

TP  
416  
T3  
T3  
c3

Centro Internacional de Agricultura Tropical



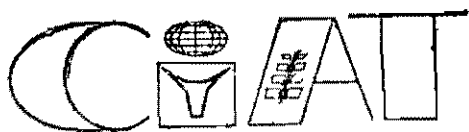
TALLER "AVANCES SOBRE ALMIDON DE YUCA"

17 AL 20 DE JUNIO DE 1991

CIAT, CALI

~~RESUMENES~~

[Trabajos presentados]



BIBLIOTECA

117872

22 ENE 1995

Evento realizado en el marco del programa colaborativo  
CIRAD/CEEMAT- CIAT

*"Producción y utilización del almidón de yuca"*

con el apoyo financiero de

*La Cooperación Regional Científica y Técnica Francesa*



*Centre d'Etudes et d'Experimentation  
en Mecanisation Agricole et Technologie alimentaire*

#713

Centro Internacional de Agricultura Tropical

CIAT

**TALLER "AVANCES SOBRE ALMIDON DE  
YUCA"**

**17 AL 20 DE JUNIO DE 1991**

**CIAT, CALI**

**RESUMENES**

**Evento realizado en el marco del programa colaborativo  
CIRAD/CEEMAT- CIAT**

***"Producción y utilización del almidón de yuca"***

**con el apoyo financiero de**

***La Cooperación Regional Científica y Técnica Francesa***



**Centre d'Etudes et d'Experimentation  
en Mécanisation Agricole et Technologie alimentaire**

## CONTENIDO

### 1 El sistema técnico-económico de producción del almidón de yuca

- Programa colaborativo CEEMAT/CIRAT-CIAT Producción y utilización del almidón de yuca  
*Gerard Chuzeol (CEEMAT/CIRAD) ✓*
- La agroindustria del almidón agrario en el Norte del Cauca  
*Ricardo Ruiz (JEDEROM) ✓*
- Mejoramiento mecánico de los equipos para la producción de almidón de yuca  
*Herbert Ceramilla (Laboración Universitaria Autónoma del Occidente)*
- Producción artesanal y comercialización del almidón de yuca en Ecuador  
*Susan Poets (CIAT) ✓*
- La agroindustria del almidón de mandioca en Paraguay  
*Moisez Veda (JEFU) ✓*
- General viewpoint of cassava starch industries in Brazil  
*Marnet Pazzoli Cereda (UNESP/FCA)*
- Characterization of sour starch cassava production in Brazil  
*Marnet Pazzoli Cereda (UNESP/FCA)*
- Technology and quality of sour starch  
*Marnet Pazzoli Cereda (UNESP/FCA) ✓*

### 2 Técnicas de caracterización del almidón de yuca

- Generalidades sobre el almidón  
*Gerard Chuzeol (CEEMAT/CIRAD)*
- Métodos de determinación del contenido de almidón y fibra en productos derivados de la yuca y del ratio amilo a/amilopeptina  
*Teresa Sanchez (CIAT)*
- Técnicas de la difracción de los rayos X para la caracterización de muestras policristalinas  
*Jaime Pradilla (Universidad Industrial de Santander)*
- Técnicas de entalpía calorimétrica diferencial Aplicación a la determinación de las propiedades termofísicas de un almidón  
*Gerard Chuzeol (CEEMAT/CIRAD), Ruben Vargas (Universidad del Valle)*

### 3 Herramientas de seguimiento de una fermentación de un almidón de yuca

- Desarrollo de una prueba de evaluación del almidón agrario de yuca  
*Gerard Chuzeol (CEEMAT/CIRAD)*
- Determinación del contenido de ácidos orgánicos por cromatografía de gases para la caracterización del almidón agrario  
*Fredy Alarcón (CIAT)*
- Utilización de la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para la caracterización bioquímica de la fermentación del almidón de yuca  
*Eric Giraud Maurice Raimbault (ORSTOM) ✓*
- Utilización de la microscopía de barrido para el seguimiento de la microflora durante una fermentación  
*Dominique Duteur (CEEMAT/CIRAD)*
- Caracterización y determinación de las actividades amilolíticas por técnicas de electroforesis de transferencia y difusión  
*Jorge Mayer Ricardo Niño (Unidad de biotecnología CIAT) Gerard Chuzeol (CEEMAT/CIRAD)*
- Evaluación de las modificaciones estructurales del almidón de yuca durante la fermentación medida de la viscosidad intrínseca y técnica de cromatografía de permeación de gel  
*Catherine Bradet (CEEMAT/CIRAD) C. Mestres (IRAT/CIRAD) ✓*
- Application of experimental research methodology to the optimization of cassava traditional fermentation  
*F. Amoué Treche A. Aoussou A. Brauman (ORSTOM Congo)*

#### 4 Estudio de la fermentación natural del almidón de yuca

- Estudos do processo fermentativo da fecula de mandioca para produção do povilho azedo  
*D A Ramirez E R Vilela (ESAL) M P Cereda (UNESP)*
- ✓ - Aspectos microbiológicos del proceso de fermentación del almidón de yuca  
*E Zapata (IIT) J L Parada (INTA) S V de Fabricio (Un de Buenos Aires)*
- Aislamiento y caracterización de cepas lácticas amilolíticas  
*Cecilia Figueroa (CIAT) Gerard Chuzelet (CEEMAT/CIRAD)*
- Kinetic study of retting a cassava traditional fermentation in Central Africa  
*A Brauman (ORSTOM) M Malonga O Mavungou (Un M N Gouabi) F Ampe E Miambi S Treche (ORSTOM)*
- Efecto del cianuro y degradación de la linamarina por las bacterias lácticas  
*Eric Giraud Maurice Rimbault (ORSTOM)*

#### 5 Influencias de la materia prima y de los tratamientos tecnológicos sobre la calidad de un almidón de yuca

Functional properties of cassava starch  
*Jane Rickard (NR)*

Influencias de las variedades de yuca sobre la composición bioquímica de las raíces y las propiedades funcionales del almidón

