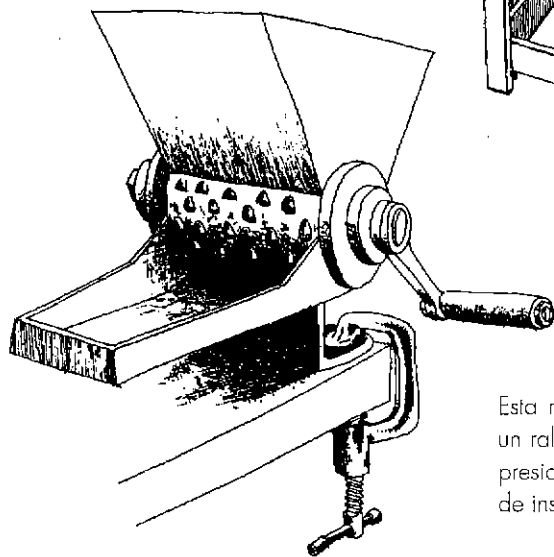
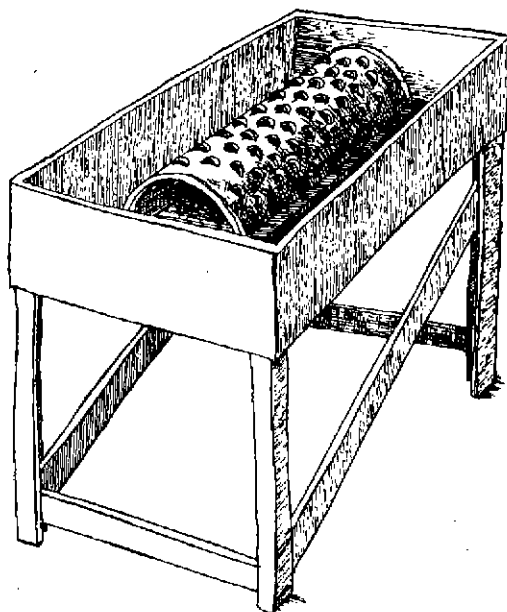
Rallar y raspar son pasos comunes en el procesamiento de yuca y consumen bastante tiempo y trabajo duro. Hay un considerable número de ralladores que varían de simples ralladores manuales hasta unidades motorizadas que funcionan a pedal. Muchos se basan en un disco horizontal rotatorio o un tonel vertical de superficie

abrasiva contra el cual se frota el tubérculo. Se debe tener cuidado cuando se introduce cualquier artefacto a motor para que no haya riesgos: por ejemplo, la ropa suelta puede enredarse durante el manejo, o los dedos pueden quedar atrapados en el disco rotatorio.

Ralladores manuales

Los dos diseños de ralladores manuales que mostramos son de bajo costo y pueden construirse con aluminio o acero galvanizado. La superficie para rallar se crea punzando orificios desde la superficie, como en la forma tradicional. Ambos modelos sólo necesitan de un operador y probablemente son los que más se adaptan a la producción doméstica.

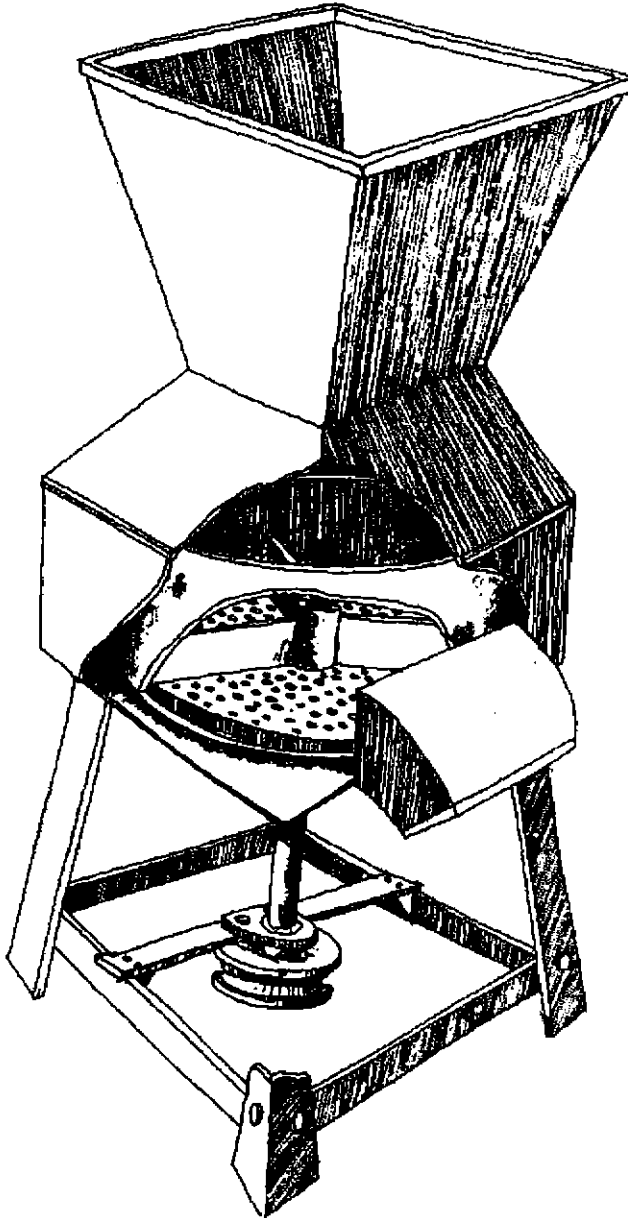
El diseño es básicamente una actualización de la tecnología tradicional, pero tiene una superficie horizontal de rallado en lugar de una vertical, que usualmente era sostenida contra las piernas del procesador. El rallador mejorado es sostenido por una mesa.



Esta máquina de operación manual incorpora un rallador cilíndrico rotatorio contra el cual se presiona el tubérculo. Sin embargo, sólo puede insertarse un tubérculo cada vez.

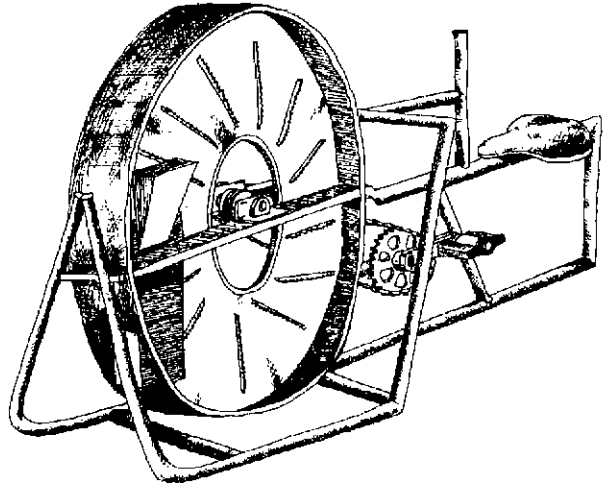
Rallador de disco "Wadwha"

Este rallador, desarrollado en Ghana, consiste en un bloque de madera con forma de disco en el cual se clava una lámina de metal perforada. Este disco se hace rotar con una polea y un motor diesel de 5 hp. El rendimiento es de una tonelada de yuca por hora.

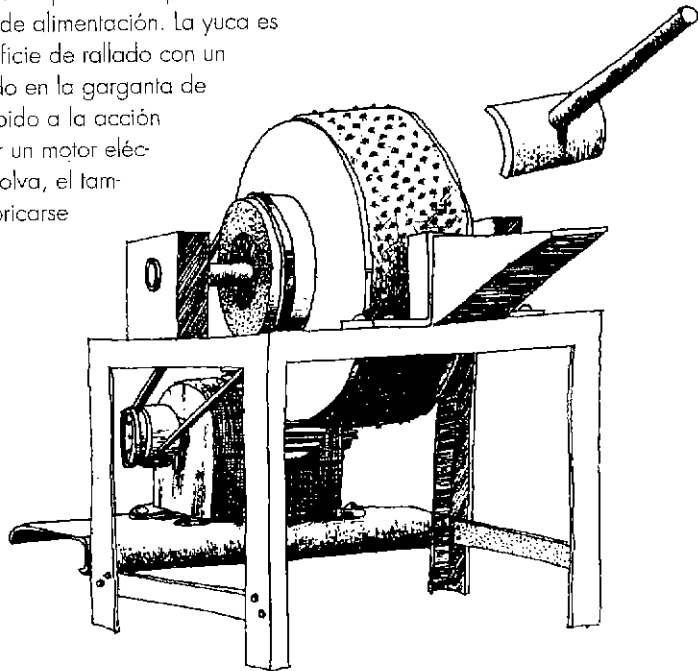


Rallador de yuca a pedal

A principios de los setenta, un ingeniero del taller de Intermediate Technology Development Group en Zaria, Nigeria, desarrolló un rallador de yuca hecho con tubos de fierro galvanizado, partes de bicicleta, hojas de sierra y una lámina de metal. La yuca se introduce por la tolva y rota gracias a la fuerza del pedaleo, un disco vertical con las tiras para rallar ajustadas al marco.

***Rallador de tambor vertical***

Este rallador ha sido desarrollado por TAEC (Tikono Agricultural Extension Centre) en Sierra Leona. La superficie del tambor se cubre con una lámina de metal perforada que rota a través de la base de la tolva de alimentación. La yuca es presionada contra la superficie de rallado con un bloque de madera insertado en la garganta de la tolva. El tambor rota debido a la acción de una polea activada por un motor eléctrico o diesel de 4 hp. La tolva, el tambor y el marco pueden fabricarse con madera o metal viejo.



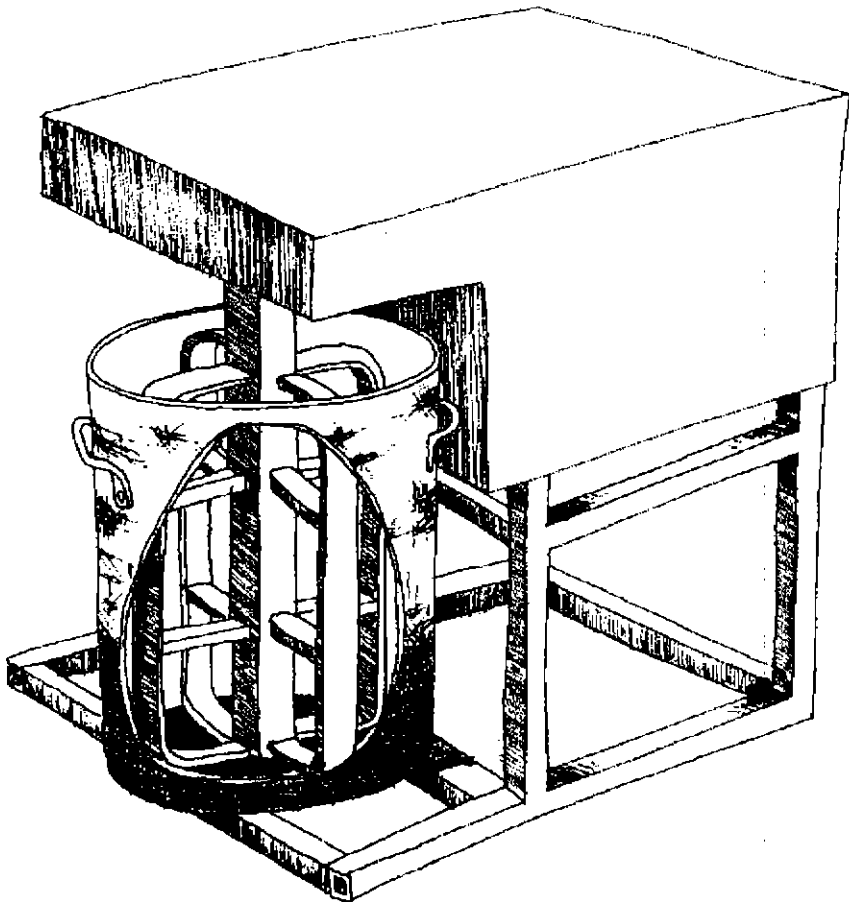
MACHACADO

El machacado del *fufu* de ñame y yuca puede tardar una hora usando el almirez y el mortero tradicionales. Diversos intentos por elaborar productos hechos de ñame machacado a partir de

la rehidratación de harina de ñame han probado ser impopulares debido a que su textura y sabor son inferiores a los del producto elaborado tradicionalmente.

Máquinas motorizadas para el machacado

El Departamento de Ingeniería Agraria de la Universidad de Ife, en Nigeria, desarrolló una máquina para machacar el ñame y alimentos similares. Consiste en una batidora y un cuenco que funciona de modo muy similar a una mezcladora de masas espesas. El borde más extremo de la batidora se afila para lograr un efecto adicional de picado y batido posterior, lo que produce un alimento machacado de consistencia suave. Como en el método tradicional, durante el proceso se añade cuando resulta necesario. Funciona con un motor de 1,75 hp y puede producir suficiente *fufu* para ocho adultos en 45 segundos.



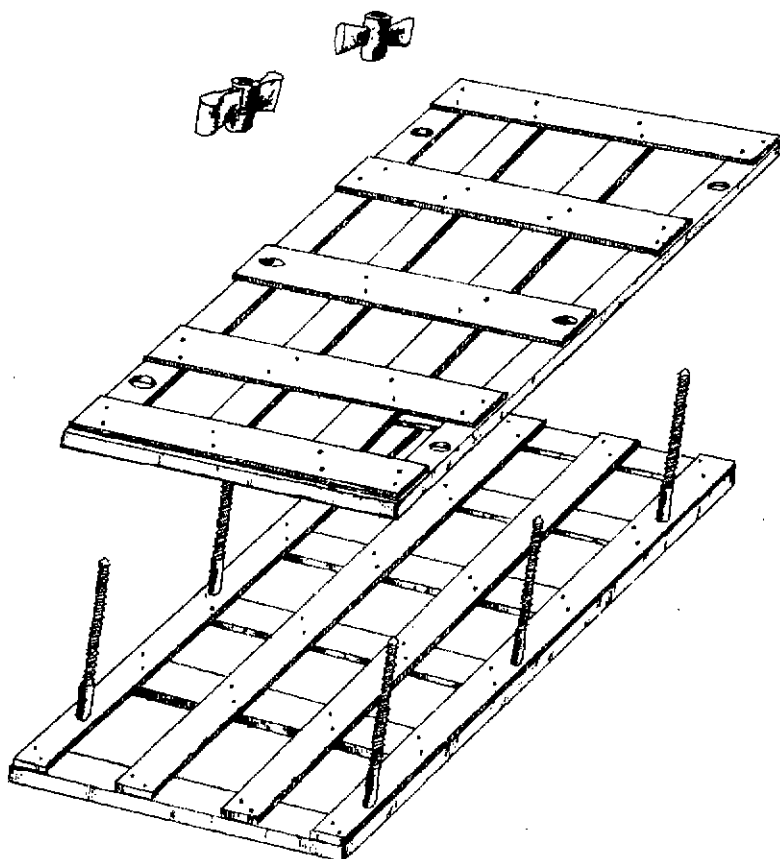
PRENSADO Y EXTRACCIÓN DE AGUA

El prensado en los sistemas tradicionales de procesamiento de tubérculos puede extraer hasta el 50% del agua presente en ellos. Existen muchos diseños de prensas, desde una simple prensa de

tablas paralelas, de marco o de cuña de fácil construcción, hasta sofisticadas prensas hidráulicas y de rosca. Las últimas requieren necesariamente del acceso a talleres mejor equipados.

