

CARACTERIZACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE ALMIDÓN AGRIO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA ¹

María Verónica Gottret
m.gottret@cgiar.org

Guy Henry
Guy.henry@cirad.fr

Dominique Dufour
dominique.dufour@cirad.fr

Proyecto Desarrollo de Agroempresas Rurales
<http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/espanol/inicio.htm>
Palmira, Colombia

Abstract

Characterization of the cassava sour starch agroindustry in the department of Cauca, Colombia

The small-scale sour starch agroindustry of the Cauca valley comprises the largest concentration of sour starch producers, producing the highest output of the product in Colombia. The immediate objectives of the study described in this paper are to describe the industry and to characterize its main technical and socio-economic aspects. A further aim is to assess technology adoption and impact and, based on this, to develop a future research and development agenda involving all levels of the market channel.

It was noted that 208 starch plants participated in the study, comprising 95-98% of the existing number of plants. Results show that the industry is mostly small-scale, with only 32 plants standing out as small-to-medium sized, using more advanced processing technologies. Levels of technology are closely correlated to plant size and product output, and to distance from the major highway. The smaller plants, further from the highway and higher in the mountains, manifested the lowest levels of technology utilization, output, efficiency, credit use and technical assistance. Of three designated technology levels observed in the plants, the lowest level showed negative returns to investment. The industry in general is dynamic from a technology-adoption point of view, as smaller low-technology plants are replaced by larger high-technology units.

Additional activities of the larger study included problem and opportunity identification and prioritization through "focus groups" for each level of production technology, and for representatives of user groups, i.e. bread/pastry and snack food industries. This information will serve to generate a common agreeable research and development agenda, involving relevant sector interest groups and institutes, to be finalized in the development of an integrated sour starch industry project.

1 Una versión previa en francés fue publicada en *Les Cahiers de la Recherche Développement* No. 43, 1997.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En 1988 se inició un proyecto integrado de investigación y desarrollo de la producción y transformación de la yuca para la obtención y comercialización de almidón agrio de yuca, el cual fue implementado por CIRAD-SAR (*Centre de Coopération Internationale de Recherches Agronomiques pour le Développement, Département des Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux*) en colaboración con el CIAT (*Centro Internacional de Agricultura Tropical*), y el apoyo financiero del MAE (*Ministère Français des Affaires Etrangères*). El objetivo de este estudio fue el de apoyar el desarrollo del sector de producción de almidón de yuca en Colombia, enfocando el esfuerzo hacia los pequeños y medianos productores y procesadores de yuca. En este proyecto también participaron diversas instituciones locales, principalmente UNIVALLE (Universidad del Valle), la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, el Fondo DRI (Fondo de Desarrollo Rural Integrado), el PNR (Plan Nacional de Rehabilitación), la CVC (Corporación Autónoma Regional del Cauca), FINANCIACOOP (Instituto de Financiamiento y Desarrollo Cooperativo de Colombia), y COAPRACAUCA (Cooperativa Agraria de Productores y Rallanderos del Cauca). La coordinación institucional del proyecto estuvo a cargo de dos ONGs (Organizaciones no Gubernamentales) locales: CETEC (Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesoría Técnica) y SEDECOM (Servicio de Desarrollo y Consultoría para el Sector Cooperativo y de Microempresas). Estas ONGs son reconocidas en la zona por su trabajo en desarrollo comunitario, tienen un buen conocimiento de la zona en general y del sector de la transformación del almidón de yuca en particular (Chuzel y Muchnick, 1993). La mayoría de las actividades de este proyecto se llevaron a cabo en el Departamento del Cauca, Colombia.

Las unidades de procesamiento de yuca, localmente llamadas *rallanderías* se encuentran en su mayor parte ubicadas en el Norte del Departamento Cauca, en las márgenes de la carretera panamericana que une a Pasto con Popayán y Cali. Estas rallanderías se dedican básicamente a la producción de almidón agrio de yuca y algunas producen almidón dulce, pero generalmente por pedido. Zakhia et. al (1996) menciona que aproximadamente el 80% de la producción de almidón agrio en Colombia, se localiza en esta región.

Las prioridades del proyecto integrado de investigación y desarrollo fueron : (1) aumentar la eficiencia de procesamiento a través del mejoramiento tecnológico de los diferentes equipos (Chuzel, 1992); y (2) mejorar la calidad del producto final (Brabet, 1994). Además, el proyecto realizó actividades para el tratamiento de los desechos y aguas residuales generadas por el proceso (Rojas et. al, 1996) y coordinó un estudio para la evaluación socioeconómica del sector (Chacon y Mosquera, 1992; y Mosquera et. al, 1996).

1.2 Aportes del Proyecto

Los aportes del proyecto al mejoramiento del proceso y la transferencia de tecnología pueden agruparse en seis grandes categorías de acción :

- Mejoramiento tecnológico de la maquinaria y equipos tradicionales utilizados en la zona para la producción de almidón de yuca (Chuzel et al., 1995a y Chuzel et al., 1995b).
- Introducción del sistema de sedimentación por canales para reducir las pérdidas de almidón, mejorar la calidad del producto, y aumentar la eficiencia de proceso permitiendo un proceso continuo (CIRAD, 1994).
- Cambios en la distribución de la maquinaria y equipos para aprovechar la pendiente del terreno e implementar un sistema de gravedad. Esta distribución permite un flujo continuo de la materia prima, disminuyendo la necesidad de mano de obra y la fatiga de los trabajadores. Además, esta distribución de la maquinaria y equipos permite una mejor utilización del espacio y mejora la seguridad de los operarios, alejándolos de los motores, poleas, y correas de transmisión utilizadas para el funcionamiento de la maquinaria (Seemann, 1993).
- Mejoramiento de la calidad del producto final (Brabet et al., 1996). Estos trabajos agrupan numerosas actividades principalmente investigación sobre la influencia de las variedades de yuca (Dufour, 1995), la calidad del agua utilizada en el proceso, el mejoramiento de la maquinaria (lavadora, rallo y coladora), el tipo de sedimentación (tanques o canales), la fermentación (Zakhia et al., 1995), y el secado solar del almidón agrario (Dufour et al., 1995) en la calidad final del producto, especialmente en lo referente a su poder de expansión. También se realizó investigación básica en tecnología de alimentos para estudiar el desarrollo del poder de expansión durante el proceso (Asté, 1995; Laurent, 1992; Mestres et al., 1996a; y Mestres et al., 1996b).
- Evaluación e introducción de nuevas variedades de yuca adaptadas a la zona con características deseables para la transformación de la yuca y la producción de almidón agrario (Chuzel, 1992; y Dufour, 1995).
- Estudios de sistemas de tratamiento de aguas residuales adecuadas a las condiciones rurales, protegiendo el medio ambiente y los recursos hídricos (Alazard, 1996).