*Aida de Stouvenel (Universidad del Valle)*

- Efeito an processo de extração e de fermentação nas características do povilho azedo  
*E R Asquieri E R Vilela (ESAL), M P Cereda (UNESP)*
- Estudio preliminar sobre el almacenamiento de almidón acrio de yuca  
*Guillermo Sarmiento (Ex funcionario IIT)*
- Efeito do tratamento ácido do amido de mandioca nas suas características físico-químicas  
*Marcel Flata Cyredo Celina R O Camargo (UNICAMP)*
- Poder de panificación del almidón acrio de yuca mecanismos físico-químicos posibles involucrados en el proceso  
*C Chuzelet C Brabet (CEEMAT/CIRAD) C Mestres (IRAT/CIRAD) X Rouau (INRA)*

#### 6 Nuevos productos derivados del almidón y usos industriales

- Biomasa oleaginosa de *Trichosporum sp*  
*Silvan Wasiacki (UEPG)*
- Valorización de la yuca a través de la fermentación  
*M Rimbault E Giraud G Saucedo C Socol (ORSTOM)*
- Use of cassava flour as energy source for weaning foods  
*S Treche P Giamarhi E Miambi, A Brauman (ORSTOM, Congo)*
- Ciclodextrinas producción y aplicaciones industriales  
*Alvaro Calleja (Universidad del Valle)*
- Producción y utilización del almidón de yuca en Asia  
*Christopher Wheatley (CIAT)*

#### 7 Valorización de las aguas residuales y sub-productos de las rallanderías

Primer aproximación a un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la rallandería de San Antonio  
*Anibal Patino (CETEL)*

- Ensayos preliminares sobre tratamiento de las aguas residuales de rallanderías de yuca  
*Elyra Torres (CVC)*
- Utilización de los sub-productos de la extracción del almidón en las crías menores  
*Liliana Osorio (CETEL)*

#### 8 Aspectos organizativos de la producción de yuca en el Cauca

- Cultivo de la yuca en laderas y formas organizativas de los agricultores en San Antonio Cauca  
*Jenifer Romero (CETEC)*

# PROGRAMA COLABORATIVO CIAT/CEEMAT-CIRAD<sup>1</sup>

## PRODUCCION Y UTILIZACION DEL ALMIDON DE YUCA

G Chuzel, CEEMAT/CIRAD, Visiting Scientist, Seccion utilizacion de yuca

### Contexto general

La yuca es uno de los cultivos que presentan una fuente de almidon muy importante, tomando en cuenta su contenido en almidon (alrededor de 85 % de la materia seca), sin embargo el uso industrial del almidon de yuca es muy limitado, con una produccion de 0.8 Mt, principalmente en Brazil para un uso local y Thailandia para exportacion frente a una produccion mundial de 20 Mt, principalmente de maíz (12 Mt). Diferentes razones pueden explicar eso - la yuca es sobre todo un cultivo alimenticio con mas de 80 % de la produccion mundial reservada para la alimentacion humana,

- la yuca es actualmente el cultivo de los pequeños agricultores y tiene la imagen en el sector industrial de un producto de los pobres para los pobres y nunca de un cultivo de potencialidad industrial,
- el desconocimiento por el sector industrial de las propiedades basicas del almidon de yuca que presentan ventajas para algunos usos frente a otros almidones (absorcion de agua, solubilidad, hinchamiento, alta viscosidad)
- los trabajos de investigacion para caracterizar el almidon nativo de yuca, evaluar su variabilidad, seleccionar variedades con alto contenido en almidon o modificar por medio genetico el cultivo para modificar sus propiedades funcionales del almidon nativo en funcion de los requerimientos de los usuarios lo que fue muy desarrollado estos ultimos años para el almidon de maíz,

- la inexistencia de una tecnologia de extraccion del almidon de yuca eficiente, higienica y adaptada a las condiciones tecnico-económicas de este sector y a las posibilidades de abastecimiento en materia prima

Sin embargo, en America Latina, existe una pequeña industria de produccion de almidon de yuca pero este almidon es reservado para la elaboracion de productos alimenticios tradicionales de panaderia como galletas o mas que todo panes con queso, la chipa en Paraguay, el pandebono, pandeyuca en Colombia o Ecuador, el biscoicho, el pan de queijo en Brazil. El almidon de yuca es irremplazable en estos productos en relacion con sus propiedades funcionales o su sabor y todo particularmente el almidon "agrio" de yuca colombiano o el "povilho azedo" brasileño.

Este almidon "agrio" que es obtenido por fermentacion natural del almidon nativo tiene un poder de panificacion con un hinchamiento durante el horneado y aromas muy caracteristicas.

Como muchas de las tecnologias tradicionales en el sector post cosecha, la extraccion del almidon de yuca es una actividad relativamente desconocida. Sin embargo, algunas cifras pueden evaluar la importancia de este sector artesanal desde el punto de vista socio-económico: 200 plantas de extraccion en el departamento del Cauca en Colombia, mas de 250 en el Estado de Minas Gerais en Brasil, 300 en dos distritos en Paraguay, 80 en la provincia de Manabi en Ecuador.

### Programa colaborativo CIAT-CEEMAT/CIRAD

Esta industria de produccion del almidon agrio de yuca constituye un tema privilegiado de investigacion y desarrollo por lo que representa:

- un sector artesanal valorizando un producto tradicional que es la yuca
- un impacto socio-económico importante a nivel rural,
- una materia prima para la elaboracion de alimentos tradicionales fuertemente aferrados en las costumbres alimenticias,
- un ejemplo tipico de una cadena alimenticia con los productores de yuca, los ralladeros, los intermediarios y mayoristas, los panaderos y las empresas medianas de segunda transformacion, los circuitos de distribucion de los productos terminados y los consumidores,
- un desconocimiento de los mecanismos basicos involucrados en el proceso, generando temas de investigacion basica (estudio de la fermentacion, condiciones de secado) cuales los resultados podrian tener repercusiones muy importantes a nivel del manejo del proceso y de la calidad del producto,
- una posibilidad de diversificacion del mercadeo con la produccion de almidon "dulce" (almidon nativo no fermentado)

Ademas, este sector tiene algunos problemas limitantes para su desarrollo a nivel de produccion, transformacion y comercializacion.

<sup>1</sup> El CEEMAT, Montpellier, Francia, es el departamento especializado en tecnologia de alimentos del CIRAD (Centro Internacional de investigacion agricola para el desarrollo).