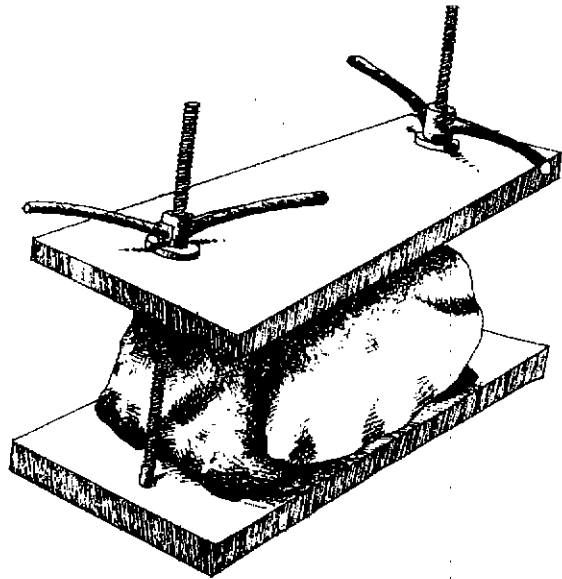
Prensa tradicional actualizada

La prensa tradicional de palos y sogas ha sido actualizada por el TAEC (Tikono Agricultural Extension Centre) en Sierra Leona. Dos marcos de madera se ubican por encima y por debajo de los costales de yuca machacada. Seis tornillos atraviesan el marco de abajo y se ajustan en los huecos del marco superior. Al ajustarlos, los marcos se van acercando, ejerciendo presión en los sacos. El proceso tarda lo mismo que el método tradicional, pero reduce el tiempo y el trabajo requeridos tanto para juntar y apilar las piedras pesadas como para juntar y amarrar palos alrededor de los sacos. Sólo se necesitan madera, tornillos y tuercas.



Prensa de tablas paralelas de la TCC

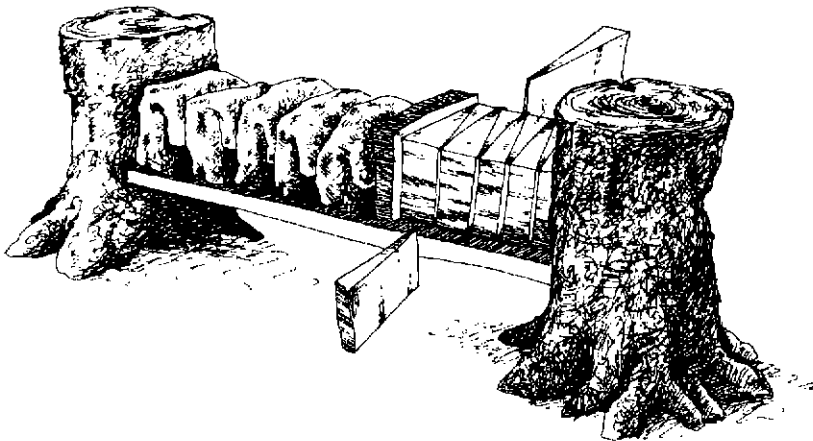
En Ghana, el Centro Consultor de Tecnología (TCC) ha desarrollado una prensa de tablas paralelas que ejercen una presión uniforme sobre los costales rellenos de pulpa ubicados entre ellas. En vez de los marcos de madera del modelo tradicional mejorado del TAEC, se atornillan dos tablas paralelas para hacer presión en los costales. Procesar una bolsa de 125 kilogramos de *gari* tarda de tres a cuatro horas, en contraposición a los tres a cuatro días que se requiere con las prensas tradicionales.



Prensa de cuñas

La prensa de cuñas es una adaptación de la prensa tradicional china usada para extraer aceite.

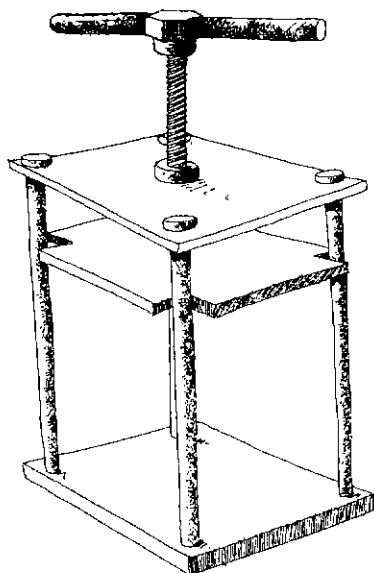
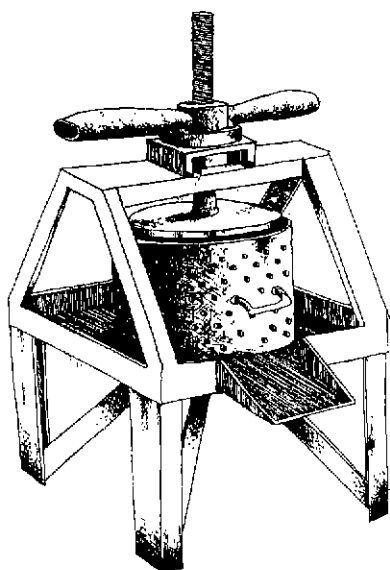
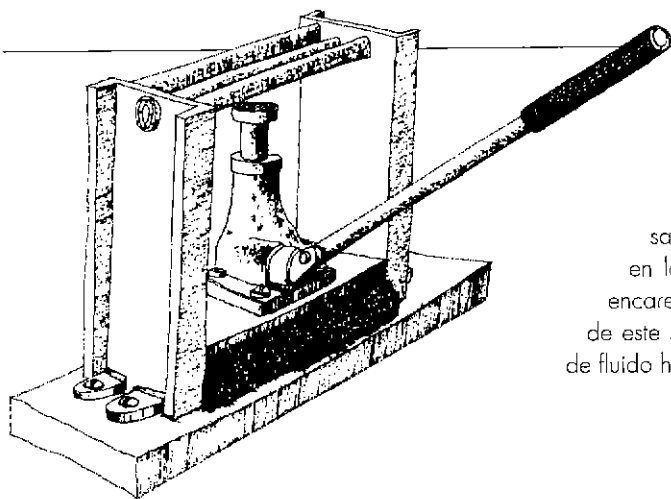
Varios pedazos de tronco o pedestales de madera sostienen una tabla horizontal. Los sacos de pulpa molida se colocan sobre esta tabla, y se aplica presión martillando cuñas de madera en el espacio entre los costales y el tronco.



Prensa de rosca

Las prensas de yuca de tipo rosca pueden tener la forma de un armazón circular que contiene la pulpa fresca, o consistir en un marco cuadrado que ejerce presión sobre los sacos. Ambos modelos, mostrados aquí, trabajan moviendo un pesado bloque cilíndrico o cuadrado que se baja o se levanta mediante un eje de rosca. El armazón de esta prensa puede contener un costal de hasta 125 kilos de yuca por tanda, mientras que los otros diseños pueden trabajar con varios costales de pulpa a la vez.

Para su fabricación se requiere de un torno para cortar las piezas, así como de equipo para doblar y cortar metal.

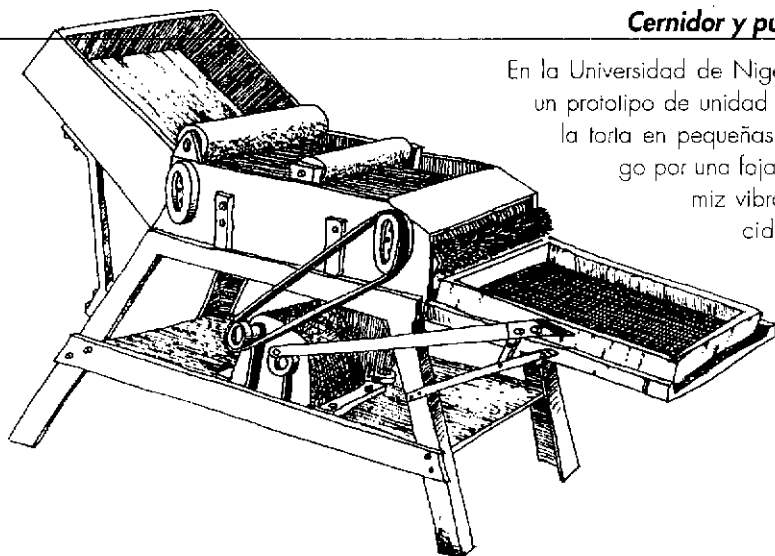
***Prensa hidráulica***

Algunos diseños de prensas usan una gata hidráulica para aplicar presión al material del cual se va a extraer agua, usualmente entre tablas prensadoras. Si no se dispone de gatas en la localidad, su importación puede encarecer la instalación y mantenimiento de este sistema. Se debe prevenir el goteo de fluido hidráulico venenoso.

TAMIZADO

Luego de haber extraído el agua de la pulpa por presión, la torta residual tradicionalmente se rompe frotándola manualmente contra una malla de

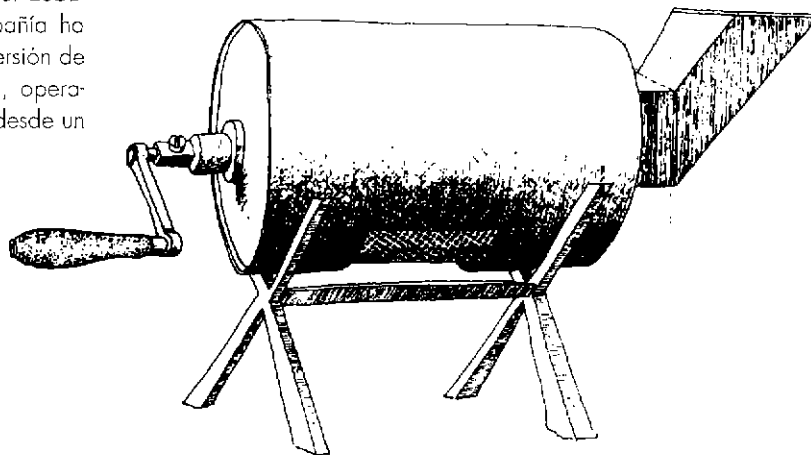
alambre o contra tamices de rafia. Este proceso puede mecanizarse usando un tamiz vibratorio o rotatorio.

Cernidor y pulverizador de harina

En la Universidad de Nigeria se ha desarrollado un prototipo de unidad de tamizado que corta la torta en pequeñas piezas que pasan luego por una foja transportadora a un tamiz vibratorio. Tiene una capacidad de procesamiento de 125 kg por hora.

Tamiz de tambor rotatorio

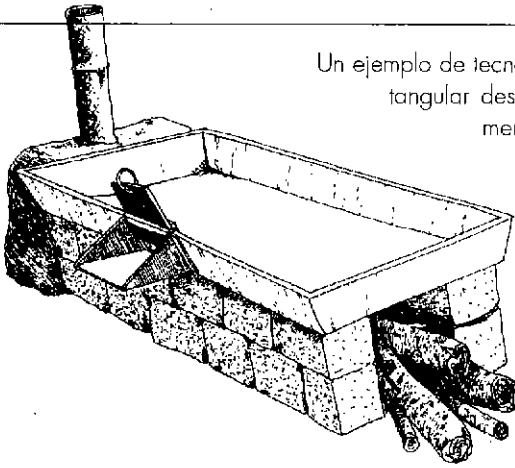
En Ghana, Agrico LTD ha desarrollado una unidad a partir de un tonel con una capacidad de doscientos litros, al que se ha adaptado un tamiz cilíndrico hecho con malla de metal. La torta entra a través de la tolva, se tamiza con la rotación del tambor y sale por debajo. La misma compañía ha desarrollado otra versión de este mismo equipo, operado con una polea desde un pequeño motor.



ASADO

El *gari* tradicionalmente se calienta en sartenes de poca profundidad que se presionan contra la superficie caliente con pedazos de calabaza para prevenir que se quemen. Se han incluido mejoras

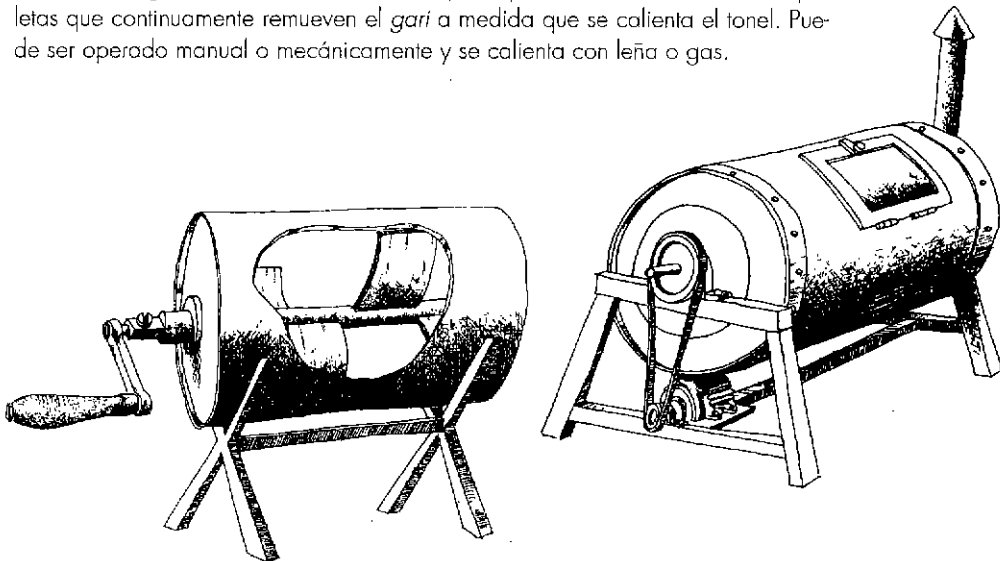
para actualizar las sartenes tradicionales y las batidoras de madera y se ha desarrollado un asador de tambor cilíndrico rotatorio.

Asador actualizado de *gari*

Un ejemplo de tecnología mejorada es un asador de bandeja rectangular desarrollado por el Rural Agro-Industrial Development Scheme en Nigeria. Una chimenea ayuda a sacar el aire, lo que reduce los efectos de humo y calor en el procesador. Se emplea una batidora larga de madera para mover la torta, previniendo que se pegue o se queme. Este sistema protege la salud del operador, porque el humo se canaliza fuera del procesador y la longitud de la batidora le permite mantenerse a cierta distancia del fuego.

Asador cilíndrico

En Ghana, Agrico LTD ha desarrollado un prototipo de asador cilíndrico con paletas que continuamente remueven el *gari* a medida que se calienta el tonel. Puede ser operado manual o mecánicamente y se calienta con leña o gas.