Otras actividades fueron desarrolladas en forma paralela y en asociación con el proyecto desarrollo. Estas fueron:

- Movilización de sistemas de crédito hacia los productores y procesadores de yuca para facilitar la adopción de la nueva tecnología de producción y procesamiento.

- Desarrollo de nuevos mercados industriales para la producción de las rallanderías (formulación de nuevos productos o redistribución por el circuito comercial de las grandes empresas agroalimentarias de la zona).
- Implementación de una estrategia comercial para la Cooperativa Agraria de Productores y Rallanderos del Cauca (COAPRACAUCA).
- Apoyo técnico a la industria agroalimentaria para la caracterización de la calidad de la materia prima (panificación, calidad sanitaria) y la formulación de nuevos productos a base del almidón agro.

1.3 Objetivos del Estudio

Después de siete años de implementación del proyecto en la zona del Cauca, el equipo de trabajo decidió evaluar el nivel de adopción de los componentes tecnológicos desarrollados y transferidos durante el período de colaboración y el impacto económico y social de este desarrollo tecnológico.

Para realizar esta evaluación de adopción e impacto del proyecto se implementó durante un período de dos años (1995-96) un estudio interinstitucional con la participación del CIRAD-SAR, CIAT, Fundación Carvajal, CORPOTUNIA (Corporación para el Desarrollo de Tunía), y CETEC, las cuales son las principales instituciones que han venido trabajando en el desarrollo de la agroindustria y tienen un buen conocimiento de ésta. Los objetivos de este estudio se pueden agrupar en cuatro objetivos:

- Realizar una caracterización de la agroindustria de procesamiento de almidón de yuca en el Departamento del Cauca.
- Evaluar la adopción y el impacto económico y social del proyecto integrado de investigación y desarrollo implementado en la zona por el CIRAD-SAR en colaboración con CIAT y otras instituciones locales.
- Identificar y priorizar los principales problemas o limitantes para el desarrollo de la agroindustria del almidón de yuca en forma participativa con todos los actores y usuarios del proyecto.
- Concertar con los diferentes actores y usuarios (productores, procesadores, instituciones, y la industria que usa almidón de yuca como materia prima) para desarrollar una propuesta de trabajo futuro e implementar un proyecto integrado de investigación y desarrollo para toda la cadena productiva desde el productor de yuca hasta el consumidor industrial.

Los objetivos de este estudio muestran que éste no solo se limitó a la evaluación de la adopción e impacto de la tecnología desarrollada durante la implementación del proyecto, y al análisis de las razones que tuvieron los procesadores para adoptar o rechazar las nuevas tecnologías propuestas

por las instituciones. Este estudio también buscó identificar la demanda actual de tecnología y los principales problemas que enfrenta actualmente la agroindustria. Esta información generada por el estudio fue esencial para que el equipo de trabajo pueda (re)enfocar las actividades de investigación y desarrollo, y de esta manera responder en forma adecuada a las necesidades reales de los usuarios del proyecto, y así, optimizar el impacto sobre el desarrollo del sector.

Por otra parte, el estudio permitió establecer prioridades para las actividades futuras de investigación y desarrollo de manera objetiva. Esta priorización se realizó de una manera participativa con los diferentes actores y usuarios del proyecto (procesadores, técnicos y extensionistas de las instituciones, y también la industria que compra el almidón de yuca como materia prima para producir otros productos). Esta identificación y priorización de necesidades y limitantes para el desarrollo del sector permitió llegar a una concertación entre los diferentes actores y usuarios de sector para definir una estrategia para el desarrollo del sector y desarrollar una propuesta para un proyecto de investigación, desarrollo y fomento de la agroindustria rural del almidón de yuca

Debido a lo extenso de este trabajo, se escribirán una serie de tres documentos : (1) caracterización de la agroindustria; (2) evaluación de la adopción e impacto del proyecto integrado de investigación y desarrollo; y (3) identificación de limitantes, priorización y desarrollo de un plan de acción concertado. Este documento, el cual es el primero de la serie, resume los resultados de la caracterización de la agroindustria de procesamiento de almidón de yuca en el Departamento del Cauca, Colombia.

2. Metodología del Estudio

2.1 FASE 1 : Planeación del Estudio

La fase de planeación del estudio incluyó las siguientes actividades ;

- Identificación de intereses de las instituciones que trabajan con el sector y de posibles colaboradores para el estudio. Para esto se realizaron varias reuniones de discusión y concertación con las instituciones que de una u otra forma habían trabajado en el pasado con el sector de procesamiento de almidón de yuca en el Departamento del Cauca. Las siguientes instituciones comprometieron su colaboración y participaron activamente durante los dos años del estudio : CIRAD-SAR (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), Département des systemes agroalimentaires et ruraux, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Fundación Carvajal, CETEC (Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesoría Técnica), y CORPOTUNIA (Corporación para el Desarrollo de Tunia).
- Recolección de datos secundarios (ya existentes) y evaluación de la utilidad de estudios anteriores, especialmente el estudio de base del proyecto de 1988-89 (Rey, 1979; Pinto, 1980; Janssen and de Jong, 1981; SEDECOM, 1988; FINANCIACOOP, 1990; Lenis et. al, 1990,

Chuzel y Muchnik, 1993; CETEC, 1994; y Zakhia et. al, 1996). Con base en esta información se identificaron los vacíos de información.

- Desarrollo de una propuesta de trabajo y metodología para la recolección de información primaria. Basándose en los objetivos del proyecto se diseñaron diferentes métodos para la recolección de información, dependiendo del tipo de información requerido.

2.2 FASE 2 : Recolección y Análisis de Información Primaria

Con el objeto de recolectar información primaria y analizarla se realizaron las siguientes actividades :

- **Encuesta formal estructurada de inventario y caracterización de la agroindustria de procesamiento de almidón agro en el Departamento del Cauca, Colombia.**

Se aplicó una encuesta estructurada a todas las rallanderías del Departamento del Cauca durante los meses de Mayo y Junio de 1995. Esta entrevista estuvo dirigida al dueño o administrador de la rallandería, la cual incluye once temas diferentes con preguntas cortas y puntales. Los temas son: (1) características de la rallandería, (2) características del ralladero, (3) producción y comercialización del almidón, (4) producción y comercialización de los subproductos, (5) materia prima, (6) estructura administrativa, (7) adopción de tecnología y cambios en infraestructura, (8) ingresos, (9) asistencia técnica, (10) crédito, y (11) priorización de problemas.

- **Evaluación visual del sistema de procesamiento de todas las rallanderías del Cauca.**

A la vez que se realizó la entrevista formal con todos los ralladeros, se completo una guía de evaluación de la tecnología utilizada, la capacidad de producción instalada, y la ubicación geográfica de la planta. Para esto se evaluó cada parte o fase del proceso y se hizo un inventario de las instalaciones y maquinaria en cada rallandería. La ubicación geográfica de cada ralladero se midió con un GPS (Global Position System). Este aparato permite determinar la ubicación geográfica (latitud, longitud, y altitud) a través de señales de satélite. Esta guía fue llenada por personas con conocimiento y experiencia en el proceso de transformación de la yuca en almidón.