- el abastecimiento en materia prima (precio calidad, aptitud tecnológica, volumen ofrecido en el curso del año)
  - el procesamiento (eficiencia y manejo del proceso higiene, calidad del producto)
  - la gestión de la planta (capital de trabajo acceso a los créditos)
  - la comercialización (fluctuaciones de los precios, organización de los circuitos de ventas)
- Por otro lado, el almidón de yuca presenta muchas fluctuaciones de calidad, haciendo difícil una utilización secundaria óptima y segura en relación con su "poder de panificación" y las condiciones de procesamiento no permiten sacar un almidón de yuca "dulce" para fines industriales que puede cumplir los requerimientos a nivel cantidad regularidad, higiene y criterios de calidad de los usuarios potenciales (industria alimenticia tanto como non alimenticia -cartonería, papelería, pegantes...)

Estabilizar los mercados existentes abrir nuevos mercados para estos rallanderos debe permitir valorizar más la producción de yuca de los pequeños agricultores, eso no puede hacerse más que ofreciendo una tecnología adaptada al contexto socio-económico de este medio garantizando eficiencia y calidad. El programa general cooperativo CIAT-CEEMAT/CIRAD que empezó en 1989 sobre "Producción y utilización del almidón de yuca" se integra en este contexto.

### Líneas de investigación desarrolladas

Para definir las prioridades de investigación compatibles con las necesidades locales, la siguiente metodología ha sido seguida:

- Análisis y diagnóstico tecnológico del proceso tradicional en Colombia para identificar los cuellos de botella,
- Inventario de las soluciones tecnológicas existentes para ver las posibilidades de transferencia o de mejoramiento de estas tecnologías,
- Organización de talleres sobre este tema con la participación de investigadores, productores y usuarios,
- Identificación de las competencias y de los recursos humanos disponibles y constitución de los equipos multidisciplinarios e interinstitucionales que podrán llevar a cabo los temas identificados.

Un primer seminario latinoamericano sobre "Producción y utilización del almidón de yuca" fue organizado en Julio 89 por el CIAT en Brasil, el con la participación de investigadores, extensionistas y empresarios de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Paraguay. El intercambio de informaciones y de conocimientos acerca de las tecnologías de producción y utilización existentes fue muy provechoso y se identificaron y discutieron los principales problemas y limitantes que se encuentran en este sector. Este encuentro permitió la creación de una red latinoamericana informal y la conformación de grupos regionales con áreas comunes de trabajo, con los países que poseen una experiencia o un enfoque especial.

Una segunda reunión siguió en Septiembre de 89 en Colombia en donde se discutieron las conclusiones del diagnóstico tecnológico de las rallanderías colombianas alrededor de los puntos claves identificados para desarrollar y apoyar a este sector:

- Eficiencia del proceso ¿Cual "paquete tecnológico" ofrecer a este sector artesanal?
- Calidad del producto ¿qué calidad para que uso y con qué criterios?
- Materia prima ¿Que características y qué influencias sobre la calidad del producto?

De esta manera, se pudo establecer las prioridades de investigación siguientes:

- Estandarización de los métodos analíticos,
- Caracterización del almidón de yuca,
- Equipos de extracción y proceso,
- Influencias de la materia prima sobre la calidad del producto,
- Mecanismos involucrados en el proceso de fermentación.

Desde entonces, se han desarrollado estos temas en Colombia en colaboración con entidades nacionales como el Instituto de Investigaciones Tecnológicas en Bogotá, SEDECOM, la Universidad del Valle, la Corporación Universitaria Autónoma en Cali y en Francia en el CIRAD o en el ORSTOM. Hoy en día, tenemos algunos resultados sobre los diferentes temas identificados, pero también otros trabajos fueron desarrollados en otros países latinoamericanos (Brasil, Argentina), algunos países tienen nuevas experiencias en utilización del almidón de yuca. Eso nos ha invitado a plantear este taller para evaluar los estudios realizados y intercambiar con los de más y definir nuevas líneas de investigación al ver los resultados obtenidos.

"Almidón" y "fermentación" serán las palabras claves de estos días, pero se pretende también ver las potencialidades de usos industriales del almidón de yuca o de nuevos productos con él, las alternativas tecnológicas para la valorización y el tratamiento de los subproductos y aguas residuales de la pequeña industria de extracción del almidón de yuca ...

## AGROINDUSTRIA DE ALMIDON AGRIO EN EL NORTE DEL CAUCA

RICARDO RUIZ

Las actividades relacionadas con el cultivo y transformación en el norte del Cauca, ocupan un lugar predominante en la economía regional, al constituir la fuente principal de ingresos para casi 4 000 familias campesinas. Existen actualmente en el departamento aproximadamente 3 000 hectáreas cultivadas en yuca y 200 pequeñas plantas procesadoras de almidón agrío

La producción de yuca en la región es empleada en un 90% por la agroindustria de almidón agrío. La extracción de almidón de yuca, empezó en los años 40 como una actividad doméstica realizada por las mujeres empleando elementos caseros. La rápida urbanización del interior del país influyó en la progresiva demanda hacia el almidón agrío, implicando la mecanización y aumento de las pequeñas plantas transformadoras (Rallanderías) existentes en la zona