SECADO

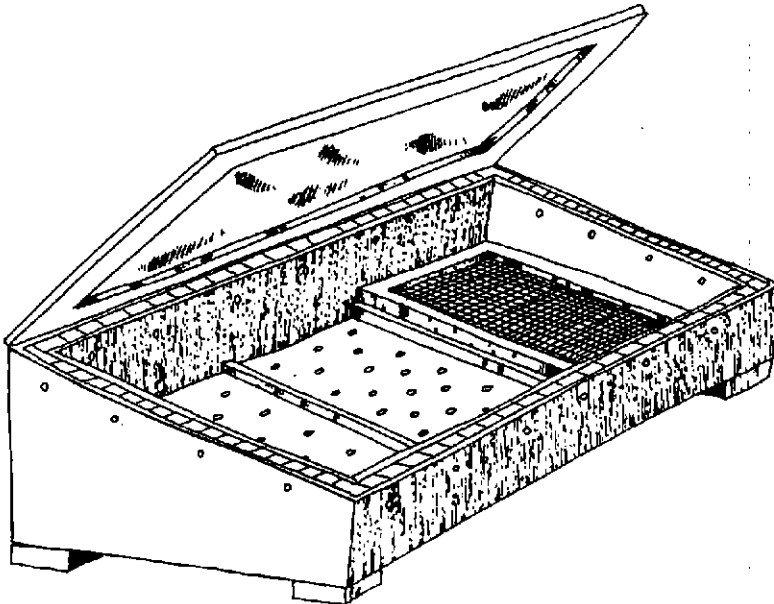
Las alternativas tecnológicas existentes para el secado de tubérculos varían desde los sistemas tradicionales básicos, que consisten en colgar el material con palos, hasta secadoras de aire forzado. Ya hemos visto un método tradicional de secado para el asado de *gari*. Esta sección cubrirá los equipos de secado más utilizados e incluirá ejemplos de secadoras solares, de horno, y de aire forzado, en orden creciente según su grado de sofisticación, cos-

tos y capacidad de secado. A pesar de que estos modelos representan la variedad de tecnologías de secado disponibles, no ha sido muy utilizados para el secado de tubérculos. Los tubérculos y sus derivados son poco valorados y estas secadoras artificiales no resultan económicas, salvo que existan mercados especializados que requieran de productos secos con considerable valor agregado, como por ejemplo papas fritas u otros bocaditos.

Secadora solar

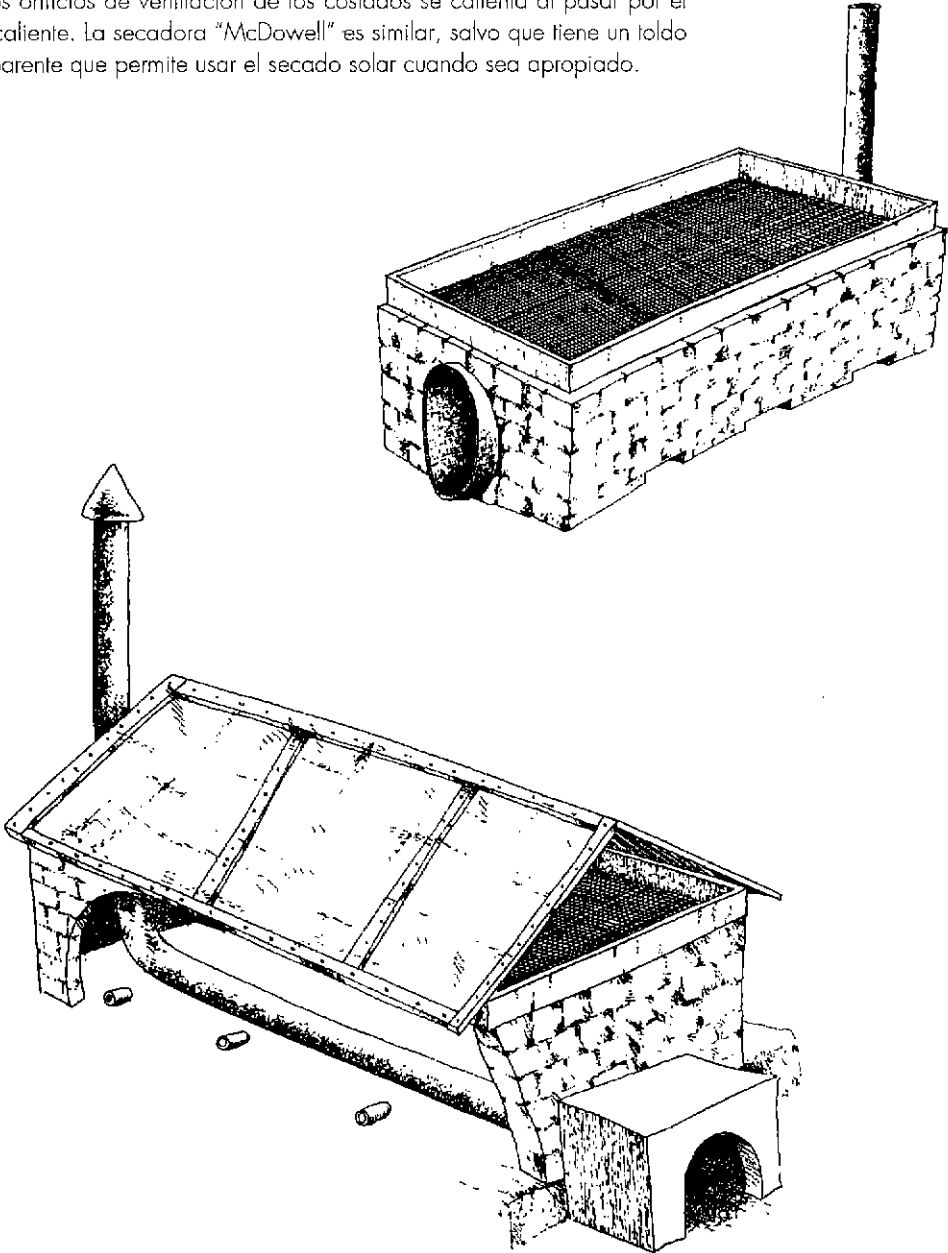
Existen unas secadoras solares simples cubiertas con una tapa transparente y un sistema de ventilación de aire ubicado en el fondo y a lo largo de los bordes que se conocen como secadoras "Brace". El aire en la caja se calienta con la luz solar que atraviesa la cubierta transparente. El aire caliente se eleva hacia la parte superior de la secadora y extrae la humedad del producto. El aire fresco entra a través de los huecos de ventilación de la base.

Aunque estas secadoras "Brace" son relativamente baratas y se han probado ampliamente alrededor del mundo, no parecen haber logrado niveles amplios de aceptabilidad.



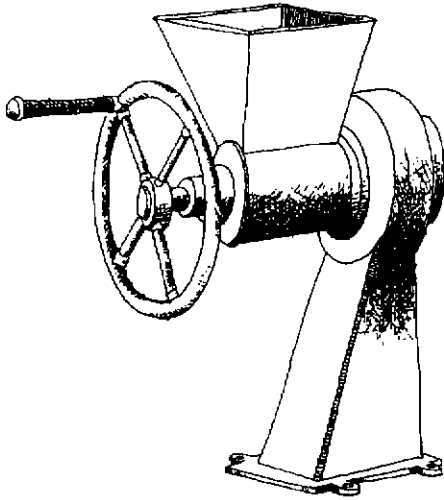
Secadora tipo horno

Hay dos diseños de secadoras simples a leña. En el primero, conocido como secadora "Brook", se sostiene una gran bandeja sobre una base rectangular de ladrillos de adobe que tiene orificios de entrada de aire a los costados. Por debajo de la bandeja pasa un tubo a través del cual fluye el aire caliente desde una hoguera a una chimenea. El aire que entra por los orificios de ventilación de los costados se calienta al pasar por el tubo caliente. La secadora "McDowell" es similar, salvo que tiene un toldo transparente que permite usar el secado solar cuando sea apropiado.



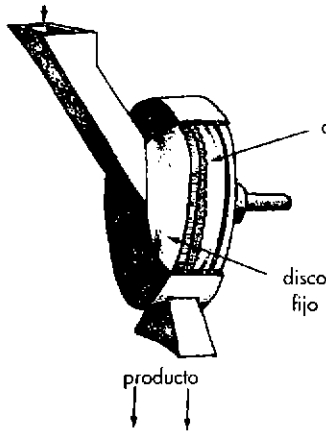
MOLIDO Y TRITURADO

En el *gari* suelen producirse grumos cuando el calor no se distribuye homogéneamente durante el proceso de secado. Estos grumos permanecen después del proceso tradicional de tamizado y normalmente se venden como alimento animal. Con la finalidad de reducir las pérdidas (que pueden ascender hasta el 10%), la yuca asada puede molerse en un molino convencional de maíz o en un molino de martillo para reducir los grumos. Aquí mostramos algunos ejemplos de molinos de martillo y de molinos de disco.



Molinos de plato

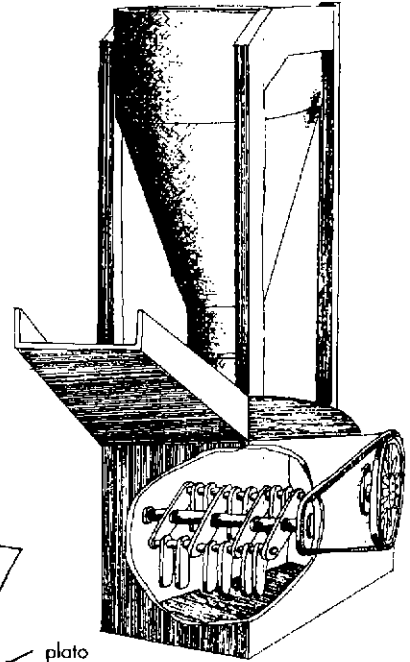
alimentación



disco rotatorio

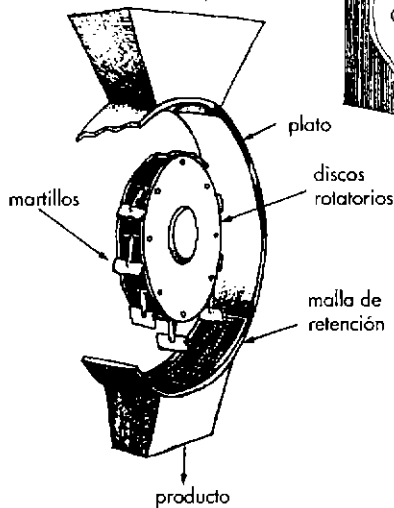
disco fijo

producto



Molinos de martillo

alimentación



plato

discos rotatorios

malla de retención

producto

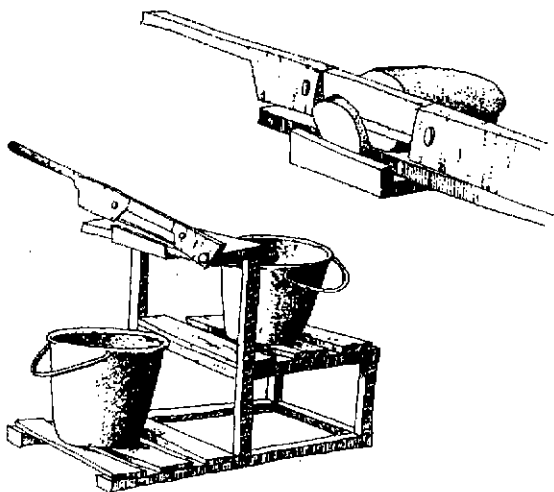
PICADO Y RODAJADO

Cortar los tubérculos en rodajas antes del secado reduce el tiempo necesario para este proceso, pues expone al aire una superficie mayor. Ade-

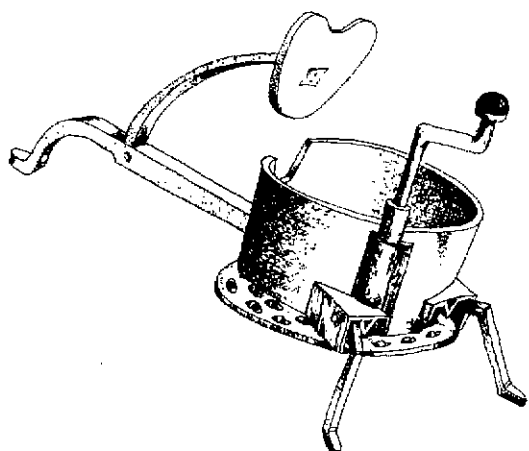
más, el cortado en rodajas es una importante etapa previa a la cocción de los tubérculos y permite una penetración de calor rápida y homogénea.

Rodajador de tubérculos

En Filipinas, el Departamento de Química Agraria y Ciencias Alimentarias (DAC-FS) ha diseñado un rodajador simple que, según se afirma, corta camote más rápidamente que los métodos manuales. El camote se sostiene en una plataforma de cortado contra un tope que controla el grosor de la rodaja. Las rodajas se cortan con una cuchilla articulada a modo de bisagra. Tiene una capacidad de veintiuno a veintitrés kilogramos por hora.



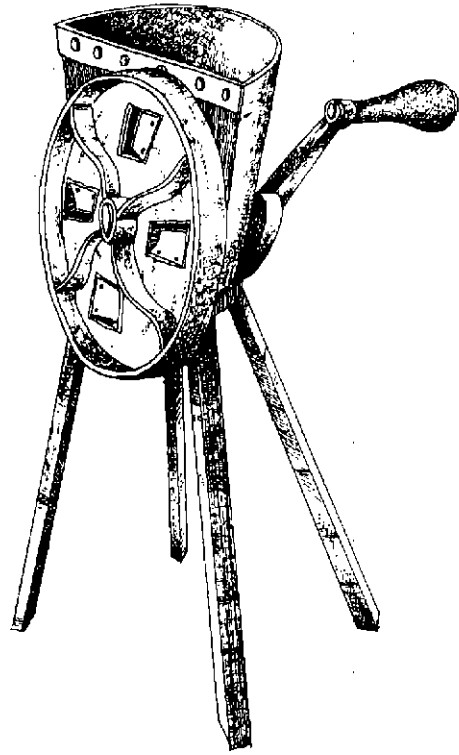
Cortadora de papa manual



En el Perú, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha diseñado una cortadora que consiste en un disco cortador rotatorio horizontal. Con una mano se presiona la papa contra el disco, mientras que con la otra se da vuelta a la manivela para hacerlo girar. A esta máquina se ha añadido un motor. Los discos para cortar pueden cambiarse para alterar el grosor cuando sea necesario. Crypto peerless tiene una máquina motorizada similar, con capacidad hasta de doscientos cincuenta kilogramos por hora, que corta en rodajas, tiras o cubos, pica y ralla.