- **Análisis de la información recolectada y post-estratificación de las rallanderías.**

La información recolectada fue codificada y analizada. Los datos de esta primera parte del estudio fueron analizados en forma descriptiva, utilizando principalmente análisis de frecuencias y medias. Los datos obtenidos de la encuesta formal estructurada aplicada a los ralladeros permitieron realizar una caracterización de sistema de producción de almidón agro de yuca en el Departamento del Cauca.

Con base a la información de la encuesta visual se realizó una caracterización de la tecnología utilizada en la región y se post-estratificó la población en cinco niveles tecnológicos. El nivel 1 incluye aquellas rallanderías donde el proceso se realiza totalmente en forma manual, mientras que el nivel 2 esta compuesto por las rallanderías que tiene ya sea el lavado o el colado mecanizado pero que todavía realizan algunos procesos en forma manual.

Las rallanderías donde todo el proceso ya esta mecanizado, generalmente con maquinaria tradicional y que no usan el sistema de canales para la sedimentación ni tienen la maquinaria distribuida en gravedad se incluyen en el nivel 3. El nivel 4 consiste de aquellas rallanderías en las que la sedimentación se realiza en canales o laberintos en lugar de tanques, lo cual permite un proceso continuo, aumentando la eficiencia y mejorando la calidad del producto. El nivel 5 incluye las rallanderías donde todo el proceso esta mecanizado, la sedimentación se realiza en canales, y además la maquinaria esta distribuida en diferentes niveles, haciendo uso del sistema de gravedad. Esta distribución de la maquinaria hace que el proceso sea mas eficiente, más descansado, y que requiera menos mano de obra.

- **Encuesta formal cuantitativa sobre costos de procesamiento de almidón agro de yuca, dirigida a una sub-muestra del total de las rallanderías.**

En esta encuesta se incluyeron puntos que son delicados para ser tratados en forma grupal. Esta encuesta cubrió los siguientes puntos: (1) costos de procesamiento y distribución de estos entre los diferentes renglones: costos variables (materia prima, mano de obra, insumos, etc.) y costos fijos (administración, depreciación, intereses, etc.); y (2) ingresos totales y márgenes de utilidad.

Tamaño de la muestra : Para la estimación del tamaño de la muestra, se utilizaron los datos de la encuesta realizada en la primera fase a toda la población de rallanderos y la post-estratificación de la población por nivel tecnológico. El cálculo del tamaño de la muestra a ser encuestada se realizó por estrato, utilizando la siguiente fórmula:

$$n_i = \left(\frac{t^* s_i}{d^* \bar{x}_i} \right)^2$$

donde: n_i es el tamaño de la muestra para el estrato i , t es el máximo error permisible, s es la desviación estándar de la cantidad de raíces procesadas en el estrato i , d es el nivel de confiabilidad deseado, y \bar{x} es la cantidad promedio de raíces procesadas. Para la corrección por población finita se utilizó la siguiente formula:

$$n_{ic} = \frac{n_i}{1 + \frac{n_i}{N_i}}$$

donde n_{ic} es el tamaño de la muestra corregido por población finita y N_i es el tamaño de la población por estrato.

Con base a los resultados de este ejercicio para diferentes niveles de error permitido y confiabilidad, se eligieron para este estudio los tamaños de muestra para un error máximo permitido de 0.20 y un nivel de confiabilidad del 80%. Debido al alto número de encuestas que se necesitaban realizar en los estratos 1 y 2, a la dificultad de acceso, y a los objetivos del estudio, se aumento el error máximo permitido en estos estratos, y en el estrato 3, a 25%. Estos cálculos dieron un tamaño de muestra de 54 encuestas a ser realizadas, repartidas por estrato de la siguiente manera : ocho encuestas en estrato 1, 12 encuestas en estrato 2, 20 encuestas en estrato 3, ocho encuestas en estrato 4, y seis encuestas en estrato 5.

La encuesta fue realizada entre los meses de junio y octubre de 1996 por funcionarios del CIAT, CETEC, Fundación Carvajal, y CORPOTUNIA. En los estratos 1 y 2 solo se pudieron ejecutar cinco encuestas en cada uno ya que el resto de las rallanderías no estaban trabajando o estaban acabadas. Por otra parte en el estrato 3 se realizaron 23 encuestas (tres mas de lo planeado), y en los estratos 4 y 5 se cumplió con el número planeado de encuestas de ocho y seis, respectivamente. Esto da un número total de 47 encuestas realizadas.

- **Análisis sobre costos de procesamiento de almidón agro de yuca y rentabilidad de las rallanderías**

Los datos obtenidos en la encuesta sobre costos de procesamiento fueron analizados en forma descriptiva, utilizando principalmente análisis de medias. Esta información permitió conocer la estructura de los costos de las rallanderías por nivel de tecnología, los costos de procesamiento por ton. de almidón agro producido y la rentabilidad bruta y neta dadas las condiciones de mercado en el momento de realizar la encuesta. Esta rentabilidad fue también evaluada para determinar cuál es el precio mínimo que se puede recibir por el almidón de yuca o pagar por las raíces de yuca para tener utilidades.

3. Resultados, Análisis y Discusión

Para el análisis e interpretación de los resultados, las rallanderías se clasificaron en tres grupos. El nivel de tecnología bajo, el cual incluye las rallanderías de nivel tecnológico 1 y 2. Las rallanderías de nivel tecnológico 3 se consideran como de nivel de tecnología medio, y las de nivel 4 y 5 son consideradas como de nivel tecnológico alto.

3.1 Tamaño de la Agroindustria.

En el Departamento del Cauca se encontraron 210 rallanderías de las cuales 208 se pudieron visitar y no fue posible llegar a las dos restantes por problemas de acceso y derrumbes. Estas rallanderías están distribuidas en 12 municipios y 85 veredas del Departamento del Cauca, como se puede observar en la Figura 1. Las rallanderías están concentradas en el Norte y la parte Central del Departamento del Cauca. En el momento de la encuesta, 146 rallanderías se encontraban operando, 30 paradas temporalmente, 28 abandonadas o cerradas y 3 en construcción. Las rallanderías que se encontraron paradas temporalmente son en su mayoría de nivel 2 y 3, donde se encuentran 26 rallanderías en esta condición. Las razones principales que dan para no estar operando son la falta de capital de trabajo (46%) y la escasez de materia prima (29%). Las rallanderías que están abandonadas también son en su mayoría de nivel 2 y 3 (25 de las 28 rallanderías acabadas pertenecen a estos niveles). Las principales razones que dieron los rallanderos para salir del negocio fueron en orden de importancia : falta de capital de trabajo (33%), mal resultado económico (17%), y escasez de materia prima (13%).