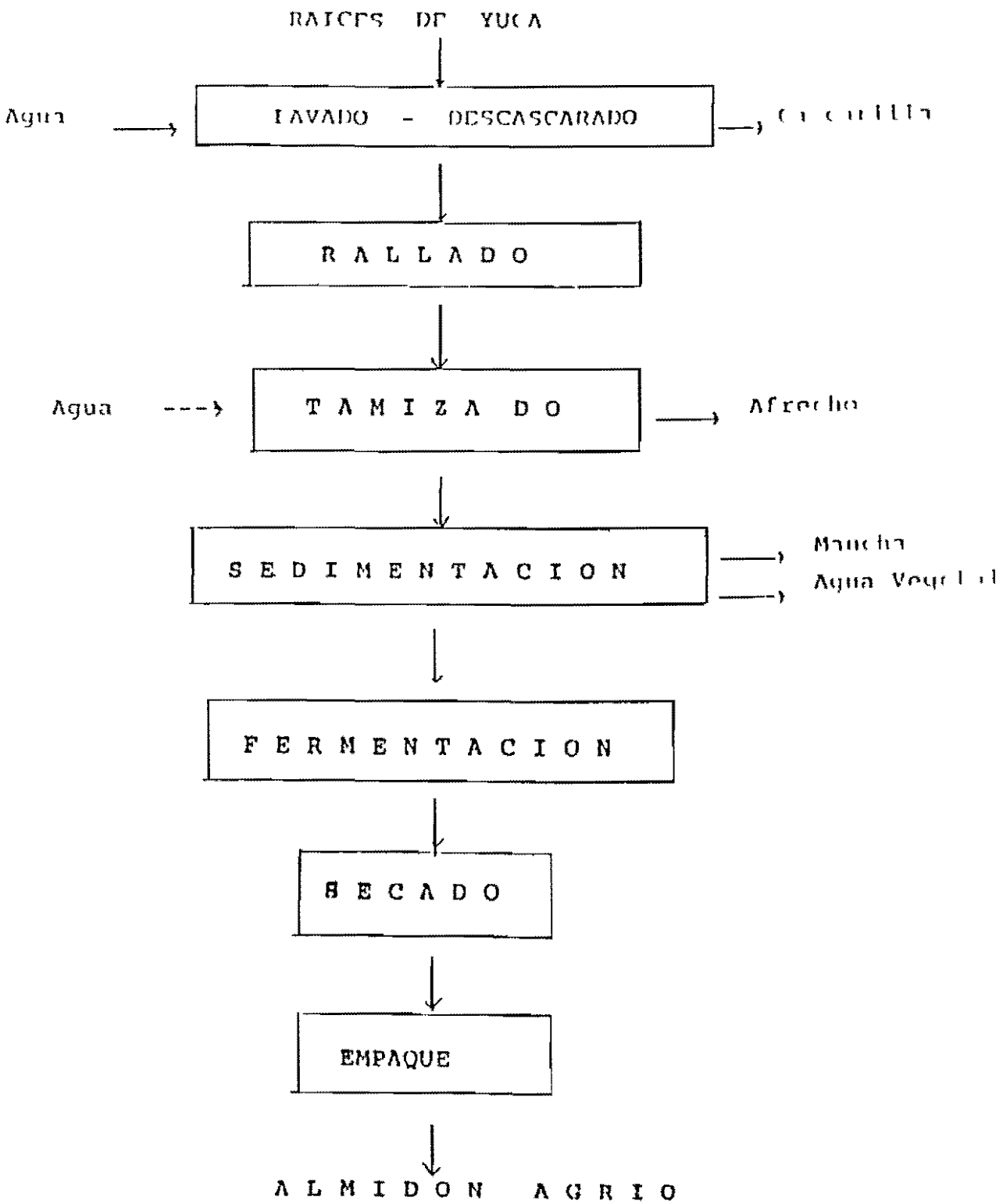
### 1. DIAGNOSTICO DEL PROCESO

Las plantas procesadoras poseen todas una misma tecnología, - con la cual procesan entre 1 a 2 5 toneladas por día la producción estimada de almidón por toda la agroindustria es de - 6000 a 10 000 toneladas por año, calculándose que representa entre el 70% y 80% de la producción total del país

Generalmente una planta procesadora de almidón, es atendida por un máximo de 4 personas y los costos de inversión ascienden aproximadamente a 8 millones de pesos

La forma en que se realiza el proceso se puede apreciar en el diagrama adjunto. Las operaciones de lavado, rallado y tamizado se realizan en forma mecanizada. Del tamizado se obtiene

DIAGRAMA DE PROCESAMIENTO  
=====





como sub-producto el "AFRECHO" el cual es secado al sol y utilizado en la alimentación animal. La sedimentación se realiza en tanques de concreto revestidos con azulejo.

En esta etapa del proceso se obtiene un segundo sub-producto denominado " MANCHA" la cual es empleada en la utilización del ganado porcino. Durante la decantación se retira el agua residual hacia los rios o quebradas. La fermentación se realiza en forma natural y toma entre 20 a 30 días, después de los cuales el almidón es secado al sol y comercializado sin ningún otro tipo de tratamientos.

La deficiencia más importante pueden observarse resumidas en los dos cuadros adjuntos.

## 2. DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DEL CULTIVO Y COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO FINAL.

Desde el punto de vista de la agroindustria era necesario conocer la situación de los aspectos de producción de materia prima y comercialización del producto

En cuanto a la producción agrícola se encontrarán los siguientes factores

- Bajos rendimientos en kgs/hectáreas, menores 7 toneladas por hectárea.
- Altos grados de erosión física y química en las áreas del cultivo.
- Oferta inestable altamente fraccionada y sin ningún tipo de organización.

En cuanto a la comercialización del almidón se presentan al menos tres pasos de intermediación entre el ralladero y el procesador final, observándose en el proceso épocas de sobreprodu

RAICES FRESCAS LAVADAS  
1000 KGS.

ALMIDON PURO 250 KG (100 %)

ALMIDON  
180 KGS.

ALMIDON PURO 150 KG (60 %)

AFRECHO (MASSA)  
63 KGS

ALMIDON PURO 41KG (16%)  
FIBRA 11%

MANCHA  
11 KGS.

ALMIDON PURO 7.5 KGS. (3%)  
PROTEINA 6 %

AGUA RESIDUAL  
10 M<sup>3</sup>

PH	3.9 - (4.7)
DQO	9100 MG/L
DBO	3100 MG/L
CIANUROS	2.12 MG/L
SOLIDOS TOTALES	5740 MG/L
SOLIDOS VOLATILES	4870 MG/L

21% DEL ALMIDON  
SE PIERDEN DURANTE  
LA DECANTACION, LA  
LIMPIEZA Y LAS OPE-  
RACIONES DE SECADO

## PROBLEMAS EN EL PROCESAMIENTO

- BAJA EFICIENCIA
- RALLADO
- SEDIMENTACION
  
- PRESENCIA DE FIBRA, PULPA Y OTRAS IMPUREZAS
- TAMIZADO
- SEDIMENTACION
  
- PRESENCIA DE MATERIALES EXTRANOS
- LAVADO
- SECADO
- CALIDAD DEL AGUA
  
- CALIDAD DEL ALMIDON AGRIO PARA EL HORNEO ES HETEROGENEA
- POCO CONTROL SOBRE LOS PROCESOS DE FERMENTACION Y SECADO
  
- BAJA UTILIZACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA 60 %
- Poca capacidad de FERMENTACION Y SECADO

cción y escasez periódica, con la consiguiente fluctuación de precios. la intermediación se presenta principalmente por la escasez de capital y la fragmentación del mercado oferente Ac tualmente aún no se logra cristalizar una organización y plani ficación concertada de la oferta tanto de materia prima como de almidón agrio o dulce