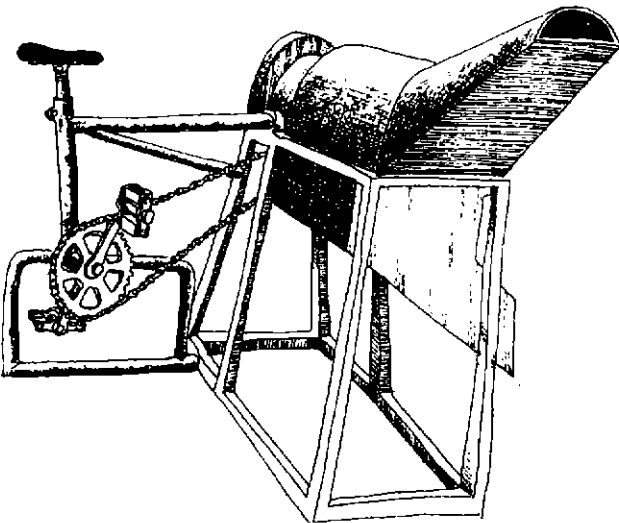
Cortadora de tubérculos

En Figli, Italia, Nardi Francesco ha producido una picadora de tubérculos que tiene un disco rotatorio con cuatro cuchillas.

***Rodajador de yuca a pedal***

En Indonesia, P.T. Kerta Laksana ha creado un rodajador de yuca a pedal con una gran cuchilla. Se dice que tiene una capacidad de hasta quinientos kilogramos por hora.

En el cuadro 4 se puede apreciar una comparación de tecnologías mejoradas y tradicionales para el procesamiento de *gari*.



Comparación entre tres tecnologías para la producción de gari

Etapa	Trabajo intensivo tradicional	Intermedio postradicional	Moderno completamente mecanizado
1a. producción de materia prima	producción de parceleros rendimiento: c. 10/hectáreas/año	producción de parceleros rendimiento: c. 10/hectáreas/año	plantación de fábrica y/o cooperativa de parceleros rendimiento: c. 10-25 t/hectáreas/año
1b. abastecimiento de materia prima	de los comerciantes	de los comerciantes	de la compra a los agentes de las plantaciones de las fábricas
2. pelado y lavado	manual: 38 kg/hora; 25% de pérdida de materia prima	manual: 38 kg/hora; 25% de pérdida de materia prima	peladora abrasiva mecánica; 30% de pérdida de materia prima
3. reducción de tamaño	manual: 23 kg/hora; mecánico: 200 kg/hora	manual: 23 kg/hora; mecánico: 200 kg/hora	mecánico: molino de martillo (importado), 1500 kg/hora
4. fermentación	fermentación y extracción de agua en costales de tela o nylon grueso	fermentación por tandas en tanques de aluminio	fermentación por tandas en tanques de aluminio
5. extracción de agua	igual al anterior (número 4)	semimecanizada: prensa hidráulica o mecánica de fabricación local	mecanizada: prensa hidráulica
6. tamizado	manual: cedazo tejido de fibra	semimecanizado: cedazo de fabricación local operado manualmente o a pedal	mecanizado: cedazo rotatorio motorizado
7. garificación	manual: sartén de fierro fundido sobre leña (etapa combinada con el secado): 2,2 kg/hora	semimecanizada: freidora para leña de fabricación local (etapa combinada con el secado): 70 kg/hora	mecanizada: horno rotatorio calentado con quemadores de aceite 450 kg/h
8. secado	ver el punto anterior (número 7)	ver el punto anterior (número 7)	mecanizado: secadora de tambor rotatorio
9. molido y tamizado	molido: no es necesario tamizado: tamiz de fabricación local	molido: no es necesario tamizado: tamiz vibrador manual o mecánico	molido: molino de disco tamizado: tamiz vibrador
10. Envasado y empaque	Costales de yute de 50 kg	Bolsas de polietileno de 50 kg selladas al calor	Bolsas de polietileno de 50 kg selladas al calor

continuación del cuadro 4

Etapas	Trabajo intensivo tradicional	Intermedio postradicional	Moderno completamente mecanizado
11. manipulación del material	manual	manual, con poleas	fajas transportadoras, elevadores de cubos con poleas
12. ventas y distribución	a través del sistema tradicional de comercio de <i>gari</i> en los mercados locales	a través del sistema tradicional de comercio y los supermercados	a través del sistema tradicional de comercio y los supermercados
13. compradores	todos los grupos con ingresos, rurales y urbanos	principalmente grupos urbanos de más altos ingresos e instituciones (colegios, ejército)	principalmente grupos urbanos de más altos ingresos e instituciones (colegios, ejército)
14. construcciones	600 m ²	200 m ²	650 m ²
15. empleados por turno sin experiencia	234 229 predominio de mujeres	45 40	28 9 predominio de hombres

Fuente: Bruinsma et al. (1983)

capítulo 4

ESTUDIOS DE CASO

TRADICIONALMENTE, EL PROCESAMIENTO de tubérculos utiliza métodos y herramientas sencillas, es muy laborioso y tiene baja productividad. Sin embargo, el tiempo es el mayor obstáculo para las mujeres que emplean tecnologías tradicionales. Estos estudios de caso ilustran los problemas que pueden surgir cuando se intenta modernizar los métodos y técnicas tradicionales.

El estudio de caso de Sierra Leona muestra que se debe analizar el sistema completo, desde el cultivo hasta el procesamiento, antes de intentar introducir mejoras.

Un problema común que surge con la diseminación de tecnologías es que en las comunidades rurales los hombres a menudo tienen mayor acceso a las actividades remuneradas que las mujeres. A no ser que se ofrezca crédito con la tecnología, su alto costo representará un importante impedimento para que las mujeres reciban cualquier beneficio. El estudio de caso de Ghana sobre la introducción de tecnologías en el procesamiento de *gari* es un ejemplo de esto.

La mecanización puede desplazar a las mujeres de sus actividades tradicionales de generación de ingresos. En Sierra Leona, por ejemplo, el rallador de *gari* brindó una nueva fuente de ingresos tan atractiva que los grupos de mujeres perdieron el control sobre la operación de las máquinas en favor del líder tradicional de la comunidad. Este estudio de caso ilustra lo importante que es investigar las estructuras sociopolíticas que operan en una comunidad cuando se planea un proyecto.

Cuando se consideran formas de mejorar las actividades de procesamiento no sólo se debe examinar el ambiente socioeconómico, sino además la infraestructura que se requiere para sostener la disponibilidad y la difusión de tecnologías mejoradas para mujeres.

Estos estudios de caso analizan distintas experiencias de introducción de tecnologías de procesamiento de tubérculos.

Debido a la falta de documentación sobre el impacto de los proyectos con la introducción de diferentes tecnologías, los estudios de caso cubren principalmente el procesamiento de yuca, pues en este caso las ganancias obtenidas por la producción de *gari* han fortalecido la innovación tecnológica.

Se incluye un estudio de caso de Papua Nueva Guinea que describe el proyecto de procesamiento de la palma de sago. A pesar de que esta palmera no es un tubérculo, se ha incluido este estudio porque sus lecciones pueden ser aplicadas a muchas actividades de procesamiento de tubérculos. El estudio muestra claramente que la introducción de nueva tecnología no siempre es necesaria: la transferencia de un proceso tradicional de un área a otra puede funcionar bien cuando existen materias primas y mercados disponibles.

RALLADOR DIESEL DE YUCA EN SIERRA LEONA

El programa de mujeres del proyecto *Desarrollo rural* de Bo-Pujehun, que opera en la provincia sureña de Sierra Leona, introdujo los ralladores diesel de yuca en aldeas pilotos seleccionadas a principios de 1984. Los ralladores de tambor vertical fueron construidos localmente en el Centro de Extensión Agrícola de Tikonko (TAEC) en Bo, empleando madera y fierro usado. Los motores diesel de cuatro caballos de fuerza se importaron de Alemania y representaron la parte más costosa de la maquinaria. El procesamiento de *gari* es una actividad altamente rentable. En tiempos de escasez de arroz (alimento principal de consumo), el *gari* es un alimento popular en las poblaciones urbanas que dependen de la producción de las chacras para su abastecimiento de arroz. El *gari* tiene un alto

valor con relación a la yuca fresca, debido a que su vida de almacenado es considerablemente mayor y los costos de transporte representan una pequeña proporción del valor del producto final.

En un estudio de prefactibilidad llevado a cabo en el pueblo de Bo en 1984 por el proyecto se vio que el 23% de los productores de *gari* en el área eran hombres. Normalmente, el procesamiento de *gari* se considera una actividad femenina en las comunidades rurales. Por tanto, este alto porcentaje de participación masculina fue interpretado como resultado de la alta rentabilidad del producto y de la disponibilidad de tecnologías mejoradas.

Para procesar yuca usualmente se utilizan ralladores a motor alquilerados. Es común invertir en un rallador a motor con el único propósito de alquilerarlo. Dada la predominancia de las mujeres en el procesamiento de *gari*, es irónico que sólo una pequeña minoría sea propietaria de ralladores a motor.

Para equilibrar este desbalance, el programa de mujeres ha diseñado proyectos para mejorar el acceso de las mujeres a las tecnologías mejoradas, especialmente en áreas rurales. Se inició un proyecto piloto mediante el cual se introdujeron ralladores a motor de propiedad cooperativa en áreas rurales. Además, el programa de mujeres estableció fondos rotatorios en un banco estatal, donde los grupos de mujeres podrían conseguir préstamos con pagos flexibles. La compra del rallador también fue subsidiada por el proyecto.

El sistema de fondos rotatorios permitió que las mujeres de la comunidad tuvieran mayor acceso a bancos formales, pues se logró que las mujeres fuesen consideradas por estas entidades como prestatarias de menor riesgo. Además, permitió a las mujeres aprender sobre sistemas formales de préstamo, usualmente ajenos a sus experiencias. El esquema de pago se adaptó a la estacionalidad de la producción de yuca y a otras obligaciones laborales competitivas en la chacra de los procesadores. Este esquema único tomó en cuenta las necesidades de las mujeres y fue diseñado a partir de las necesidades de cada grupo.

La rentabilidad de los productos de yuca ha permitido a algunos agricultores elevar su produc-

ción en favor del cultivo de yuca. En algunas aldeas cercanas a rutas principales de acceso a la capital, casi toda el área de las chacras se destinaba al cultivo de yuca, y los pobladores empleaban los ingresos recibidos por la venta de *gari* para comprar arroz y otros bienes de consumo. En otras palabras, en algunas áreas las tierras de cultivo han dejado de destinarse a la producción de arroz y se ha reducido el acceso de las mujeres a las tierras para cultivar alimentos tradicionales.

Este interés en la yuca incluso ha llevado a los agricultores a buscar variedades mejoradas. Las mujeres procesadoras reclamaron por el hecho de que la introducción de variedades mejoradas de yuca con raíces más grandes y con alto contenido de agua originaba un incremento en el requerimiento de leña como combustible, así como del tiempo de procesamiento. Éste es un ejemplo en el cual las demandas de trabajo en las diferentes etapas del ciclo de producción, desde el cultivo hasta el procesamiento, no fueron tomadas en cuenta por los planificadores de proyectos y las agencias de investigación. A pesar de que esta variedad era de más alto rendimiento —y, por lo tanto, más productiva en la etapa del cultivo—, como resultado de su introducción la demanda de trabajo se incrementó en la etapa del procesamiento.

Otro factor ambiental que afectó a los grupos piloto fue la competencia de las agencias de desarrollo que operaban bajo diferentes términos en las mismas áreas. Esto causó gran confusión entre los comuneros que buscaban acceso a la tecnología de rallado, porque los ralladores fueron ofrecidos a diferentes precios subsidiados e, incluso, en un caso fueron entregados sin costo alguno, lo que desalienta la búsqueda de autosuficiencia. Una solución a este problema fue que los jefes de proyectos se reunieron y acordaron áreas de operación.

La cooperación entre los miembros del grupo fue un punto crítico para el éxito del proyecto. Antes de acceder a un préstamo, las mujeres debían disponer de áreas adecuadas para el cultivo de yuca. En algunos casos esto motivó a las mujeres agricultoras a juntar sus parcelas individuales. En otros casos, hizo que las mujeres de la comunidad

se organizaran juntas en grupo, solicitaran un pedazo de tierra al jefe y acordasen trabajar esta parcela en días de trabajo comunal cada semana, al margen de sus obligaciones domésticas.

Una vez que el rallador estuvo establecido y operativo, se debía tomar la decisión de integrar a nuevos miembros o compensar a aquellos que decidieran retirarse. Otros aspectos que surgieron incluyeron los términos en los cuales los procesadores podrían tener acceso a la maquinaria y qué sanciones podrían aplicarse a aquellos que faltaran a las reuniones del grupo o a los días de trabajo comunal, o a quienes no contribuyeran con los pagos en cuotas o en especies para amortizar el préstamo. Ello requería de capacidades gerenciales relativamente altas al interior del grupo. Se observó que la rentabilidad del *gari* originó que las procesadoras dejaran el cultivo de yuca en algunas comunidades, y que los hombres vieran en este cultivo la posibilidad de incrementar sus ingresos. En algunos casos, las mujeres regresaron al cultivo intensivo de vegetales.

En otras instancias el cultivo de yuca se tornó una actividad conjunta en la cual los hombres controlaban los procesos. Las mujeres sin esposo podrían cultivar solas la yuca únicamente si tenían los recursos económicos necesarios para contratar mano de obra. En esta zona no era usual permitir a las mujeres casadas mantener cultivos de yuca por separado, sino que ello debía ser una actividad conjunta. Los hombres temía que la independencia podría dar a las mujeres la posibilidad de pagar su dote y dejarlos.

En 1986 el programa de mujeres revisó las comunidades pilotos en las cuales los ralladores fueron instalados. Al menos dos de las seis comunidades originales fueron separadas del proyecto debido a que los propietarios originales perdieron el control sobre las máquinas. En una aldea el jefe designó a su hijo como único operador, quien podría además alquilar la máquina a comunidades aledañas (proyecto *Desarrollo rural* de Bo-Pujehun, 1986, y programa agrícola de Bo-Pujehun, 1984).

MANEJO COOPERATIVO DEL PROYECTO DE PROCESAMIENTO DE GARI EN GHANA

Dos proyectos pilotos en las regiones de Antoa y Damongo, en la parte norte de Ghana, se iniciaron bajo la orientación del Consejo Nacional sobre Mujeres y Desarrollo (NCWD). Se instaló un equipo mejorado que consistía en un rallador de yuca, una prensa de yuca, un asador de *gari* y un molino. Hubo muchas razones para ubicar el proyecto en estos lugares. La proximidad a Kumasi ofrecía facilidades de mercado. El área ya era una importante región productora de yuca y, por lo tanto, ofrecía empleo a mujeres comprometidas con la industria.

Tanto el Consejo Nacional sobre Mujeres y Desarrollo como el jefe de la comunidad alentaron a las mujeres a organizarse. El jefe brindó su apoyo adjudicando tierras para la instalación del proyecto.

El grupo original consistía en catorce mujeres y un hombre. Todas las mujeres procesaban yuca y la producción de *gari* era una ocupación secundaria. La actividad primaria incluía cultivo, venta de alimentos cocidos, confección de ropa y venta de mano de obra a otras parcelas.

Los miembros del grupo no pagaban derechos. Ellos obtuvieron el capital inicial del Comité de Desarrollo de la comunidad para poder pagar insumos tales como sacos, palanganas de metal, ollas y yuca. Este préstamo fue pagado desde el primer momento.