Con base en la información suministrada por los rallanderos en la primera encuesta, se estimó una capacidad instalada de procesamiento de 163,000 ton. de raíces de yuca por año. Por otra parte, la evaluación visual de las rallanderías mostró un mal dimensionamiento de la unidades de procesamiento. Se encontró que debido a limitantes en el área de secado, los tanques de sedimentación y fermentación, la capacidad instalada sería de solamente 87.000 ton. de raíces de yuca por año. Con respecto a los niveles actuales de procesamiento, se estimó que la agroindustria esta procesando alrededor de 54,000 ton. de raíces de yuca por año, lo cual resulta en un uso promedio de 62% de la capacidad instalada de procesamiento en la zona. La producción de almidón agrario de yuca se estimó en 11,000 ton. por año. Esto resulta en un factor de conversión de 5 kg. de raíces de yuca para producir 1 kg de almidón agrario. La producción de almidón dulce durante 1994 fue de solo 135 ton. por año y fue producido sólo cuando este fue pedido por un intermediario o un particular. Los sub-productos del procesamiento de la yuca en almidón son el “afrecho” y la “mancha”. El primero es la fibra que queda después de la separación del almidón y es utilizado en la formulación de raciones para animales. La “mancha” resulta de la separación de la fracción menos densa del almidón, la cual se demora mas tiempo en sedimentar y es fácilmente separada del almidón. Esta “mancha” es rica en proteína y se utiliza localmente para alimentación animal, principalmente la alimentación de cerdos. Se estima que esta agroindustria produce aproximadamente 4,450 ton. de afrecho 750 ton. de mancha por año

Datos del Ministerio de Agricultura muestran que en el Departamento del Cauca se sembraron en promedio durante la década de los noventa (1990-96) 6,400 ha. de yuca por año. Si consideramos que el rendimiento promedio en el Departamento durante estos siete años fue de 9.4 TM./ha., la producción de yuca en promedio fue de 60,160 TM de raíces por año (3.5 % de la producción total de Colombia). Una encuesta anterior a productores de yuca, realizada por la sección de Economía del Programa de Yuca del CIAT, mostró que 74% de la producción de yuca en el Departamento se destina al procesamiento para producción de almidón. Este dato muestra que aproximadamente 44,500 TM de las 54.000 TM utilizadas por la agroindustria son producidas en la misma región.

Por lo tanto, en promedio durante los noventa, la agroindustria importó 9,500 TM de raíces de otras regiones del país (Antioquía, Uraba, y Valle) y mas recientemente de la región cercana a Santo Domingo en Ecuador, lo cual requiere 48 horas de transporte. Es importante notar que en Colombia la yuca tiene diferentes usos, tanto para alimentación humana y animal, y que sólo el 4% de la producción nacional es utilizada para la producción de almidón (Henry y Gottret, 1996).

Si la agroindustria de almidón agro del Cauca trabajara a capacidad máxima, esta demandaría el 5% de la producción actual de yuca en Colombia.

3.2 Aspectos Sociales de la Agroindustria

Se estima que esta agroindustria genera 827 empleos directos. De estos 827 empleos generados, 475 es mano de obra contratada y el resto mano de obra familiar. Además, de las 827 personas empleadas por la agroindustria, 104 son mujeres y 16 son niños. Las principales labores en que participan las mujeres son en el pelado manual de la yuca, el secado de almidón (extender y recoger el almidón), llevando los registros y cuentas, y colando el almidón en aquellas rallanderías donde esta labor se realiza manualmente. Por otro lado, la mujer participa activamente en el secado y comercialización de los sub-productos de las rallanderías (afrecho y mancha) y en la cría de animales con estos subproductos.

Los datos de la encuesta mostraron que en promedio cinco personas dependen económicamente de cada rallandero. Con base en esta información se podría concluir que 1050 personas dependen para su subsistencia de la agroindustria (familia de los rallanderos). Además, las familias de las 475 personas contratadas por la agroindustria también dependen para su subsistencia de este sector. Considerando el promedio en la región de cinco miembros por hogar o familia, serían aproximadamente otras 2375 personas mas. Por lo tanto, se podría decir que aproximadamente un total de 3425 personas en la región dependen para su subsistencia de esta agroindustria en forma directa, sin contar a aquellos que también viven de ella en forma indirecta, como son los intermediarios, transportadores, productores de yuca, y constructores de maquinaria y equipos entre otros. La sección de Economía del Programa de Yuca del CIAT estimó que en el Departamento del Cauca existen alrededor de 4900 productores de yuca, los cuales venden en promedio el 70% de su producción a las rallanderías. Estos 4900 productores de yuca del Departamento del Cauca, con sus familias (alrededor de 24500 personas), también dependen en parte para su subsistencia de esta agroindustria.

3.3 Usos y Canales de Mercadeo de los Productos y Sub-productos

El almidón agro es utilizado principalmente como ingrediente para productos de panadería como el *pandebono*, *pan de yuca*, y los *buñuelos* entre otros. Por otro lado, el almidón agro de yuca esta siendo cada vez mas utilizado en la industria como ingrediente para una amplia gama de pasabocas (chicharrones, rosquillas, besitos, tozinetas, etc.), en los cuales se aprovecha el poder de panificación y expansión del almidón, siendo esta demanda la de mayor potencial de crecimiento. El almidón dulce o nativo es utilizado como ingrediente en la producción de productos de panadería secos, aunque esta demanda no es relevante. Los sub-productos del procesamiento, la mancha y el afrecho, son fuentes ricas en energía y proteína por lo que son

utilizados en la preparación de concentrados para animales o la alimentación directa de cerdos y otros animales en la finca.

El almidón agro es comercializado principalmente a través de intermediarios, los cuales llevan el producto a Santander de Quilichao (un pueblo en el Norte del Cauca) donde este se vende a otros intermediarios transportadores que lo llevan a las ciudades principales (Cali, Pereira, Tuluá, Manizales, Bogotá). Solamente 35 rallanderos venden su almidón directamente a las panaderías y 8 a la industria de pasabocas. En el momento de la encuesta 20 procesadores (10%) comercializaban parte de su producción a través de la Cooperativa (COAPRACAUCA). Esto último se debió principalmente a las limitaciones de capital de trabajo de la Cooperativa que no le permitían comercializar volúmenes mayores de producción. Según los datos de ventas de la Cooperativa en 1995, se estimó que la Cooperativa estaba comercializando alrededor del 5% de la producción de almidón agro de yuca del Departamento del Cauca.

3.4 Adquisición de Materia Prima.

Un poco más de la mitad de los rallanderos (107) son además productores de yuca. Estos procesadores tienen sembrado un total de 500 ha. con yuca, lo cual satisface solamente el 7.7% de la demanda actual de raíces. Esto muestra que la mayoría de la materia prima para la agroindustria debe ser comprada a otros productores de la región o a intermediarios que la traen de otras regiones del país e inclusive del Ecuador en períodos de escasez.

Se encontró que los rallanderos están procesando 48 variedades de yuca diferentes, pero las preferidas son las llamadas localmente *Algodona* (44% de las respuestas), y la *Blanquita* (8% de las respuestas).