### 3 EL PROYECTO DE PRODUCCION, TRANSFORMACION Y COMERCIALIZACION DE YUCA EN EL NORTE DEL CAUCA

Las anteriores anotadas ineficiencias del orden técnico, unidas a la carencia de política crediticia dirigida al sector, o las dificultades de comercialización tanto de la yuca como del almí dón, motivaron a que un conjunto de entidades públicas y priv as estén aunando esfuerzos para el diseño y ejecución de un - programa de asistencia técnica integral

El proyecto cuenta para su ejecución de los siguiente instrumen tos

- 1) Una propuesta alternativa al cultivo de la yuca
- 2) Una propuesta de mejoramiento de las rallanderías
- 3) Una propuesta de comercialización
- 4) Una propuesta organizativa de los beneficiarios
- 5) Una propuesta financiera

La propuesta alternativa al cultivo contempla los siguientes as pectos

- 1) Ubicación adecuada de los cultivos con el fin de prevenir la erosión
- 2) Uso de correctivos y fertilizantes, con énfasis en fertili - zantes orgánicos.

- 3) Prácticas de conservación mediante el uso de coberturas vivas o muertas, barreras vivas, manejo de aguas de escorrentía y cultivos asociados
- 4) Manejo y control fitosanitario de la semilla.
- 5) Control fitosanitario del cultivo con el objeto de avanzar en un control integrado de plagas y enfermedades

La propuesta de mejoramiento a las rallanderías comprende

- Mejorar sistemas de rallado y sedimentación para aumentar la eficiencia
- Mejorar el tamizado, la sedimentación y el tratamiento del agua para elevar la calidad del producto.
- Redistribución de equipos y equilibrio del proceso para mejorar la operatividad y utilización de la capacidad instalada.

La propuesta de comercialización pretende mejorar las condiciones de control y manejo de los precios por parte de los productores.

Por su parte, la propuesta de organización pretende organizar a los beneficiarios del programa (cultivadores y rallanderos) con el propósito de poder tener espacios estables de concertación de precios, consecución de recursos crediticios, insumos agrícolas, asistencia técnica, etc

La propuesta financiera trata que en lo posible las necesida-des de financiamiento se adapten a las condiciones socio-eco-nímicas de los beneficiarios.

MEJORAMIENTO MECANICO DE LOS EQUIPOS PARA LA  
PRODUCCION DE ALMIDON DE YUCA

POR Hebert Jaramillo Diaz  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
Cali - junio 17 de 1991

INTRODUCCION

El programa de ingeniería mecánica de la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente ha realizado algunas mejoras a los equipos para el procesamiento de almidón de yuca con el apoyo incondicional del CIAT, (Centro Internacional de Agricultura Tropical)

Esperamos que estas mejoras, aumenten la calidad y la rentabilidad del producto final (almidón de yuca)

Las máquinas de funcionamiento por bache implican tiempos muertos durante la labor de cargue y descargue, lo cual los lleva a ser ineficientes Dadas las condiciones

económicas de los propietarios de la mayoría de las rallanderías en el norte del Cauca realizamos el trabajo de mejoramiento con base a la maquinaria existente para reducir el costo de modificación de la planta.

#### LAVADORA-PELADORA

Para el mejoramiento se buscó un diseño adecuado teniendo en cuenta parámetros como la simplicidad tanto en geometría como en funcionamiento, materiales de construcción disponibles en el mercado, facilidad para el montaje y desmontaje, etc

La lavadora-peladora como todas las máquinas se han construido con el propósito de mejorar el proceso y la calidad del producto final

#### Características de la máquina

- Funcionamiento por bache,
- Tipo concéntrico: consiste en un cilindro atravesado longitudinalmente, por un eje, el cual soporta toda la carga y está apoyado sobre rodamientos, dos apoyos

- El eje central es tubular para permitir la entrada del agua a presión al interior del tambor (de adentro hacia afuera) y con la misma intensidad en todo el cilindro
  
- Los rodillos abrasivos que van colocados longitudinalmente y paralelos al eje central, inicialmente se colocaron dos, con capacidad para cuatro, la superficie abrasiva es de nylon enrollado en forma de espiral con el fin de aumentar la superficie de contacto con las raices
  
- La superficie del tambor es de lámina común perforada para permitir la salida de los desechos
  
- La estructura o soporte de la máquina es modular para facilitar su instalación en los sitios de experimentación, (en una planta no es necesario tal como se ha construido porque incrementaría los costos)
  
- El mecanismo de transmisión de potencia es por moto-reductor ya que facilita el manejo y mantenimiento de la máquina, sin ningún riesgo para el operario y ocupa menos espacio y es mas económico



Las demás características de la máquina como son el consumo de energía, la capacidad y la vida útil y el coeficiente de lavado no se han evaluado analíticamente, en lavados preliminares a la evaluación ha mostrado buenos resultados, esta evaluación ésta en proceso

#### RALLADOR

El rallador experimental consiste de los siguientes elementos: estructuras metálica en ángulos, eje, rotor con sierras, tolva, poleas (en v para la variación de velocidades) y un motor eléctrico. Cuando se evalde la máquina se le colocará un motoreductor.

Características técnicas de la máquina.

- En la tolva la cara que regula el ángulo de ataque (zona de trabajo) se construyó con desplazamiento longitudinal y transversal para regular y determinar cual es el ángulo más efectivo, que distancia debe de existir entre las sierras y la tolva y a que altura del eje central h que colocar esta cara.