Las materias primas vienen de una variedad de fuentes: se compran de otras chacras, de cosechas de los miembros del grupo y de la chacra de diez hectáreas que posee el grupo.

La recolección de leña, la cosecha, el pelado, el rallado, el cocido y el embolsado se hacen colectivamente como un esfuerzo del grupo. El *gari* se comercializa en comunidades y escuelas de la localidad.

Los miembros del grupo no han compartido las ganancias de las ventas, sino que han elegido usar los fondos para comprar equipos adicionales.

les. Ellos sienten que se han beneficiado del manejo cooperativo debido a que han recibido parte del producto como complemento a la dieta familiar. El grupo ha expresado interés en incrementar su número de miembros. Ya que muchas de estas tareas requieren de fuerza física, decidieron que más hombres se unieran al grupo.

Muchos comuneros han solicitado ser miembros del grupo, pero la secretaria regional del Consejo Nacional para las Mujeres y el Desarrollo insistió en limitar el número. Algunos comuneros, disgustados, reclamaron que se limitaba el número de miembros la cooperativa con el fin de hacerla exclusiva.

Los miembros piensan que se han beneficiado al unir sus fuerzas de trabajo, y los esposos de las mujeres están felices con el proyecto porque consideran que reduce sus responsabilidades económicas en el hogar (ILO/NCWD, 1987).

TECNOLOGÍAS MEJORADAS DE PROCESAMIENTO DE GARI EN NIGERIA

Este estudio de caso se refiere a la introducción de tecnologías mejoradas para el procesamiento de *gari* a escala intermedia e industrial. En comunidades rurales seleccionadas del estado de Bendel, donde el procesamiento y la venta de *gari* son la fuente predominante de ingresos para las mujeres, la introducción de tales tecnologías ha tenido un efecto profundo en sus ingresos.

Tradicionalmente, la labranza, cultivo y deshierbado en parcelas de yuca son tareas realizadas por hombres. Hay pocas mujeres que cultivan sus propias chacras. A menudo las mujeres compran las plantas aún sin cosechar y cosechan ellas mismas los tubérculos. El pelado y rallado de la yuca se hace a mano. El procesamiento de *gari* proporciona la principal fuente de ingresos a las mujeres en esta zona.

Los ralladores a motor diesel y las prensas hidráulicas de deshidratado han reemplazado los métodos manuales de rallado y han reducido los tiempos requeridos para el prensado. El alto costo de

compra de estas tecnologías ha originado que sólo los hombres posean y operen estas máquinas. Los hombres eran miembros de una asociación que decidía los precios para las operaciones y organizaba los cronogramas de trabajo para sus miembros. Estos cronogramas se determinaron por el número de máquinas disponibles en las comunidades y por la cantidad de días de mercado. Este sistema intentaba evitar los conflictos y desacuerdos sobre las ganancias individuales.

El rallador y la prensa mecánicos introducidos en la comunidad elevaron la productividad del *gari*. El tiempo requerido para el rallado, considerado uno de los pasos más laboriosos en el proceso, se redujo en gran medida. La etapa de deshidratado, que normalmente tomaba de cinco a ocho días, se redujo a media hora.

La introducción de la maquinaria para procesar *gari* originó efectos muy adversos para las mujeres en estas zonas. Con la introducción de ralladores y prensas, el trabajo, tradicionalmente hecho por mujeres, se convirtió en una tarea masculina. Esta transferencia de control también resultó en una variación en los ingresos. Se instaló un conjunto de cuatro máquinas para el procesamiento de *gari*—elaborado por una compañía privada de Nigeria—, en una de las comunidades del estado de Bendel. Este sistema consistía en un rallador de yuca, un tamizador, una prensa mecánica y un garificador. Otro componente del sistema, la peladora, no fue adquirida.

La fábrica empleó a 48 trabajadores para operar la maquinaria. Once eran mujeres, y sus tareas consistían en pelar a mano las yucas y mantener la fábrica limpia. El *gari* producido en esta fábrica era de alta calidad y se vendía en los mercados urbanos de lugares como Lagos y Ondo.

La sofisticada tecnología utilizada por la fábrica era capaz de producir *gari* de alta calidad. El garificador tenía el doble propósito de tostar y secar; la provisión de calor podía ser regulada. La máquina cilíndrica adaptada con agujeros para el escurrido permitía al operador evitar las quemaduras y eliminar el contacto con el vapor durante el escurrido. Es interesante notar que las operaciones mecanizadas empleaban sólo fuerza de trabajo masculina.

La fuerza de trabajo femenina era mínima y se empleaba en un paso del proceso que no estaba mecanizado. Las mujeres fueron empleadas para este trabajo debido a que la efectividad de las máquinas peladoras era considerada baja en Nigeria y la mano de obra femenina era más barata.

De esta experiencia en el estado de Bendel se puede ver que la introducción de tecnologías mejoradas para el procesamiento de *gari* fueron más beneficiosas para los hombres que para las mujeres de la zona. En un nivel intermedio, el alto costo de inversión para la maquinaria hacía que ésta fuera inaccesible para las mujeres y, al mismo tiempo, las ponía fuera de esta actividad (Williams, 1982)

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS TRADICIONALES EN PAPUA NUEVA GUINEA

A pesar de que el sago no es un tubérculo, juega un papel similar en la dieta de la población de Papua Nueva Guinea. El sago procesado sirve como una importante fuente de carbohidratos de almidón.

El Instituto de Desarrollo de Tecnología Apropriada llevó a cabo un programa de desarrollo del

producto de sago con el fin de restablecerlo como un recurso valioso, procesar nuevos productos de sago y apoyar a empresas pequeñas a escala comunal.

Los métodos tradicionales de preparación de sago fueron estudiados en Papua Nueva Guinea y países vecinos. Después de investigarlo y probarlo, se introdujo el *sago pop* en los grupos de mujeres de la cuenca del río Sepik. El *sago pop* es un *snack* producido de las rodajas de sago que primero se cuecen al vapor, luego se secan y finalmente se fríen en aceite caliente para producir un alimento listo para el consumo. Se identificó esta región por su gran producción de sago.

Las mujeres inicialmente se mostraron renuentes a aceptar el producto de sago, que era procesado de una manera desacostumbrada. Luego de comprobar este producto era capaz de competir con otros alimentos importados, se interesaron por aprender estas nuevas técnicas de procesado.

Un año después se encontró que el *sago pop* se había hecho muy conocido en la región y que se habían desarrollado muchas pequeñas empresas en las comunidades. Se cita este estudio de caso con la finalidad de resaltar las posibilidades de transferir tecnologías tradicionales de procesamiento de un país a otro. Sin embargo, antes de introducir esta propuesta, es vital que los hábitos de consumo y preferencias locales sean profundamente investigados (New, 1986)

capítulo 5

ASPECTOS CLAVES EN LA PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO O EMPRESA

A PARTIR DE LA SELECCIÓN de estudios de caso presentados en el capítulo 4, surgen algunas preguntas que deberían ser formuladas por los planificadores de proyectos y por quienes toman las decisiones antes de implementar un proyecto de procesamiento o de promoción de una empresa de procesamiento de tubérculos.

Algunas preguntas, particularmente referidas a aspectos socioeconómicos, son de fundamental importancia y deben registrarse en bases de datos o en estudios de factibilidad al inicio de la planificación del proyecto. Si observamos las preguntas planteadas a continuación se sabrá en

qué áreas se requiere de mayor información antes de llevar a cabo la implementación del proyecto. Otras preguntas, particularmente aquellas referidas únicamente a información técnica, pueden ser respondidas (luego de realizados los estudios iniciales) con una sencilla oración –o dos– o con las palabras “sí” o “no”.

Las primeras preguntas están referidas a la viabilidad de la empresa; luego siguen preguntas sobre el rol de la mujer en el procesamiento tradicional –con preguntas complementarias cuando es necesario– y, finalmente, se considera el impacto de las tecnologías mejoradas.

Primeras preguntas

- 1 ¿Por qué establecer una empresa de procesamiento de tubérculos a pequeña escala?
 - ¿Hay mercado para un incremento en la producción?
 - ¿Puede el sistema actual abastecer la demanda?
 - Si son afirmativas las respuestas anteriores, ¿cómo podría mejorarse o incrementarse la capacidad?
- 2 Si se procesa una cantidad determinada de raíces o tuberosidades usando métodos tradicionales, ¿qué insumos se requiere?
 - ¿Cuánto tiempo se requiere?
 - ¿Cuál es el requerimiento de mano de obra masculina y femenina para cada actividad o etapa?
 - ¿Cuánto combustible se usa? ¿Está disponible?
 - ¿A cuánto asciende la producción?
 - ¿Cuál es el valor de los insumos (materia prima, combustible, agua, envasado) en comparación con el producto?

Preguntas de fondo

- 1 ¿Cuál es exactamente el lugar de la mujer en el procesamiento tradicional? ¿Qué roles juega en las diferentes etapas?
 - ¿Cuál es el mecanismo tradicional de comercialización y quién lo controla? (¿Tienen las mujeres acceso al mercado?)
 - ¿Qué proporción de los ingresos de los tubérculos procesados ganan y mantienen las mujeres?
 - ¿Cuáles son los principales problemas y dificultades de las mujeres productoras en este campo?

2 ¿Cuál es la extensión del procesamiento tradicional y a pequeña escala de tubérculos en el área?

- ¿Cuál es el proceso tradicional?
- ¿Existen diferentes métodos tradicionales para el procesamiento? (sí/no)
- ¿Qué método es el que tiende a ser usado más frecuentemente y por qué?
- ¿Varía el método principal en diferentes partes del país?

(Es importante conocer los diversos métodos tradicionales en uso, ya que esto puede influir sobre las necesidades de mejora)

3 ¿Quién posee la materia prima?

- ¿Hay más materia prima disponible de la que se pueda procesar de la manera tradicional? (sí/no)
- ¿Existe escasez estacional de materia prima? (sí/no)
- ¿Qué se hace con los productos residuales, si existe alguno?

Efectos de la tecnología mejorada en la industria tradicional de procesamiento

Consideraciones técnicas

- 1 ¿El uso de tecnología mejorada reducirá los requerimientos de mano de obra en comparación con el método tradicional? ¿Cómo?
- 2 ¿Cuál es la capacidad de la tecnología mejorada? ¿Será capaz de satisfacer las demandas del procesamiento en términos de cantidad del material disponible para los procesadores?
- 3 ¿Producirá el equipo una mayor cantidad y una mejor calidad final del tubérculo que los modos tradicionales? ¿Tendrá el tubérculo final un sabor diferente? Si es así, ¿será aceptable?
- 4 ¿Cuál será el porcentaje de tubérculo procesado?
- 5 ¿Será más rápido el procesamiento? (sí/no)
- 6 ¿Cuáles son los requerimientos de agua/combustible/energía del equipo?
- 7 ¿Serán los beneficiarios capaces de alcanzar estos requerimientos? (sí/no)
- 8 ¿El uso del equipo requerirá de algún cambio en el envasado? (sí/no) ¿Y en el transporte del material? (sí/no)
- 9 Si el equipo que se está introduciendo funciona a motor, ¿podrán los usuarios disponer regularmente de electricidad o diesel? (sí/no)
- 10 ¿Existen fuentes alternativas de energía? (sí/no)
- 11 ¿Existen medios locales para producir el equipo y/o los repuestos? (sí/no)
- 12 ¿Puede el equipo ser mantenido utilizando recursos locales?
 - ¿Hay repuestos disponibles? (sí/no)
 - ¿Pueden los artesanos locales reparar la maquinaria? (sí/no) ¿Necesitan ser capacitados? (sí/no)
- 13 ¿Serán capaces los usuarios de afrontar el costo de los repuestos? (sí/no)
- 14 ¿Necesitarán capacitación los operadores del equipo?
 - ¿Necesitarán capacitación técnica? (sí/no) Si es así, ¿cuánto?
 - ¿Hay capacitación disponible localmente? (sí/no)
 - ¿Existe ya alguna familiaridad con este tipo de tecnología? (sí/no)

Consideraciones socioeconómicas

- 1 ¿Cuál es el costo de la maquinaria y el equipo relacionado?
- 2 ¿Es el costo manejable sobre bases individuales o comunales? (sí/no)
- 3 ¿Es accesible el crédito requerido? (sí/no) ¿Serán capaces las mujeres de cumplir con el préstamo? (sí/no)
- 4 ¿Cuál será el retorno de la inversión? ¿Cuál será la utilidad mensual?
- 5 ¿Cuántos años tomará a un operador u operadora pagar el costo de la maquinaria?
- 6 ¿Quién controlará el uso de la maquinaria? ¿Será controlada cooperativamente o será manejada individualmente por mujeres u hombres?
- 7 ¿Quién cobrará los ingresos después del procesamiento?
- 8 ¿La disponibilidad de tecnologías mejoradas incrementará la generación de ingresos de las mujeres?
 - Si la respuesta es no, ¿por qué?
 - ¿Cuál será la proporción de los ingresos que las mujeres ganarán?
 - ¿El procesamiento de tubérculos se mantendrá como una actividad generadora de ingresos para mujeres después de la introducción de la maquinaria?
- 9 ¿La introducción del equipo originará algún cambio en los patrones y hábitos de trabajo? ¿Cómo?
 - ¿En las mujeres?
 - ¿En los hombres?
- 10 ¿Habrá cambios en el horario cotidiano requerido para hacer las tareas?
- 11 ¿El equipo mejorado requiere de más o menos materia prima que la utilizada con los métodos tradicionales?
- 12 Si se requiere de más materia prima, ¿se encuentra ésta disponible? ¿Quién la posee?
- 13 ¿El método mejorado cambiará los mecanismos tradicionales de mercado?
- 14 Si se procesan más tubérculos/raíces, ¿puede el mercado enfrentar dicho incremento? ¿Elo afectará el precio?
- 15 ¿Qué pasará con los productos residuales del método mejorado?
- 16 Si se vende algún producto residual, ¿quién recibirá los ingresos?
- 17 ¿Será el usuario capaz de enfrentar los requerimientos que resultan como consecuencia del desarrollo de una empresa efectiva, tales como manejar empleados, negociaciones de mercado y precios y flujo de dinero?

ANEXOS

PROCESADORA Y COMERCIALIZADORA
DE DERIVADOS ANDINOS S.A.C., PRODASAC

DESCRIPCIÓN

Antecedentes de la empresa

La Procesadora y Comercializadora de Derivados Andinos S.A.C. (PRODASAC), actual microempresa privada manejada por un grupo de mujeres, tiene sus orígenes en la Asociación de Mujeres del Valle del Mantaro Yachaq Mama, que inició sus actividades productivas en 1987. Esta asociación se fundó por impulso de la ONG SEPAR (Servicios Educativos, Promoción y Apoyo Rural). En sus inicios, la mencionada entidad contó con seis unidades económicas, organizadas en grupos de mujeres de diferentes zonas del valle del Mantaro, región central del Perú, a 3200 msnm. Dos de ellas estaban dedicadas a la transformación de alimentos y cuatro a la artesanía. Una de ellas, la unidad productiva de Pilcomayo —la microempresa del presente caso, ahora PRODASAC—, en su afán por promocionar los cultivos andinos orientó su actividad desde sus inicios a la línea de deshidratados y concentrados. Sus principales productos son la papa seca, la maca seca, la harina de maca, el maíz pelado y, entre las mermeladas, las de saucón, capulí y tomatillo.