3.5 Acceso a Asistencia Técnica y Crédito.

A pesar de los esfuerzos institucionales realizados durante los siete años del proyecto, sólo 20 procesadores (10%) dicen haber recibido asistencia técnica. Sin embargo, aunque un número limitado de procesadores han recibido asistencia técnica directa por parte de los diferentes proyectos de colaboración, un número importante de procesadores han visitado rallerías donde se hace investigación y se prueba la tecnología mejorada. Este tipo de visitas ha permitido una difusión informal de la tecnología. Estos 20 procesadores que recibieron asistencia técnica dicen que la recibieron de CETEC, CIAT, y a través de la cooperativa (COAPRACAUCA).

69 procesadores de almidón agro (35%) han tenido acceso a crédito de inversión y/o capital de trabajo para la producción y procesamiento de la yuca. Este crédito fue dado por la Caja Agraria, BANCOOP (Banco Cooperativo), el Banco Cafetero, FUNDEJUR, y Mundo Mujer, entre otros.

3.6 Características de la Tecnología Utilizada.

En el Cuadro 1 se pueden observar las características de las unidades de procesamiento por el nivel de tecnología utilizada. En general se puede observar que la mayoría de las unidades de procesamiento (67.3%) están concentradas en el nivel de tecnología medio, el cual representa la forma tradicional de procesar el almidón en la región. Por otra parte, se puede observar que el 17.3% de las unidades mantienen el procesamiento rudimentario de los años cincuenta, donde la mayoría de las operaciones se realizan en forma manual y solamente han adoptado el uso del rallo mecánico. Por último, 15.4% de las unidades han modernizado su proceso, incorporando el sistema de canales para la sedimentación y el 5.3% aprovechan la pendiente del terreno para distribuir la maquinaria de manera que la gravedad permita un flujo continuo de la materia. Es importante notar que estas unidades de procesamiento de nivel tecnológico alto fueron transformadas o construidas durante los últimos seis años.

Cuadro 1. Características del Procesamiento de Almidón de Yuca en el Departamento del Cauca por Nivel de Tecnología.

	Nivel de Tecnología de las Rallanderías			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Número de Rallanderías	35	140	32	208
% del Número Total de Rallanderías	17.3	67.3	15.4	100
Capacidad Instalada Promedio por Rallandería según el rallandero (ton. raíces / semana)	5.7	13.4	201	13.2
Capacidad Instalada Promedio por Rallandería según los expertos (ton. raíces / semana)	2.9	7.4	184	82
Promedio de Raíces de Yuca Procesadas (ton. raíces / semana)	2.3	6.6	125	67
% de utilización de la capacidad instalada	79	89	68	82
Producción Promedio de Almidón Agrario (ton. / semana)	0.5	1.3	2.5	1.3
% de la materia prima producida por el procesador	11.9	7.6	7.3	8.4
Distancia promedio a la carretera panamericana (hr.)	1.6	0.3	0.1	0.5

En el Cuadro 1 se reportan dos datos diferentes para la capacidad instalada. El primero, que es la capacidad instalada según el rallandero, fue obtenida a través de la primera encuesta estructurada

dirigida a los procesadores. En esta encuesta se preguntó a los procesadores cuál era la cantidad máxima de raíces que podía procesar semanalmente, suponiendo que tuviera el capital de trabajo y el suministro de materia prima necesarios. Este dato del procesador tiende a sobreestimar la capacidad instalada. Si bien el rallandero podría procesar esa cantidad de raíces en una semana, no sería posible sostener ese nivel de producción durante varias semanas consecutivas debido a los cuellos de botella en la línea de producción por el mal dimensionamiento de las unidades de procesamiento. Se encontró que en el 49.5% de las rallanderías la capacidad instalada esta limitada por el volumen de los tanques de fermentación, en el 48.5% por el área de secado, y sólo en el 2% de las rallanderías, la capacidad instalada esta limitada por el volumen de los tanques de sedimentación.

La segunda capacidad instalada que se reporta fue estimada por técnicos expertos en el procesamiento de almidón agro de yuca con base a los datos obtenidos en la evaluación visual de las rallanderías. Esta estimación toma en cuenta los factores que mas limitan el proceso como son los tanques de sedimentación y fermentación, y el área de secado. Por esta razón se decidió utilizar para los cálculos posteriores la capacidad instalada según los "expertos". En ambas estimaciones se puede observar que a mayor nivel de tecnología, la capacidad instalada promedio por planta es mayor. En cuanto a la utilización de esa capacidad instalada, las rallanderías de nivel tecnológico alto hacen un menor uso de ésta (68%), aunque su capacidad de procesamiento es de 2.5 veces la capacidad de procesamiento de una rallandería de nivel tecnológico medio y 6.3 la de una rallandería de nivel bajo. Las razones para esta sub-utilización de la capacidad instalada puede ser una combinación de falta de materia prima y capital de trabajo. La producción de almidón agro, como se esperaría, esta directamente relacionada con el nivel tecnológico de la unidad de procesamiento. Las rallanderías de nivel alto producen el doble que las de nivel medio y cinco veces mas que las de nivel bajo.

Otro aspecto interesante que cabe notar es que el porcentaje de autoabastecimiento de materia prima es mayor en el nivel tecnológico bajo, es decir que la mayoría de los procesadores tradicionales (los que realizan el proceso en forma manual) son también productores de yuca, aunque compran una buena parte de su materia prima de otros productores vecinos. Como se puede notar estos rallanderos son los que se encuentran mas alejados de la carretera panamericana, por lo que el acceso a estas rallanderías, así como de estas a los mercados, es mas complicado ya que en la mayoría las carreteras no llegan hasta la planta de procesamiento y se debe sacar la producción en mulas. El transporte en mulas hasta la carretera destapada puede tomar hasta cuatro o cinco horas. Por otra parte, las rallanderías de nivel tecnológico medio y alto tiene un porcentaje de autoabastecimiento mas bajo y compran mayores volúmenes de yuca. Estas rallanderías tienen un acceso mas fácil a la carretera panamericana, y por lo tanto, al mercado para comprar materia prima y vender su producto.

En el Cuadro 2 se presenta una caracterización de la tecnología utilizada por nivel tecnológico. En cuanto a las lavadoras su puede observar un cambio de la lavadora de cargue frontal, por la de cargue lateral y en el nivel tecnológico alto se observa una mayor adopción de la lavadora semi-continua. En lo que se refiere a las coladoras también se ve el cambio de la coladora de cuatro apoyos por la colgada de semi-eje.

Además, los procesadores de nivel tecnológico alto están empezando a utilizar las coladoras semi-continuas mejoradas. Por otro lado, aunque los procesadores que tratan las aguas residuales todavía son muy pocos (7 procesadores tratan el agua residual), se puede observar que estos se encuentran principalmente en el nivel tecnológico alto. Finalmente, el porcentaje de procesadores que recibieron asistencia técnica y crédito es directamente proporcional al nivel de tecnología de la unidad de procesamiento.