- El rotor de acuerdo a los cálculos de cinemática y dinámica, las dimensiones más favorables fueron los de 30 cmt de largo y de 20 cmt de diámetro para evitar en lo posible las oscilaciones y esfuerzos mayores en las chumaceras y el eje. El rotor inicialmente se pensó construir de material sintético, la mejor alternativa por higiene, por su costo se descartó esta posibilidad, al final se construyó de madera (chanul) que posee muy buenas características mecánicas, las sierras que se utilizan son de tipo comercial sin traba.

En la evaluación técnica se hará con diferentes tipos de sierras y frecuencias de giro del rotor para poder verificar los parámetros ideales en productividad y rendimiento de extracción de almidón de yuca.

#### COLADORA (TAMIZADORA)

De esta máquina depende la calidad del producto final en un alto porcentaje.

La coladora está compuesta de un cilindro de paredes delgadas que en su interior lleva cuatro tornillos sin fin dos derechos y dos izquierdos, la estructura, una sara vibratoria o tamiz oscilatorio y un motoreductor.

## Características técnicas de la máquina

- Funcionamiento por bache
- Tipo concéntrico - consiste en un cilindro de revoluciones de 2 apoyos con rodamientos, en el interior posee cuatro tornillos sin fin que sirven para dar movilidad a la masa y repartirla de una manera uniforme en todo el cilindro de tal manera que las tensiones sean iguales sobre todo el eje
- La superficie del tambor es de lámina común perforada y con una malla de 80 msh
- El tamiz vibratorio posee una malla de 120 msa. y tiene un movimiento alternativo mediante un mecanismo biela-manivela o simplemente por un mecanismo de leva
- La velocidad recomendada es de 20 a 25 rpm Las demás características no han sido evaluadas

RESUMEN DEL ESTUDIO DE LA PRODUCCION ARTESANAL Y  
COMERCIALIZACION DEL ALMIDON DE YUCA EN ECUADOR<sup>1</sup>

Dr Susan V Poats<sup>2</sup>  
Programa de Yuca, CIAT/Ecuador

17 JUNIO, 1991

Con el objetivo principal de mejorar los conocimientos sobre los procesos de produccion, mercadeo y uso de almidon de yuca, se inicio el estudio de la produccion artesanal y comercializacion del almidon de yuca en el mes de julio 1990. El estudio se llevo a cabo con la colaboracion inter-institucional de la Fundacion para el Desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO), la Union de Asociaciones de Productores y Procesadores de Yuca (UAPPY), la Universidad Tecnica de Manabi (UTM), el Instituto Nacional de Investigacion Agropecuario (INIAP) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). En el plan anual de trabajo del INIAP de 1990 para investigacion en yuca, se habia designado fondos para un estudio de tesis sobre el produccion artesanal de la yuca. Pero, en una reunion del equipo de tecnicos del INIAP del programa de raices y tuberculos en mayo 1990 se decidio que debido a la falta de haber aprobado un egresado para hacer el estudio, se cambiaria el modo de hacer el estudio de un tesis para un estudio diagnostico tipo "sondeo" realizado por un equipo multi-disciplinario.

El estudio se dividio en dos partes. La primera parte fue un sondeo de los mercados principales o usuarios de almidones y harinas para determinar sus tamaños y características generales. La segunda parte consistio en una encuesta breve administrado a

---

<sup>1</sup> Presentado en el Taller "Avances Sobre Almidon de Yuca", 17 al 20 de Junio de 1991, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Cali, Colombia

<sup>2</sup> Antropologa y asesora del programa de yuca, CIAT/FUNDAGRO, Ecuador. La primera parte del estudio fue elaborado con la colaboracion del Economista Anibal Mosquera (FUNDAGRO), Ing. Carlos Equez (FUNDAGRO), y el Economista Diego Izquierda (CIAT). El resumen se basa en el informe del Economista Mosquera "Sondeo a las Industrias que Consumen Almidon. Identificacion de Potenciales Consumidores de Almidon de Yuca". La segunda parte del estudio fue elaborado en colaboracion con el Economista Napoleon Chavez (INIAP). La recoleccion de datos fue completado con el apoyo de tres encuestadores: Ciro Miranda Galarza (UTM), Letty Celorio Zambrano (UTM) y Enrique Navarrete P (APPY-Miguelillo). La segunda parte del resumen se basa en los informes de campo de los encuestadores y los resultados preliminares de la encuesta.

casí todos los procesadores particulares de almidon localizados en la zona tradicional de procesamiento de yuca, comprendido mayormente por la provincia costena de Manabí Este resumen presenta, brevemente, los resultados de los dos partes del estudio y el plan de trabajo para 1991 que se elaboro en base de estes resultados

### El Sondeo a las Industrias Que Consumen Almidon

Esta parte del Estudio Almidon fue diseñado como un estudio complementario al estudio de CENDES, "La Industrializacion de la Yuca," hecha en 1989 y financiado por FUNDAGRO. Un economista contratado por FUNDAGRO para realizar la mayor parte del sondeo, trabajo en colaboracion con otros técnicos de FUNDAGRO y CIAT durante el diseño del estudio. Despues, el hizo todas las entrevistas y escribio el informe final.

La primera etapa del sondeo de usuarios fue la creacion de un inventario de los usuarios industriales de harinas y almidones en el pais a traves de informaciones secundarias ofrecidos por el Banco Central y el Ministerio de Industria, Comercio y Pesca (MICIP). El mismo inventario sirvira como una base para iniciar un proyecto mas profundo durante 1991 para abrir nuevos mercados para los derivados de la yuca producidos por la UAPPY Del inventario generado por el sondeo, se selecciono una muestra de fabricas de diferentes lineas para hacer visitas y encuestas informales. Incluidos en las encuestas fueron fabricas de: maderas aglomerados o plywood, cartonones, textiles, alimentos procesados, y pegantes

Se confirmo con el sondeo que la demanda estimado para almidon de maiz es arriba de 8.500 TM, de la cual, solo 4.062 es producido a nivel nacional El resto es importado. Solo hay una fabrica de almidon de maiz y varios de los usuarios se quejan de la falta de seriedad por parte del proveedor. Se produce muy poco almidon modificado dentro del pais, alrededor de 270 TM. La demanda anual de solo una de las fabricas textileras para almidón modificado es entre 200-300 TM No habia estadísticas confiables sobre la produccion total del almidon de yuca ni los usuarios actuales

Un otro resultado importante y interesante del sondeo fue el de conocer el nivel de desconocimiento del uso de almidon de yuca en industrias fuera de las cartoneras Conocen el uso general de almidones de maiz, pero no tienen experiencia ni conocen el almidon de yuca.