En su desarrollo, el grupo de Pilcomayo pasó por tres etapas definidas:

- primera etapa, de formación y producción incipiente: 1987-1989
- segunda etapa, de refuerzo productivo y comercial: 1989-1992
- tercera etapa, de consolidación empresarial (PRODASAC) y exportación: 1993-1998

En el primer periodo, a partir de grupos de mujeres que generaron organizaciones primarias de manera espontánea o por necesidades puntuales dentro de la comunidad —como recibir asistencia alimentaria del Estado—, SEPAR realizó un apoyo importante con énfasis en el trabajo organizativo, de concientización sobre la situación de la mujer y de participación política en el desarrollo de sus comunidades. Ello estuvo acompañado por un proceso productivo artesanal que revaloró los cultivos andinos y los productos transformados de manera tradicional y puso énfasis en el rescate de la cultura andina.

En el segundo periodo se dio prioridad a la especialización tecnológica de las asociadas y a la adaptación de tecnologías, principalmente de secado. Se incursionó en varios supermercados de la provincia, se mantuvieron los mercados de los centros de abasto populares, el mercado central de la provincia y algunas ONG. Los problemas se centraron en aspectos de gestión, de falta de capital de trabajo, de regularidad en el abastecimiento y de participación de las socias, lo que había afectado el dinamismo productivo de esta unidad. En este periodo la asistencia técnica y organizativa fue proporcionada por ITDG y SEPAR, respectivamente, con el apoyo financiero de UNIFEM.

Por lo resultados antes mencionados, en 1993 se modificó el modelo empresarial y se pasó de una unidad económica componente de una asociación a una sociedad comercial de responsabilidad limitada. Este periodo se inició con una discusión interna y autoselección de las socias, ahora con mayor aporte, entrega y responsabilidad. La microempresa mantuvo la participación de cinco socias, que fueron definidas como socias activas. Las quince restantes quedaron co-

mo socias pasivas. La diferencia entre las dos categorías radicaba en que la propiedad de la empresa correspondía a las socias activas, mientras que las pasivas tenían oportunidad de empleo y participación en las acciones de capacitación que se canalizaban desde las ONG. Este periodo se complementa con una mayor definición empresarial y de la propiedad, de modo que PRO-DASAC adquirió un mayor impulso técnico, de la gestión y la comercialización. Se optó por contratar a un administrador y la función de comercialización se asignó a vendedores externos que recibían comisiones. Un aspecto importante fue la inversión realizada en equipamiento y el diseño de una mejor presentación del producto (empaques y envases, mayor información de cada producto, formas de uso, etcétera) elementos que ayudaron a la microempresa a despegar económicamente, a atender a un mayor número de mercados locales (autoservicios, cooperativas, bodegas, etcétera) y a ampliar su cobertura a la ciudad de Lima —la capital—, específicamente a las tiendas de productos vegeterianos. Los avances fueron evidentes. Es importante resaltar la captación de nuevos mercados para sus productos, considerados naturales y nutritivos, ventaja que se puede aprovechar mejor aún desarrollando una adecuada estrategia comercial.

En esta última etapa (año 1998), la ampliación de mercados ha llegado al ámbito internacional, para lo cual el tamaño de planta y la tecnología se han revisado, pues se trata de un reto diferente. En efecto, hace unos meses se han cambiado las secadoras solares a mixtas; los diseños simples de los envases de polietileno a diseños más técnicos, y la constitución de la sociedad de SRL a sociedad anónima, lo que ha dado origen a PRO-DASAC, ahora con nuevos retos y desafíos.

ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Principales líneas de producción

A medida que han pasado los años, la microempresa en mención ha venido desarrollando dos líneas de especialización: los deshidratados y los concentrados.

Productos deshidratados

Los productos deshidratados se desarrollan a partir de dos cultivos tradicionales en la región central del país: la papa y la maca. La definición de estos productos partió de reconocer las bondades de los cultivos andinos y la participación de la mujer desde una dimensión cultural, alimentaria nutricional, comercial y de género.

A la fecha, el producto más importante, seguido de la papa seca, es la harina de maca orgánica, como respuesta a la demanda de este producto por sus propiedades nutritivas, calóricas y afrodisiacas, principalmente en los mercados de Lima y del exterior.

Elaboración de papa seca

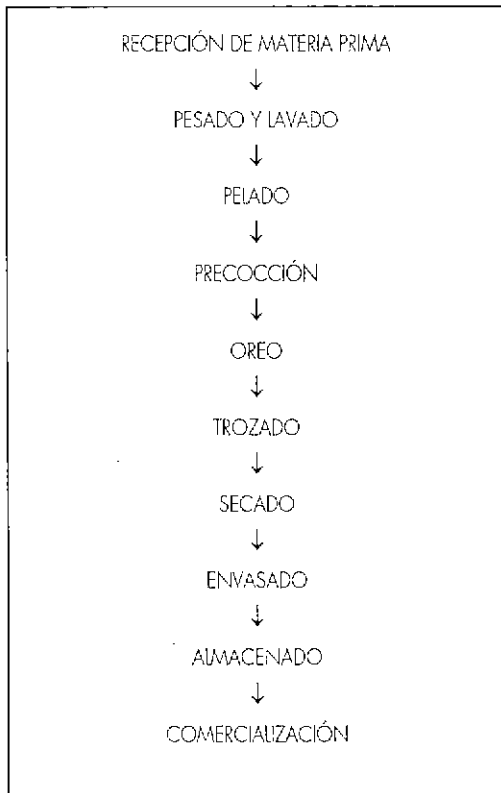
La papa seca, en su principal presentación tipo granulado grueso, especial para la preparación de un plato típico peruano llamado *carapulcra*, se realiza según los siguientes criterios:

· Criterio	Resultado
· variedades	yungay y revolución
· calidad de la papa	tercera
· temperatura de secado	55 °C
· tiempo de secado	36 h
· rendimiento	aproximadamente 22%
· tipo de secado	mixto (aire caliente más solar)

El rendimiento en la obtención de papa seca ha sido mejorado efectuando una variante en el proceso productivo: hasta hace tres años la papa era picada, secada y molida; ahora, en lugar del picado se procede directamente a un trozado del tamaño final del producto, que se seca y se comercializa. Esto permite evitar las pérdidas en la operación de la molienda, que es obviada.

En síntesis, el diagrama de flujo seguido para la obtención de papa seca es el siguiente:

Diagrama de flujo para la obtención de papa seca

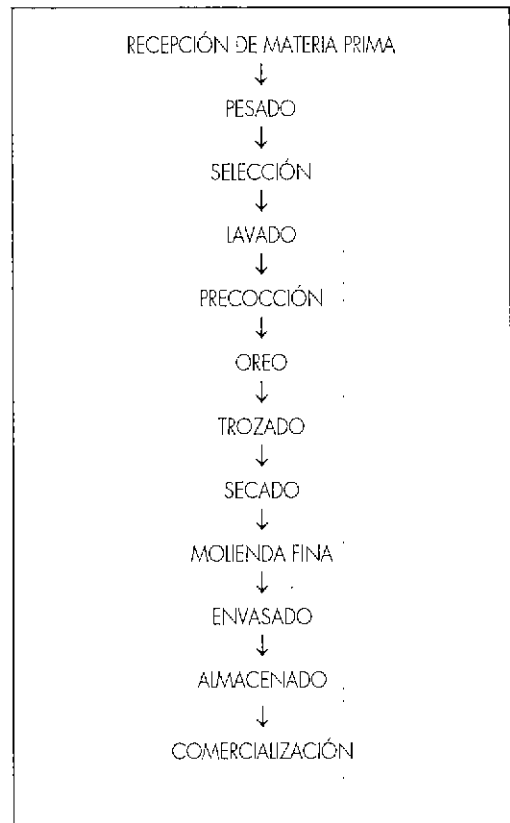


Derivados de maca

Los productos que se obtienen de la maca (*Lepidium meyenii Walp*) son los *gritz* y la harina. La elaboración de los *gritz* se realiza tomando en cuenta los siguientes criterios:

Criterio técnico	Resultado
ecotipo	maca blanca de Junín y/o Chupaca
calidad de la maca	segunda orgánica
temperatura de secado	55 °C
tiempo de secado	aproximadamente 48 horas
rendimiento (maca seca)	30%
tipo de secado	mixto (aire caliente más solar)

Diagrama de flujo para la obtención de gritz y harina de maca



Productos concentrados

Como productos concentrados se elaboran principalmente mermeladas de frutas andinas, tales como el sauco, el tomatillo y el capulí, que se combinan previamente con manzana para aprovechar la pectina natural de ésta última.

cuadro 1	Volúmenes de producción	
	Años	Cantidad (kg)
	1994	3530
	1995	3576
	1996	2760
	1997	2464
	1998	810 *

Fuente: Registros de producción de la AMVM Yachaq Mama

* Producción correspondiente a tres meses de operación.

En el cuadro 1 se observa que en el año 1996 hubo un decremento en la producción, debido a que se dejó de producir maíz pelado. La causa de ello fue que los márgenes de rentabilidad eran bajos (5%), por lo que se incrementaron los niveles de producción de harina de maca, que es el producto más rentable (30%). De manera similar, en el año 1997 se produjo en menor proporción la papa seca por la misma razón (rentabilidad 10%), y se inició una producción más sostenida de harina de maca. En resumen, se puede afirmar que, ahora, la harina de maca es el principal producto de esta microempresa, el mismo que ha ido incrementándose progresivamente como respuesta a la demanda existente.

División del trabajo

La división del trabajo está en función a la especialidad adquirida con la capacitación, predisposición y experiencias previas de cada una de las socias integrantes, como se ve en el cuadro 2.

cuadro 2	Niveles de especialización de las socias			
	Socias integrantes	Gestión administrativa	Gestión productiva	Comercialización
	Rosa Ochoa	X	X	
	Benjamina Aliaga		X	
	Dula García		X	
	Victoria Rojas		X	
	Rocio López			X

Actualmente existe todavía cierta debilidad en el manejo administrativo y comercial de la empresa. La especialización de las socias principalmente abarca los aspectos técnicos y producti-

vos. Por esta razón, hasta que el proceso de capacitación y la transferencia del manejo técnico empresarial se afiance, la gerencia de la empresa está bajo la conducción de personal externo. Los procesos productivos son asumidos rotativamente por las señoras Benjamina Aliaga, Dula García y Victoria Rojas, y la comercialización inicialmente es conducida por la señora Rocio López. Sin embargo, esta última área está siendo soportada aún por el mismo gerente.

Adaptación tecnológica

La adaptación de tecnologías se ha ido dando progresivamente de acuerdo a las exigencias del mercado, la competencia, la asistencia técnica y la necesidad de hacer una actividad rentable para las asociadas del grupo, unidad de producción o microempresa. En un primer momento la tecnología fue artesanal, pero luego, en una segunda etapa, se pasó a una tecnología apropiada. Creemos que ahora la tecnología sigue siendo apropiada, pero tiene mayores niveles de implementación y manejo, especialmente en la tecnología de secado.

El cuadro 3 muestra la evolución del proceso de adaptación y adopción de tecnologías y niveles de gestión sobre la base de algunos elementos dentro del entorno señalado en gris.

En la actualidad, la planta cuenta con los siguientes equipos y maquinaria, además de herramientas básicas:

Equipos	Capacidad	Fabricación
un deshidratador mixto	500 kg/batch 2-3 días	nacional, componentes importados
una peladora mecánica	120 kg/h	local
una trozadora manual	120 kg/h	local
una trozadora de maca	60 kg/h	local
una selladora manual	60 bolsas/min	local
una balanza de plataforma	500 kg	local

Estos equipos tienen una capacidad de 2,8 t/mes de secado y más de 30 t al año, capacidad que se ha reforzado para esta última etapa con motivo de las posibilidades de exportación.

cuadro 3 Aspectos	Proceso de evolución de PRODASAC		
	Periodos		
	1er: 1987-1989	2º: 1989-1993	3er: 1993-1998
tecnología:			
- secado	solar al piso, tendales	módulo solar	módulo solar, secadora mixto.
- acondicionado de materia prima	cocción (alto consumo energía)	precocción (ahorro de energía y calidad de producto), higiene, mayor rendimiento incorporación de equipos mejorados (peladora, trozadora, secadora solar, selladora, etcétera)	precocción, ajuste en acondicionamiento previo al secado equipamiento completo
nivel de implementación	sin equipamiento	polietileno 3 mils, diseño básico del empaque, recetas básicas de uso	
envases	polietileno simple		polipropileno 3 mils, diseño profesional e información del producto
gestión:			
- uso de instrumentos	información "en la cabeza"	registros básicos	registros y libros
- nivel de producción (kg/año)	menor a 1000	1000-2500	2500-3500 hasta el '97, proyectado a más de 10 000 en adelante
- propiedad	de todos, de nadie: no definida	de todas las socias aportantes con trabajo	de las socias accionistas
- organización	idea de grupo	idea de unidad productiva	idea clara de microempresa
mercados (ámbitos geográficos)	local	local, provincial, capital	local, provincial, capital, exterior
No. de socias	veinte activas	cinco activas quince pasivas	cinco trabajadoras socias (se proyecta generar cinco empleos fijos y diez a tiempo parcial)
apoyo institucional	una sola (SEPAR)	dos (ITDG, SEPAR)	más de tres
tipo de apoyo institucional	organizativo, social	técnico, de gestión básica, comercialización	técnico, gestión, créditos y comercialización
situación del país	periodo de la hiperinflación y recesión fuerte presencia del terrorismo en la zona	periodo de ajuste estructural y libre mercado fuerte presencia del terrorismo en la zona	periodo de reactivación y, últimamente recesión terrorismo; sin presencia

anexo 2

DATOS DE INTERÉS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEST, R. (1990). *Secado natural de la yuca en la costa norte* (Colombia) (mimeo).
- Bo-Pujehun Agricultural Programme (1984). "Gari industry in Bo-township". En *Report Series*, No. 23.
- Bo-Pujehun Rural Development Project (1986). "Profile of women in farming systems". En *Occasional Paper*, No. 4.
- BREKELBAUM, T. (comp.) (1991). *Secado natural de la yuca en la costa norte de Colombia*. Cali, Colombia.
- BRUINSMA; WIRTSSENGURG y WIRDE-MANN (1983). *Selection of technologies for food processing in developing countries*. Wageningen, Países Bajos.
- COOKE, R. V. (1978). "Cassava and the cyanide problem". En *West African Technical Review*, enero, pp. 67-71.
- FAO (1984). *FAO Year Book*.
- HORTON, D.E.; FANO, H. (1985). *Potato atlas*. CIP.
- ILO (1987). "Gari processing. Technologies for rural women-Ghana". En *Technical manual*, No. 4, ILO/Gobierno de los Países Bajos/Concejo Nacional de Mujeres y Desarrollo, Accra, Ghana.
- ILO/NCWD (1987). "Technologies for rural women-Ghana". En *Technical Manual*, No. 4, ILO/Concejo Nacional de Mujeres y Desarrollo, Accra, Ghana.
- MOMOH, M.; FREY-NAKONZ, R.; BAUER, E. (1984). "Gari industry in Bo township. Bo-Pujehun rural development project, agricultural programme". En *Report Series* No. 23.
- NEW, R. (1986). *The development of sago products in Papua New Guinea*. Appropriate Technology Development Institute, Lae, Papua Nueva Guinea.
- RIVERA-ORTIZ, J.M.; GONZALES, M.A. (1972). "Lye peeling of fresh yam, *Dioscorea alata*". En *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, vol. 56, No. 1, pp. 57-63.
- WILLIAMS, C.E. (1982). "The effect of technological innovation among rural women in Nigeria, a case study of gari processing in selected villages of Bendel State, Nigeria". En *Journal of Rural Development*, No. 5.