Cuadro 2. Maquinaria, Instalaciones, y Acceso a Asistencia Técnica y Crédito por Nivel de Tecnología Utilizada.

	Nivel de Tecnología de la Rallandería			Total (%)	Total (#)
	Bajo	Medio	Alto		
% con lavadoras de cargue frontal	0.0	77.1	43.7	58.6	122
% con lavadoras de cargue lateral	0.0	16.4	21.9	14.4	30
% con lavadoras semi-continuas mejoradas	0.0	5.0	31.3	8.2	17
% que utilizan un repasador para realizar un segundo rallado	2.8	35.7	56.3	33.2	69
% con coladoras de cuatro apoyos	50.0	68.6	34.4	60.1	125
% con coladoras mejoradas de semi-eje	8.3	30.7	53.1	30.3	63
% con coladoras mejoradas semi-continuas	0.0	0.0	6.3	1.0	2
% que realizan recolado	41.7	90.7	90.6	82.2	171
% con recoladoras oscilatorias o vibratorias mejoradas	0.0	10.7	31.2	12.0	25
% que realizan la sedimentación en canales	0.0	0.0	100.0	15.4	32
% que tienen la maquinaria distribuida en gravedad.	0.0	0.0	34.4	5.3	11
% que tratan las aguas residuales	0.0	0.7	18.7	3.4	7
% que recibieron asistencia técnica	0.0	5.7	37.5	9.6	20
% que recibieron crédito	19.5	32.1	53.1	33.2	69

La caracterización de la estructura de costos de las rallanderías, así como la rentabilidad de estas, se estimaron con base a una muestra de 47 rallanderías de la población total.

En el Cuadro 3 se presenta la estructura de costos de las unidades de procesamiento de almidón agro por nivel de tecnología. Esta estructura de costos muestra que los costos variables representan en promedio el 97% de los costos totales y que este porcentaje es mayor en las rallanderías con mayor nivel tecnológico. Dentro de los costos variables, el costo de materia prima es el que mas incide en los costos. Este costo representa en promedio el 92% de los costos variables y el 89% de los costos totales de procesamiento. El porcentaje de los costos variables representado por la materia prima es mayor en las rallanderías con mayor nivel tecnológico (94% para el nivel tecnológico alto versus 79.5% para el nivel bajo).

Por otro lado, para las rallanderías con nivel tecnológico bajo, la porción de los costos representada por la mano de obra y otros costos de procesamiento es mayor. El 20.5% de los costos variables de las rallanderías de nivel tecnológico bajo esta representado por el costo de mano de obra (10.5%) y los otros costos de procesamiento (10.0%). En las rallanderías de nivel alto, sólo el 6% de los costos variables esta representado por los costos de mano de obra y procesamiento. Por último es importante notar que el porcentaje de los costos de mano de obra dentro de los costos totales de procesamiento, es menor en las rallanderías mas tecnificadas. Estas rallanderías mas tecnificadas, a pesar de que contratan un mayor número de jornales y pagan mejor a sus trabajadores, como se puede observar en el Cuadro 3, reparten estos costos entre un nivel mayor de producción.

Cuadro 3. Estructura de Costos de las Unidades de Procesamiento de Almidón Agro por Nivel de Tecnología.

	Nivel de Tecnología			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Número Total de Rallanderías	36	140	32	208
Número de Rallanderías Encuestadas	10	23	14	47
Costos Totales (miles \$Col ^a /año)	28,516	86,804	221,362	114,483
	----- % de los costos totales -----			
Costos Variables	92.2	96.1	97.4	96.7
➤ Costos de la Materia Prima	79.5	91.1	93.8	92.1
➤ Costos de Mano de Obra	10.6	6.3	4.2	5.2
➤ Otros Costos de Procesamiento	10.0	2.6	2.0	2.7
Costos Fijos	7.8	3.9	2.6	3.3
Número de personas que trabajan en la rallandería	1.4	2.3	2.9	2.3
Jornal pagado a los trabajadores (\$Col / semana)	28,600	32,600	37,400	33,200

^a 1 US\$ = 1.000 \$Col

En el Cuadro 4 se puede observar que en cuanto a las características técnicas de la producción, el factor de conversión de raíces de yuca a almidón es mayor a 5.0 (promedio de la región según los "expertos") en el nivel bajo, igual a 5.0 en el nivel medio, y menor a 5.0 en el nivel alto. Esto muestra que las rallanderías con mayor nivel tecnológico no solo están produciendo más, sino que son más eficientes en la extracción del almidón, produciendo más almidón por kg. de raíces de yuca.

Debido a la alta proporción de los costos de producción de almidón representada por la materia prima, el factor de conversión de raíces de yuca en almidón tiene un efecto importante en la rentabilidad de las rallanderías. Para poder validar mejor este resultado sobre la relación del nivel tecnológico de la rallandería y el factor de conversión, sería necesario realizar ensayos controlados en rallanderías con diferente nivel de tecnología. De esta manera, sería posible medir el efecto del nivel tecnológico en el factor de conversión cuando todos los demás factores se mantengan constantes. (principalmente utilizando la misma variedad de yuca y raíces con el mismo contenido de materia seca).

Cuadro 4. Características Técnicas, Costos y Rentabilidad de las Rallanderías al Nivel de Producción y Precios de 1996.

	Nivel de Tecnología			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Factor de Conversión (kg. Raíces/ kg. almidón)	5.2	5.0	4.6	4.9
Producción de Almidón (TM / año)	24.5	82.6	205.6	106.9
Ingreso por venta de almidón (miles \$Col/año) ^a	17,885	67,402	180,722	87,444
Ingreso por venta de subproductos (miles \$Col/año)	1,041	4,167	9,090	4,970
Costos Variables (miles \$Col/año)	18,270	55,931	128,827	70,582
Ingreso Bruto (miles \$Col/año)	656	15,638	60,985	21,832
Rentabilidad Bruta (%)	3.6	28.0	47.3	30.9
Costos Fijos (miles \$Col/año)	2,113	3,419	5,455	3,825
Ingreso Neto (miles \$Col/año)	-1,457	11,949	55,530	18,007
Costos Totales (miles \$Col/año)	20,383	59,350	134,282	74,407
Rentabilidad Neta (%)	-7.1	20.1	41.4	24.2
Costo Total (\$Col/Kg de almidón)	832	719	653	696
Precio Promedio Recibido por el Almidón (\$Col/Kg puesto en rallandería)	730	816	879	818
Precio Promedio Pagado por las Raíces de Yuca (\$Col/Kg de raíces de yuca en rallandería)	102	122	122	118
Relación precio del almidón / precio raíces de yuca	7.2	6.7	7.2	6.9