### Encuesta Con Procesadores Particulares de Almidon de Yuca

La segunda parte del estudio de almidon fue una encuesta diagnostica aplicada a todos los procesadores de almidon de yuca en la region de Manabí El cuestionario aplicado fue adaptado de

uno elaborado por CIAT para el valle del Cauca. Aspectos del procesamiento de almidón tales como características de la materia prima, maquinaria, mano de obra, herramientas, administración, financiamiento, costos, manejo de aguas residuales y mercadeo del producto fueron incluidos en el cuestionario. Un equipo compuesto de dos egresados de la UTM y un socio de la UAPPY hicieron todas las encuestas entre los meses de septiembre a diciembre. Se hicieron un total de 214 encuestas mayormente en tres zonas.

La primera zona está comprendida de los sitios: Calderón, El Jobo, Alajuela, Miguelillo, El Guasmo, San Vicente, Cañales, La Balsa, Chirijo, y Hormiguero, todos localizados en el centro de la provincia de Manabí, cerca de la carretera Portoviejo-Pichincha, a unos 20 a 30 km de Portoviejo. En esta zona se estima que existen unos 50 rallanderías particulares, de las cuales se entrevistaron 47.

La segunda zona está en el norte de la provincia de Manabí, en la parroquia de Canuto del cantón Chone donde hay procesadores de almidón a un nivel muy artesanal en los sitios de Voca Chorrera, Olla Vieja, Bejuquillo Chico, Bejuquillo Grande, San Pablo de Tarugo, Las Cruces, San Elías, Las Escaleras, Gramolote y Hueso de Vaca. En esta zona se fueron encuestados 120 procesadores de almidón, de un total estimado de unos 145. En el cantón de Bolívar, en los sitios de Quiroga y Sarampion se encuestaron más 30 procesadores.

La tercera zona comprende el nordeste de la provincia de Manabí en el cantón de Pichincha y el noroeste de la provincia de Guayas en el cantón de Empalme y incluye unos 30 rallanderías de los cuales todos fueron visitados.

Las entrevistas se fueron completas en el mes de diciembre. Los cuestionarios fueron corregidos durante enero y febrero. Serán codificados y analizados entre junio y julio. El informe final será presentado en agosto 1991. Mientras tanto, se ha identificado algunos resultados preliminares.

Todo el almidón procesado es del tipo dulce en la región. No hay tradición de producir almidón agrio o fermentado. Hay dos sistemas de procesar almidón. Uno es semi-mechanizado y utiliza una ralladora motorizada. El otro es completamente manual. (Ver figura 1) Este último se encuentra en la segunda zona, en Canuto y Bolívar, el otro es lo normal para las rallanderías de las otras zonas, incluyendo tres asociaciones (dos de mujeres y uno mixto) de la UAPPY que dedican a la producción del almidón. Las rallanderías particulares producen almidón para consumo humano, almidón "chillon" industrial, almidón corriente, bagazo (o afrecho) y cachaza (o mancha). El almidón chillon es producido igual al almidón para consumo humano pero el secado se hace directamente en el piso de cemento en vez de usar un sistema

de secado elevado (en cima de papel, bandejas, tarima o hojas de zinc) El almidon corriente no incluye el proceso de separacion del almidon de la cachaza (o mancha), entonces es un almidon "sucio" de mas baja calidad

Todos los productos tienen sus precios y sus mercados, pero se tienden a vender los almidones puros primero y los otros sub-productos durante el invierno cuando hay escasez de alimentos para animales. Los precios varían mucho y hay muy poco uso de sistemas formales de crédito. Un pequeño grupo de intermediarios en cada zona controlan la comercialización del almidón y hay altas indicaciones de adulteraciones del almidón por algunos de los intermediarios más fuertes. Las adulteraciones se hacen normalmente en mezclar almidón con afrecho o mancha durante el proceso de molinar.

Para precisar los costos, eficiencia y calidad de la producción de almidón, se hizo tres estudios de caso dentro de la muestra total de procesadores. Se usó la metodología de "balance de masas" con apoyo del CIAT y SEDOCOM (Ing Ricardo Ruiz) para efectuar los estudios de caso. Dos de los estudios fueron con rallanderías particulares (uno más tradicional que el otro) y una asociación de mujeres. El resultado preliminar de más importancia es que los rallanderos no ganan dinero con la venta del almidón, sino con la venta de los sub-productos.

Aunque los resultados de los estudios de caso y la encuesta están todavía en proceso de análisis, se ha podido identificar algunas temas importantes para orientar la investigación para el año 1991.

### Problemas

#### 1. Mano de obra

a. La pelada se hace todo a mano. Aunque hay máquinas para hacer la pelada, no se interesa los rallanderías porque la mano de obra es relativamente barato y la pelada de yuca es uno de los pocos fuentes de ingresos durante este tiempo del año.

b. En la colada, que también se hace manualmente, el mayor problema es la carga de agua en baldes. Sistemas directas de agua mejoraría este problema.

c. El labor y tiempo en separar la mancha del almidón es otra área que merece atención para disminuir el mano de obra. Se propone que el sistema de canales eliminara este proceso.

#### 2. La calidad del almidón es afectado por:

a. El tiempo entre rallado y colado que puede ser hasta 8

dias debido a la falta de espacio para secar.

b. La frecuencia de mezcla de variedades para producir almidon

c La introduccion de arena por medio del agua usada, tanques de cemento muy gastados, y el secado en pisos de cemento.

d Contaminacion de animales pisando sobre el almidon secando

3 Infraestructura y Organizacion:

a Falta de area de secado

b Falta de tanques de sedimentacion con mejor acabado

c Falta de credito para los almidoneros particulares

d Falta de organizaciones entre los almidoneros particulares.

e Problemas con intermediarios (precios, credito, y adulteraciones)

4 Contaminacion ambiental

a. Falta de manejo de aguas residuales.

5 Costos-Beneficios

a Muy pocos ingresos por los rallanderos particulares, especialmente los pequenos y tradicionales.