LECTURAS ADICIONALES

- ADAMS, E. (1987). "Taro varieties and their uses in the Pacific Islands States". En *The Courier*, No. 101, pp. 92-93.
- ADEKANYE IN AHMED, I. (ed.) (1985). *Innovation and rural women in Nigeria: cassava processing and food production*. Technology and Rural Women.
- AKORADA, M. (1987). "Yam, sweet potato and cocoyam". En *The courier*, No. 101, pp. 78-81.
- ALONSO, L. (1996). *Evaluación de tres plantas productoras de harina y plátano*. Proyecto CARITAS-PRODAR, II Informe, Santiago de Cali, Colombia.

- ATI (1986). "Potato based food products in Peru". En *Appropriate Technology International Bulletin*, No. 7.
- BENNISON, H. (1987). "Cassava: its developing importance". En *The Courier*, No. 101, pp. 69-71.
- BOCCAS, B. (1987). "Cassava: staple food of prime importance in the tropics". En *The Courier*, No. 101, pp. 72-73.
- BOOTH, R.H.; WHOLEY, D.W.; WEBER, E.J.; COCK, J.H.; CHOUINARD, A. (eds.) (1978). "Cassava processing in southeast Asia". En *Cassava harvesting and processing. Proceedings of a Workshop held at CIAT, Cali, Colombia*. IDRC, Ottawa, Canadá, pp. 7-11.
- BOUCHER, Francois; MUCHNIK, José (eds.) (1995). *Agroindustria rural: recursos técnicos y alimentación*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo; Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo, San José, Costa Rica.
- BREKELBAUM, Trudy (1991). *Secado natural de yuca en la costa norte de Colombia*. CELATER; IICA; RETADAR, Cali, Colombia.
- CARRUTHERS, I.; RODRÍGUEZ, M. (1992). *Tools for agriculture: a guide to appropriate equipment for smallholder farmers*. IT Publications, Londres, Reino Unido.
- CEDILLO, V.G. (1982). "Cassava rice or landang". En *The Philippine Agriculturalist*, vol. 35, No. 8, pp. 434-440.
- Centro Internacional de la Papa (1991). *Mejoramiento de la papa y la batata en el mundo*. CIP, Lima, Perú.
- Centro Internacional de la Papa (1991). *Bibliografía de papa y batata (camote) por autores y coautores peruanos auspiciados por el CIP*. CIP, Lima, Perú.
- Centro Internacional de la Papa (1991). *Raíces y tubérculos andinos*. CIP, Lima, Perú.
- CERES (1979). "Another look at potato's potential in infant diets". En *Ceres*, vol. 12, No. 6.
- CERES (1980). "A plea for the potato". En *Ceres*, vol. 14, No. 1.
- CHAN, H.T., Jr. (ed.) (1983). *Handbook of tropical foods*. Marcel Dekker, Inc., Nueva York, Estados Unidos.
- CHARBONNEAU, R. (1986). "Just add potatoes: enriching the peruvian diet". En *IDRC Reports*, vol. 15, No. 2.
- CIAT (1993). *Maquinaria y equipo tecnológico para la industria de extracción de almidón de yuca*. CIAT, Universidad del Valle, CIRAD.
- CLIMACO, J. (1993). *A farinha de mandioca em Almenara. Diagnóstico da producao, beneficiamento da mandioca e comercializacao da farinha*. Caritas Diocesana de Almenara. Intercambio de Tecnologías Alternativas. Minas Gerais, Brasil.
- CORREA, C.; HENRY, G. (1992). "Desarrollo de la yuca en América Latina en las décadas 70 y 80 y perspectivas para los 90 ante la apertura". En *Memorias del primer encuentro nacional de agroindustria rural*. REDAR Colombia, CELATER, CHID. Santafé de Bogotá, Colombia, pp. 73-106.
- COURSEY, D.G. (1965). *The role of yams in West African food economics*, reimpression de World Crops. Grampian Press Ltd., Londres, Reino Unido.
- COURSEY, D.G.; FERBER, C.E.M., en PLUCKNETT, D.L. (ed.). "The processing of yams". En *Small-scale processing and storage of tropical root crops*. Westview Press, Boulder, Colorado, pp. 189-211.
- COURSEY, D.G. (1982). "Traditional tropical root crop technology: some interactions with modern science". En *IDS Sussex Bulletin*, vol. 13, No. 3, pp. 12-20.
- COURSEY, D.G. en CHAT, H.T. Jr. (ed.) (1983). "Yams". En *Handbook of Tropical Foods*. Marcel Dekker Inc., Nueva York, Estados Unidos.

- COURSEY, D.G. en TERRY, E.R.; DOKU, E.V.; ARENE, O.B.; MAHJUNGU, N.M. (ed.) (1984). "Potential utilisation of major root crops with special emphasis on human, animal and industrial uses" y "Tropical root crops: production and uses in West Africa". En *Proceedings of Second Triennial Symposium*, International Society Tropical Crops. Doula, Camerún, pp. 25-35.
- CALLE, L. (1995). *Evaluación del poder de expansión durante la fermentación del almidón dulce de dos variedades de yuca (Manibot esculenta Crantz)*. Anteproyecto de tesis (Fondo FIAR) Manta, Ecuador.
- COURSEY, D.G. (sin fecha). "Food technology and the yam in West Africa". En *Tropical Science*, vol. VIII, No. 4.
- COURSEY, D.G.; BOOTH, R.H. (sin fecha). *Contributions of postharvest technology to trade tropical root crops*. Tropical Products Institute, Londres, Reino Unido.
- CRABTREE, J.; KRAMER, E.C.; BALDREY, J. (1978). "The breadmaking potential of products of cassava as partial replacements for wheat flour". En *Journal of Food Technology*, vol. 13, pp. 397-407.
- CRIOLLO, L. (1996). "Conservación de yuca (*Manibot esculenta crantz/fresca*)". Tesis: *Qué variedad técnica de Ambato*. PRODAR-Fondo FIAR, Ambato, Ecuador.
- DE VRIES, C.A.; FERWADO, J.D.; FLACH, M. (1967). "Choice of food crops in relation to actual and potential production in the tropics". En *Netherlands Journal of Agricultural Science*, vol. 15, pp. 241-248.
- DENDY, D.A.V.; JAMES, A.W.; CLARKE, P.A. (1970). "Work of the Tropical Products Institute on the use of non-wheat flours in breadmaking". En *Proceedings of a symposium on the use of non-wheat flour in bread and baked goods manufacture*. Tropical Products Institute, Londres, Reino Unido.
- DUPONT, J. (1983). "Yams have their reasons". En *IDRC Reports*, vol. 12, No. 2.
- DURRANT, N. (1987). "The pre-eminence of roots and tubers in the diets of the Caribbean peoples". En *The Courier*, No. 101, pp. 89-91.
- ETEJERE, E.O.; BHAT, R.B. (1985). "Traditional preparation and uses of cassava in Nigeria". En *Economics Botany*, vol. 39, No. 2, pp. 157-164.
- EZEKWE, G.O. (sin fecha). *Mechanizing the peeling of cassava and yam*. Universidad de Nigeria, Nsukka, Nigeria.
- FAO (1981). "Food loss prevention in perishable crops". En *FAO Agricultural Services Bulletin*, No. 43, Roma, Italia.
- FELLOWS, P. y HAMPTON, A. (1992). *Small-scale food processing: a guide to appropriate equipment*. IT Publications, Londres, Reino Unido.
- FRESCO, L.O. (1986). *Cassava in shifting cultivation: a systems approach to agricultural technology development in Africa*. Royal Tropical Institute, Países Bajos.
- FLEURY, J.M. (1980). "Message to agronomists: more than agronomic factors must be taken into account when promoting cassava in developing countries". En *The IDRC Reports*, vol. 9, No. 2.
- FOMUNYAM, R.P.; ADEGDOLA, A.A.; OKE, O.L. (1980). "The role of palm oil in cassava-based rations. Tropical root crops research strategies for the 1980s". En *Proceedings of first triennial root crops symposium*. Ibadan, Nigeria, pp. 152-153.
- GEBREMESKEL, T.; OYEWOLE, D.B. (1987). *Cocoyam in Africa and the world trends of vital statistics 1965-1984*. Socio-economic Unit, International Institute of Tropical Agriculture, Nigeria.
- GONZALES URETA, Anderson (1995). *La maca (Lepidum meyenii Walp), cultivos y usos*. Instituto Peruano de Desarrollo "Hombre y tierra", Lima, Perú.
- GOTTRET, V. et al. (1995). *La industria del almidón en el departamento del Cauca, Colombia*. CORPOTUNIA, CIRAD, CETEC, UNIVALLE, Fundación Carvajal, CIAT.

- GRACE, M.R. (1977). "Cassava processing". En *FAO Plant Production and Protection Series*, No. 3, Roma, Italia.
- HORTON, D.E. (1987). "Potatoes in the Third World". En *The Courier*, No. 101, pp. 82-84.
- HOOVER, M.W.; MILLER, N.C. (1973). "Process for producing sweet potato chips". En *Food Technology*.
- HORTON, D.; LYNAM, J.; KNIPSCHBEER, H. (sin fecha). *Root crops in developing countries-an economic appraisal*.
- IHEKORONYE, A.I.; NGOODY, P.O. (1985). *Integrated food science and technology for the tropics*. Macmillan Publishers Ltd, Londres, Reino Unido, pp. 266-270.
- IIT (1987). *Amelioration Technique et Economique du Process Rural de Production de L'Amidon Aigre du Manioc*. IIT/CEEMAT, Bogotá, Colombia (mimeo).
- IITA-UNICEF (1986). *Cassava-a crop for household security: a 1986 situation analysis for Oro local area-Nigeria*. Socio-economic Unit, International Institute of Tropical Agriculture, Nigeria.
- ILO (1984). *Improved village technology for women's activities: a manual for West Africa*. ILO/Gobierno de Noruega.
- INGRAM, J.S. (1977). *Cassava processing: commercially available machinery*. TPI Report.
- KWATIA, J.T. (1986). *Cassava: storage, processing and utilization*. IITA/UNICEF consultation on the promotion of household food production and nutrition.
- KWATIA, J.T. (1986). *Report on the existing cassava storage and processing techniques in Southern Nigeria with a view of making recommendations for the establishment of rural cassava processing and utilization centres*. UNICEF/IITA collaborative programme for household food security and nutrition.
- LANCASTER, P.A.; INGRAM, J. S.; LIM, M.Y.; COURSEY, D.G. (1982). "Traditional cassava-based foods: survey of processing techniques". En *Economic Botany*, vol. 36, No. 1, pp. 12-45.
- LANCASTER, P.A.; COURSEY, D.G. (1978). "Traditional post harvest technology of perishable tropical staples". En *FAO Agricultural Services Bulletin*, No. 59.
- LARLEY, B.L. (1970). "A prototype cassava grater for use in Ghana, based on studies of existing graters". En *Ghana Journal of Agricultural Science*, vol. 3, pp. 53-59.
- LEVI, S.S.; ORUCHE, C.B. (1958). "Some inexpensive improvements in village scale garri making". En *Research Report No. 2*, Federal Ministry of Commerce and Industry, Lagos, Nigeria.
- LOFTAS, T. (1987). "Essential elements in nutrition". En *The Courier*, No. 101, pp. 66-68.
- LÓPEZ DE V., A.M. (1985). "Cassabe, the cassava bread". En *Cassava Newsletter*, vol. 9, No. 2, pp. 1-3.
- MARTIN, F.W. (1983). *Women's role in root and tuber crops production*. Expert consultation of women in food production 7-14 de diciembre. FAO ESH: WIFP/83/16.
- MAY J.H., W.K. (1983). *Taro: a review of colocasia esculenta and its potential*, pp. 261-268.
- MONTERO, Roberto (1992). *Papa seca*. Intermediate Technology Development Group, Lima, Perú.
- OBLAKOR, E.K.; CHIORI, C.O. (sin fecha). *Pretreatment of cassava tubers in hot "lye" solution for mechanized peeling*. Facultad de Ingeniería, Universidad de Benin City, Nigeria y Departamento de Farmacología, Universidad de Nigeria, Nsukka, Nigeria.
- ODIGBOH, E.U., en PLUCKNETT, D.L. (ed.) (1979). "Mechanical devices for peeling cassava roots". En *Small-scale processing and storage of tropical root crops*. Westview Press, Boulder, Colorado, Estados Unidos.
- RICARD, J.E. (1983). "Post harvest problems of tropical root crops". En *Alafua Agricultural Bulletin*, vol. 8, No. 2, pp. 65-72.

- ROMANOFF, S. 1989. *Manual de referencia para la promoción de asociaciones y de procesadores de yuca*. FUNDAGRO-CIAT. Quito, Ecuador.
- ROMANOFF, S.; RODRIGUEZ, M. (1989). *La industria de la yuca en la costa ecuatoriana*. Memoria de II seminario sobre yuca. FUNDAGRO, INIAP, CIAT. Quito, Ecuador.
- RUIZ, V.; RUALES, J. (1995). "Instructivo de control de calidad para la elaboración de productos derivados de yuca". En *Producción de almidón*, vol 1 UATTAPPY, EPN-IIT, Quito, Ecuador.
- SCOTT, G. et al. 1992. *Desarrollo de productos de raíces y tubérculos*, vol. II, América Latina. Memorias del taller sobre procesamiento, comercialización y utilización de raíces y tubérculos en América Latina. 8-12 abril 1991. Guatemala. CIP, Lima, Perú.
- TERRY, E.R.; DOKU, É.V.; ARENE, D.B.; MAHUNGU, N.M. (1984). *Tropical root crops: production and uses in Africa*, IDRC-221e.
- TRUJILLO, J.M. (1992). "La agroindustria del almidón de yuca en el departamento del Cauca". En *Memorias del primer encuentro nacional sobre agroindustria rural*.
- VIERA, M.A. (1987). *Diseño de una planta piloto para la producción de trocitos de yuca*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Sección de Utilización de Yuca. Cali, Colombia.
- UNIFEM (1988). *Root crop processing*. Food Cycle Technology Source Book No. 5, Nueva York, Estados Unidos.
- VILLACORTA, María Luisa (1988). *Transformación de productos agroindustriales andinos para la alimentación: recopilación de estudios, proyectos y programas*. CCTA, Lima, Perú.
- WENHAM, J.E. (1995). *Post-harvest deterioration of cassava. A biotechnology perspective*. NRI, FAO, Roma, Italia.
- WERGE, R.W. (1978). "Potato processing in the central highlands of Peru". En *Ecology of food and nutrition*, vol. 7, pp. 229-234.
- WHEATLEY, C. et al. (1995). *Adding value to root and tuber crops. A manual on product development*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- WILLIAMS, C.E., en PLUCKNETT, D.L. (ed.) (1979). "The role of women in cassava processing in Nigeria". En *Small-scale processing and storage of tropical root crops*. Westview-Press, Boulder, Colorado, Estados Unidos, pp. 340-353.