^a 1US\$ = 1.000 \$Col

La utilidades brutas y netas de las rallanderías por nivel tecnológico también se presentan en el Cuadro 4. Las rallanderías de nivel tecnológico bajo tienen utilidades brutas de alrededor de 650,000 \$Col por año, las de nivel medio de 15 millones y medio de \$Col por año, y las de nivel alto de 47 millones de \$Col por año. La rentabilidad bruta de las rallanderías de nivel tecnológico bajo está muy por debajo del costo de oportunidad de la inversión (tasa de interés en el sistema financiero local). Por otro lado, las rallanderías de nivel tecnológico medio tienen una rentabilidad similar a la ofrecida por el sistema financiero local, y las de nivel alto, una rentabilidad significativamente superior. Cuando a la utilidad bruta se le restan los costos fijos (depreciación, costos de administración y financieros), las rallanderías de nivel tecnológico bajo perdiendo plata (utilidad neta de -1.5 millones de \$Col.). Este resultado explica la razón por la cual más de la mitad de las rallanderías de este nivel que se visitaron en 1995, se encontraban paradas o acabadas en 1996. Las rallanderías de nivel medio dan una utilidad neta de aproximadamente 12 millones de \$Col por año en promedio, pero su rentabilidad (21%) está por debajo de las tasas de interés de las instituciones financieras. Por lo tanto, sólo las rallanderías de nivel tecnológico alto dan utilidades netas atractivas y una rentabilidad mayor a los intereses ofrecidos por las instituciones financieras para inversiones de cero riesgo, las cuales son de alrededor del 28% en Colombia.

En cuanto al margen de ganancia del procesador se puede apreciar que el costo promedio de producir una tonelada de almidón agro es de 700.000 \$Col y que esta se vende en promedio a 820.000 \$Col, dando un margen de 120.000 \$Col por ton de almidón agro producido.

4. Conclusiones y Perspectivas

En el presente documento se presenta una caracterización de la agroindustria del almidón de yuca en el Departamento del Cauca, Colombia. Esta caracterización permite conocer el tamaño de la agroindustria y la demanda de materia prima. En este estudio se analizó la agroindustria desde el punto de vista tecnológico y económico y se estableció una estratificación de estas agroempresas por nivel tecnológico. Además, la caracterización permitió estimar la capacidad de generación de empleo de la agroindustria y el tamaño de la población en la región que depende directamente de esta actividad para su subsistencia. Se analizaron los aspectos de género mediante la definición del rol de la mujer y los niños en el procesamiento de la yuca para su transformación en almidón de yuca y el uso de los sub-productos del proceso (afrecho y mancha). Esta caracterización de la agroindustria dio información sobre los usos y canales de mercadeo del almidón de yuca y los subproductos del proceso y sobre los costos y la rentabilidad de la agroindustria.

Con el fin de retroinformar a los procesadores de yuca (principales usuarios del estudio de caracterización) sobre los resultados de este estudio, se redactó un documento esquemático, el cual sintetiza en forma ilustrada y de manera muy sencilla estos resultados (CIAT et. al, 1995). Este documento fue distribuido a todos los procesadores del Departamento del Cauca. Los datos recolectados muestran que la agroindustria está compuesta por muchos pequeños procesadores con una gran variabilidad en su tamaño, nivel tecnológico, rendimiento y eficiencia.

La gran mayoría de las unidades (67.3% utilizan una tecnología intermedia, mientras que el 17.3% de las rallanderías utilizan una tecnología mas rudimentaria. Por otro lado, 15.4% de las rallanderías utilizan una tecnología de procesamiento mas sofisticada, las cuales se transformaron o construyeron durante los últimos seis años. Se encontró que el nivel tecnológico de las unidades de procesamiento esta directamente relacionado con la cantidad producida y la distancia a la carretera panamericana, la cual une la zona de producción de almidón de yuca con las principales ciudades de Colombia, donde se encuentra una fuerte demanda por el almidón agro de yuca.

La caracterización de la agroindustria no fue el objetivo principal del estudio conducido en 1995-96 pero permitió obtener información de base, la cual es esencial para la planeación de un proyecto integrado de investigación, desarrollo y fomento de la agroindustria. Los resultados de este estudio son también un medio necesario para poder evaluar la adopción de tecnología desarrollada para esta agroindustria durante los últimos años y medir el impacto sobre el desarrollo económico y social de la zona.

Por otro lado este estudio es la base para identificar las principales limitantes y oportunidades de esta agroindustria rural y establecer de manera objetiva un orden de prioridades de las actividades de investigación y desarrollo. Los resultados de las encuestas permiten conocer la opinión de los procesadores, a través de la encuesta formal estructurada, y la de los especialistas del sector, a través de la evaluación visual de las unidades de procesamiento.

5. Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias al esfuerzo conjunto de CETEC, CIAT, CIRAD, Corpotunía, y la Fundación Carvajal. Cada institución puso su personal y medio de transporte para la realización del estudio. El estudio fue financiado por CIRAD-SAR y por el IRDC de Canadá, a través de un programa de PRODAR obtenido por la Fundación Carvajal. El trabajo fue coordinado por María Verónica Gottret y Guy Henry del CIAT, Libardo Ochoa y Juan Pablo Bedoya de la Fundación Carvajal, Dominique Dufour del CIRAD-SAR, William Cifuentes de Corpotunía, y Ricardo Ruiz de CETEC. Un agradecimiento muy especial a William Cifuentes, Carlos Chilito, Freddy Alarcón, Elizabeth Mosquera, Raúl Hernando Calvache, y Eduardo Montes por el esfuerzo que pusieron en el trabajo de campo. Además un agradecimiento a Norbey Marín por el procesamiento de los datos. Por último, pero no menos, un reconocimiento muy especial a todos los rallanderos del Cauca que colaboraron con su tiempo a este estudio y sin los cuales este no hubiera sido posible.

Referencias

- Alazard, D. (1996). "Traitement des déchets solides et liquides." en : Griffon D. and Zakhia N. *Valorisation des produits, sous-produits et déchets de la petite et moyenne industrie de transformation du manioc en Amérique Latine*. CIRAD-SAR, : Montpellier, Francia. p. 100-136
- Asté M. (1995). "Contribution à l'étude de l'acquisition du pouvoir de panification de l'amidon aigre de manioc : rôle de l'acide lactique et du rayonnement solaire." Diplôme d'Etude Approfondies (DEA) de Sciences Alimentaires - Assurance Qualité, Institut des Sciences et Techniques des Aliments de Bordeaux, ISTAB : Bordeaux, Francia, 47 p.
- Brabet C. (1994). "Etude des mécanismes physico-chimiques et biologiques responsable du pouvoir de panification de l'amidon fermenté de manioc." Thèse de Doctorat en sciences des aliments, spécialité : Biochimie, biologie cellulaire et moléculaire, Université de Montpellier II, Sciences et Technique du Languedoc, n° d'identification 94MON2272, Montpellier, Francia, 322 p.
- Brabet C., Chuzel G., Dufour D., Raimbault M., y Giraud J. (1996). "Improving Cassava Sour Starch Quality in Colombia." en : D. Dufour, G. O'Brien, R. Best. *Cassava Flour and Starch : Progress in Research and Development*, CIRAD-SAR/CIAT, CIAT, Cali, Colombia. Capítulo. 27, p. 241-246.
- CETEC. (1994). *La Producción y Mercados de la Yuca y de Almidón de Yuca*. 40 p.
- Chacon M.P. y Mosquera L. (1992). "Estudio del Sistema Socio-económico de la Producción del Almidón de Yuca en el Norte del Cauca." Tesis de grado, Programa de Economía, Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, Cali, Colombia. 65 p.
- Chuzel G. (1992). "Amélioration technique et économique du procédé de fabrication de l'amidon aigre de manioc." En : Dufour D. and Griffon D. *Amélioration de la qualité des aliments fermentés à base de manioc*. Rapport final du contrat CEE/STD2 TS2A-0225 de l'Union Européenne, CIRAD-SAR, Montpellier, Francia. p. 9-58.
- Chuzel G. y Muchnik J. (1993). "La valorisation des ressources techniques locales : l'amidon aigre de manioc en Colombie." en : Muchnick. *Alimentation, Techniques et Innovations dans les Régions Tropicales*, l'Harmattan : Paris, Francia. p. 307-337.
- Chuzel G. , Perez D. , Dufour D. , y Alarcón F. (1995a). "Amélioration d'un système d'extraction par voie humide d'amidon de manioc." en : Agbor Egbe T., Braumann A. , Griffon D. , Trèche S. *Transformation Alimentaire du Manioc*, Editions ORSTOM : Paris, Francia, p. 637-647.

- Chuzel G. , Perez D. , Dufour D. , y Griffon D. (1995b). “Amélioration Technologique des équipements d'extraction d'amidon en Colombie.” en : Agbor Egbe T., Braumann A. , Griffon D. , Trèche S. *Transformation Alimentaire du Manioc*. Editions ORSTOM : Paris, Francia, p. 623-636.
- CIAT, CIRAD-SAR, Fundación Carvajal, Corpotunía, CETEC, y UNIVALLE (1995) *La Industria del Almidón en el Departamento del Cauca, Colombia*. CIAT : Cali, Colombia 16p.
- CIRAD (1994). “Cassava Sour Starch, a Rural Agro-industrial Product” - en *Images of Research*, CIRAD-GERDAT : Montpellier, Francia p. 78-81.
- Dufour D. (1995). “Study of the Potential Use of Cassava - Collaboration CIRAD-SAR/CIAT. en CIAT Cassava Program Annual Report 1994. CIAT : Cali, Colombia, 28 p.
- Dufour D. , Brabet C., Zakhia N., y Chuzel G. (1995). “Influence de la fermentation et du séchage solaire sur l'acquisition du pouvoir de panification de l'amidon aigre de manioc.” en : Agbor Egbe T., Braumann A. , Griffon D. , Trèche S. *Transformation Alimentaire du Manioc*. Editions ORSTOM : Paris, Francia. p. 399-417.
- FINANCIACOOP (1990). *Informe del Proyecto de Comercialización e Industrialización de la Yuca y sus Derivados en la Región Norte del Cauca*. Popayán, Colombia. 184 p.
- Henry, G., y Gottret, M.V. (1996). “Global Cassava Trends : Reassessing the Crop's Future.” CIAT Documento de Trabajo No. 157. CIAT : Cali, Colombia. 45 p.
- Janssen, W.G., y de Jong, G.C.M. (1981). *Cassava and Cassava Starch Production and Marketing in the Cauca, Colombia*. University of Wageningen : Holanda. 26 p.
- Laurent L. (1992). “Qualité de l'amidon aigre de manioc : validation d'une méthode d'évaluation du pouvoir de panification et mise en place d'une épreuve descriptive d'analyse sensorielle.” Mémoire Ingénieur de l'Université de Technologie de Compiègne, Compiègne, Francia, 88 p.
- Lenis, M.G., Patiño, R., y Perea, I. (1990). “Diagnóstico y Mejoramiento del Sistema Productivo de la Agroindustria de la Extracción de Almidón Agro en el Norte del Cauca.” Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.” Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, Programa de Ingeniería Industrial, Cali. 229 p.
- Mestres C., Rouau X., Zakhia N., Brabet C. (1996a). “Physicochemical Properties of Cassava Sour Starch.” en : D. Dufour, G. O'Brien, R. Best. *Cassava Flour and Starch : Progress in Research and Development*, CIAT : Cali, Colombia. Capítulo 17, p. 143-149.

- Mestres C., Zakhia N., Dufour D. (1996b). "Functional and Physicochemical Properties of Sour Cassava Starch." en *Proceedings of the International conference : Starch : Structure and Function*, 15-17 April 1996, Cambridge, Reino Unido, 10 p.
- Mosquera L.P., Chacon M.P.P., Chuzel G., Henry G. (1996). "Cassava Starch in Northern Cauca, Colombia : Socioeconomic Evaluation of its Production and Commerce." en : D. Dufour, G. O'Brien, R. Best. *Cassava Flour and Starch : Progress in Research and Development*. CIAT : Cali, Colombia. Capítulo 6, p. 30-41.
- Pinto, R. (1980) *Elaboración y Usos del Almidón de Yuca*. ICA : Colombia. 67 p.
- Rey, M.G. (1979). "Evaluación de los Sistemas de Producción en las Rallanderías de Almidón de Yuca a Nivel de Pequeño y Mediano Productor." Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería IM-79-I-13. Santafé de Bogotá, Colombia. 40 p.
- Rojas Ch. O., Torres L. P., Alazard D., Farinet J. L., y de Cardozo Z. M. C. (1996). "Cassava Starch Extraction : A Typical Rural Agroindustry with a High Contamination Potential." en : D. Dufour, G. O'Brien, R. Best. *Cassava Flour and Starch : Progress in Research and Development*. CIAT : Cali, Colombia. Capítulo. 26, p. 233-238.
- SEDECOM (1988). Segundo Informe del Proyecto de Mejoramiento Tecnológico para Plantas de Almidón de Yuca en el Norte del Cauca. Cali, Colombia. 43 p.
- Seemann B. (1993). "Amélioration technique et économique du procédé de fabrication de l'amidon aigre de manioc." Projet de réalisation d'une unité pilote. Rapport de stage d'ingénieur du CESI, Toulouse, Francia, 16 p.
- Zakhia N., Dufour D., Chuzel G., Griffon D. (1996). "Review of Sour Cassava Starch Production in Rural Colombian Areas. *Tropical Science, Development Report*. Accepted for publication in 1996. 16p.
- Zakhia N., Chuzel G., Brabet C., Dufour D. (1995). "Cassava Fermentation : Cassava Sour Starch in Latin America. en *Proceedings of the Second International Scientific Meeting*, Bogor, Indonesia, 22-26 August 1994, Vol.II, p.651-671.