Las siguientes instituciones pueden ser contactadas para obtener mayor información acerca del procesamiento, equipamiento y experiencias de los proyectos de planeamiento en el procesamiento de tubérculos. Algunas de estas instituciones han desarrollado su propio equipo, que ha sido probado en el campo.

África

Agricultural Engineering Department, University of Nigeria: África occidental.

Agricultural Engineering Department, University of Science and Technology: Kumasi, Ghana, África occidental.

Agrico, Agricultural Engineers Ltd., Ring Road Industrial Area: PO Box 12127, Accra North, Ghana, África occidental.

Department of Agricultural Engineering, Njala University College: Freetown, Sierra Leona, África occidental.

Rural Agro-Industrial Development Scheme: 11 University Crescent, PMB 5517, Ibadan, Oyo State, Nigeria, África occidental.

TAEC (Tikonko Agricultural Extension Centre): c/o Methodist Church Headquarters: Wesley House, PO Box 64, Freetown, Sierra Leona, África occidental.

TCC (Technology Consultancy Centre): University of Science and Technology Kumasi, Ghana, África occidental.

IITA (International Institute of Tropical Agriculture): PMB 5320, Ibadan, Nigeria.

FABRICO (The Fabrication and Production Company): Asaba, S.W. Nigeria.

FIIR (The Federal Institute of Industrial Research): Oshodi, Lagos, S. W. Nigeria.

PRODA, The Production Development Agency: 3 Independence Layout, PO Box 609, Enugu, Anambra State, Nigeria.

Root Crop Research Institute: Umudike, Umuhia, Imo State, Nigeria.

CONTACTOS

Asia

CTCRI (Central Tuber Crops Research Institute): Sreekariyan, Trivandrum, 695015 Kerala, India.

P.T. Kerta Laksana: Jl Jenderal Sudirman 504, Bandung, Indonesia.

Philippine Root Crop Research and Training Centre: Visayas State College of Agriculture, Bay Bay, Leyte 7127, Filipinas.

Department of Agricultural Chemistry and Food Science. Universidad de Filipinas, Diliman, Q.C. 3004, Filipinas.

Latinoamérica

INTA (Estac. Exp. Agrop. Balcarce): C. C. 276, 7620 Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

Universidad Mayor de San Simón, programa de Alimentos y Productos Naturales: Cochabamba, Bolivia.

INIA: Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Universidad de Chile, facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: Casilla 1004, Santiago, Chile.

Universidad Austral de Chile: Valdivia, Casilla No 567, Valdivia, Chile.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical): Apartado aéreo 67-13, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

CORPOICA, Tibaitatá, Biblioteca Agropecuaria de Colombia: Apartado aéreo 151123-Eldorado, Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.

SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje): Centro Agropecuario de Buga: La Variante Buga-Tulua, Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia.

Universidad del Valle, departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos: Cali, Valle del Cauca, Colombia.

- CITA (Centro de Investigaciones en Tecnologías de Alimentos): Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Programa de Información Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería: Apartado 10094-1000, San José, Costa Rica.
- PRODAR (Programa Cooperativo de Desarrollo Agroindustrial Rural), IICA: Apartado postal 55-2200, Coronado, Costa Rica.
- CIDA (Centro de Información y Documentación Agropecuaria): Gaveta postal 4149, La Habana 4, Cuba.
- Biblioteca General Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería: Av. Amazonas y Eloy Alfaro, Quito, Ecuador.
- Escuela Politécnica Nacional: Ladrón de Guevara s/n, Quito, Ecuador.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias): Avenida Amazonas y Eloy Alfaro, Esquina, Quito, Ecuador.
- Universidad Técnica de Ambato, facultad de Ingeniería de Alimentos: Ambato, Ecuador.
- ICTA-CEDICTA: km 21,5, carretera hacia Amatitlán, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica): Apartado postal 1188, carretera Roosevelt, zona 11, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Universidad de San Carlos, CEDIA, facultad de Agronomía: Apartado postal 1545, Guatemala, Guatemala.
- CEMAT (Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada): Apartado postal 1160, 18, calle 22-25, zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- CEDIA, Secretaría de Recursos Naturales, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria: Apartado postal 5550, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo): Apartado postal 6-641, 06600 México, D.F., México. Londres 40, México 6, DF México.
- INIFAP, Campo Experimental Bajío: Apartado postal 112, 38000 Celaya, Gto., México.
- CENIDA, Universidad Nacional Agraria: Apartado 1487, Managua, Nicaragua.
- CIP (Centro Internacional de la Papa): Apartado 5969, Lima, Perú.
- ITDG-Perú (Intermediate Technology Development Group), programa de Agroprocesamiento: Jorge Chávez 275, Lima 18, Perú. Casilla postal 18-0620, Lima 18, Perú. Teléfonos: (511) 444-7055, 446-7324, 447-5127. postmaster@itdg.org.pe/www.itdg.org.pe
- INDDA (Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial): Av. La Universidad 509, La Molina, Lima, Perú.
- UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina), programa de Industrias Alimentarias: Av. La Universidad s/n, La Molina, Lima, Perú.
- BINA (Biblioteca Nacional de Agricultura "Dr. Moisés S. Bertoni"): Casilla de correo N° 825, Asunción, Paraguay.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal): Apartado 885, San Salvador, El Salvador.
- INIA, Estación Experimental "Las Brujas": C. 33085, Las Piedras, Canelones, Uruguay.
- Universidad de la República, facultad de Agronomía: Av. E. Garzón 780, (12900) Montevideo, Uruguay.
- Universidad Central de Venezuela, facultad de Agronomía: Apartado 4579, Maracay 2101, Venezuela.

Europa

- GATE/GTZ. German Appropriate Technology: Exchange, Postfach 5180, D-6236 Eschborn 1, Alemania.
- FAO (United Nations Food and Agricultural Organization): Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.
- Nardi Francesco & Figli: 06017 Seici Lama, Perugia, Italia..
-

Department of Tropical Crop Science: PO Box 341, Wageningen 6700 AH, Países Bajos.

KIT. Royal Tropical Institute: Mauritskade 63, 1092 AD Amsterdam, Países Bajos.

ITDG (Intermediate Technology Development Group): Myson House, Railway Terrace, Rugby CV21 3HT, Reino Unido.

NRI (Natural Resources Institute): Central Avenue, Chatham Maritime, Chatham ME4 4TB, Reino Unido.

Crypto Peerless Ltd: Bordesley Green Road, Birmingham B9 4UA, Reino Unido.

Norteamérica

IDRC (International Development Research Centre): PO Box 8500, Ottawa K1G 3H9, Canadá.

ATI (Appropriate Technology International): 1331 H Street N.W., Washington DC 20005, Estados Unidos.

Publicaciones de ITDG-Perú

agroprocesamiento • seguridad alimentaria

COLECCIÓN: LIBROS DE CONSULTA SOBRE TECNOLOGÍAS APLICADAS AL CICLO ALIMENTARIO

En reconocimiento al importante rol que desempeña la mujer en la producción, procesamiento, almacenamiento, preparación y comercialización de alimentos en diversos países del mundo, UNIFEM inició en 1985 el proyecto *Tecnología aplicada al ciclo de producción de alimentos*. Este proyecto buscó promover la amplia difusión de tecnologías que probaron incrementar la productividad de la mano de obra femenina en diversos países de África, Asia, Europa y Latinoamérica. Se editaron once títulos en inglés y se tradujeron al portugués y al italiano. Ahora ITDG-Perú, con el apoyo de Atelier y la Agencia Española de Cooperación Internacional, ofrece la colección completa en castellano, que contiene los siguientes títulos:

- Procesamiento de frutas y vegetales
- Técnicas de envasado y empaque
- Extracción de aceites
- Procesamiento de cereales
- Transporte rural
- Procesamiento de pescado
- Técnicas de secado
- Técnicas de almacenamiento
- Rol de la mujer en la innovación tecnológica
- Procesamiento de lácteos
- Procesamiento de tubérculos

SERIE: CARTILLAS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Estas cartillas difunden alternativas de bajo costo para el procesamiento de diversos productos, con el fin de promover la generación de empleo e ingresos. Están escritas en forma sencilla y con ilustraciones que acompañan cada paso de los procesos facilitando la información. Los títulos publicados y por publicar en 1998 son:

- Papa seca
- Fruta confitada
- Helados de fruta y chupetes
- Bombones
- Vinagre de fruta
- Vino de fruta
- Marshmallows
- Expandidos
- Bocadillos fritos y maní confitado
- Yogur y helados de yogur
- Encurtidos
- Turrón de maní
- Néctares de fruta
- Molinería
- Frutas en almíbar

-
- **PROCESAMIENTO DE AZÚCAR. Producción de chancaca en la selva alta peruana**
Gonzalo La Cruz. Lima: ITDG, 1988

- **CULTIVANDO DIVERSIDAD. Recursos genéticos y seguridad alimentaria local**
David Cooper, Renee Vellvé, Henk Hobbelenk. Lima: ITDG; CCTA, 1991. ISBN: UK 1 85339 168 9

- **HUERTOS CON RIEGO PARA FAMILIAS CAMPESINAS**
Bernardino Tapia. Lima: ITDG, 1997. ISBN 9972 47 002 4

- **LA PEQUEÑA AGROINDUSTRIA EN EL PERÚ. Situación actual y perspectivas**
Marisela Benavides, Gloria Vásquez Coicedo y Jazmín Cazafranca. Lima: REDAR; ITDG, 1996. ISBN 1 85339 282 0

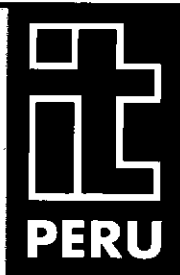
- **TERCER ENCUENTRO DE LA AGROINDUSTRIA RURAL. Ponencias. Tarapoto, marzo de 1997**
Daniel Rodríguez y Felipe Rodríguez, editores. Lima: REDAR; ITDG, 1998. ISBN 9972 47 018 0

Solicite mayor información sobre nuestras diversas publicaciones en tecnologías apropiadas y desarrollo sostenible.

INTERMEDIATE TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP, ITDG-PERÚ • ÁREA DE COMUNICACIONES

Av. Jorge Chávez 275 Miraflores, Lima 18, Perú. Tel.: 444-7055, 446-7324, 447-5127 Fax: 446-6621

E-mail: postmaster@itdg.org.pe Web: <http://www.itdg.org.pe>



En el Perú, desde 1985 **ITDG** viene realizando actividades de investigación, difusión, transferencia y adecuación tecnológica a través de sus programas de Agroprocesamiento, Energía, Riego y Desastres, y de sus áreas de Investigaciones y Comunicaciones. Como producto de estas experiencias, **ITDG-Perú** ofrece a profesionales, técnicos, promotores de desarrollo, comunidades organizadas, estudiantes y público en general, diversas publicaciones con alternativas tecnológicas viables por su costo, adaptabilidad y respeto al ambiente.

ITDG-Perú ha venido editando diversas publicaciones sobre los siguientes temas:

- Cambio tecnológico
- Energía
- Agroprocesamiento
- Forestería
- Espacio económico regional
- Seguridad alimentaria, riego y gestión del agua
- Vivienda, agua y saneamiento
- Gestión de desastres

Además, somos distribuidores para la región latinoamericana de **IT Publications**, que incluye publicaciones de **ITDG** (Reino Unido), **IDRC** (Canadá), **SKAT** (Suiza) y **Kit Press** (Reino Unido). **IT Publications** trata los siguientes temas:

- Agricultura y seguridad alimentaria
- Participación y desarrollo
- Género y desarrollo
- Agua, saneamiento y salud
- Desarrollo gerencial
- Transporte
- Educación, capacitación y comunicación
- Estudios de IT en conocimiento del desarrollo indígena
- Agroforestería y forestería
- Vivienda y construcción
- Desarrollo y planeamiento urbano
- Asuntos de desarrollo
- Alimentación y pesquería
- Industria y manufactura
- Energía
- Desarrollo empresarial, créditos y finanzas

ITDG es una organización de cooperación técnica internacional que promueve la tecnología apropiada como alternativa de desarrollo sostenible. A través del trabajo en sus ocho oficinas en el mundo (Sudán, Kenya, Zimbabwe, Sri Lanka, Bangladesh, Nepal, Inglaterra y Perú), **ITDG** ha acumulado valiosa información sobre tecnologías apropiadas, su adaptación y utilización en los más diversos entornos.

Encuesta

Evaluar los alcances del presente material como instrumento educativo y de difusión de tecnologías permitirá depurar las estrategias para que los futuros manuales sean más efectivos y cumplan cabalmente con las expectativas de cada uno de los lectores.

Solicitamos su ayuda para que conteste la presente encuesta y nos la envíe de regreso de manera que podamos procesarla. Su pronta respuesta permitirá remitirle los demás ejemplares de la colección.

Muchas gracias

Área de Comunicaciones
ITDG-Perú

1. Título de la publicación:

2. ¿Cómo accedió al presente material?

- a) En una biblioteca/centro de documentación/
servicio de información
- b) Lo solicitó directamente a ITDG
- c) Lo solicitó a UNIFEM
- d) Lo solicitó a ATELIER
- e) En su organización
- f) Se lo prestó un(a) amigo(a)/colega

3. ¿Cuántas personas, además de usted, han tenido oportunidad de revisar este material?

4. Usted calificaría las tecnologías presentadas como:

- a) Muy útiles b) Útiles c) Poco útiles d) Nada útiles

5. Usted calificaría los directorios de contactos y proveedores como:

- a) Muy útiles b) Útiles c) Poco útiles d) Nada útiles

6. ¿En qué sentido considera usted que el conjunto de la información presentada en esta publicación le es útil?

- a) Proporciona acceso a contactos con personas e instituciones especializadas en el procesamiento de alimentos a pequeña escala. SÍ NO
- b) Permite utilizar de manera práctica la información técnica.
- c) Proporciona ideas innovadoras sobre posibilidades de proyectos de transferencia de tecnología apropiada.

7. ¿Se ha beneficiado directamente con la información obtenida en esta publicación? SÍ NO

8. Relate brevemente una experiencia reciente en la cual haya aplicado algo de los conocimientos expuestos en la presente publicación:

.....

.....

.....

9. Relate brevemente una experiencia (no propia) en la cual se haya aplicado algo de los conocimientos expuestos en la presente publicación:

.....

.....

.....

10. Comentarios adicionales:

.....