Resumen de la areas de investigacion para 1991

1 Proyecto de nuevos mercados para derivados de yuca.

- harinas y almidones
- incluye caracterizacion de los productos y sub-productos.

2 Proyecto de rallanderia mejorada prototipo.

- canales de sedimentacion con colado a mano
- prueba efectuada en colaboracion con una asociacion de mujeres

3 Investigaciones en calidad de almidon

- eliminacion de arena con filtros de agua, tanques con azulejos, y secado en cima de plastico o lona
- diferencias en calidad de almidon por variedad (tesis)
- efectos de tiempo entre rallado y colado



4. Estudio economico de la produccion de almidon (tesis de la UTM)

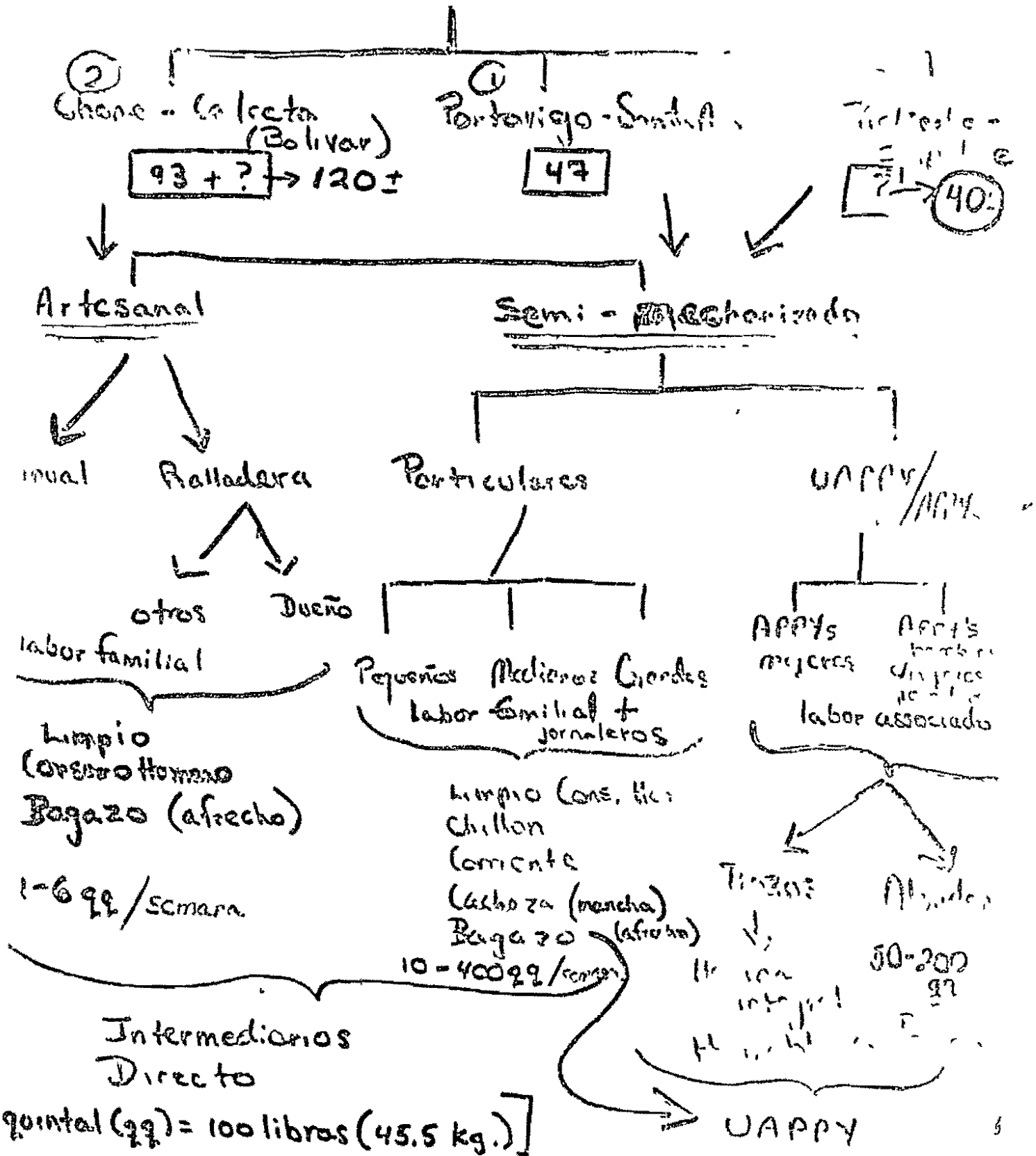
5. Evaluacion de diferentes metodos para manejo de aguas residuales

1. Efectos del tiempo entre rallado y colado sobre el pH y viscosidad del almidon industrial
2. Las relaciones entre variedad y calidad del almidon y los efectos de mezclar variedades en el procesamiento del almidón.
3. La eficiencia de la maquinaria de procesar almidon.
- 4 El uso y eficiencia del la ralla en producir harina de yuca.
- 5 Tecnicas alternativas de secamiento del almidon (criterios y evaluacion de secadores artificiales).
- 6 El manejo de los aguas de deshecho del almidon
7. El uso potencial de maquinarias para prensar el almidon antes de secarlo para reducir el tiempo del secado
8. Nueva tecnologia para la sedimentacion del almidon de yuca.

Figura 1

México | Ecuador

# Sistemas de Producción: Almidón



# LA AGROINDUSTRIA DEL ALMIDON DE MANDIOCA EN EL PARAGUAY

Ing. Moises VEGA, SEAG

## I Generalidades

El cultivo de la mandioca es una actividad tradicionalmente importante para gran parte de la población agrícola del país, constituye el alimento básico de la familia rural, además se lo emplea en la alimentación animal y para elaboración de almidón.

La extracción de almidón empezó décadas atrás como una actividad doméstica realizada por toda la familia, principalmente en las áreas rurales, con equipos manuales caseros, rusticos, utilizando el producto como ingrediente en la preparación de diversos tipos de alimentos.

A más del auto consumo, el producto empezó a utilizarse como materia prima para la industria, principalmente en la fabricación de chipas, embutidos y cartones, esto originó cambios en el sistema de producción, para hacer frente a una demanda creciente por el almidón.

## I.2 Contexto socio-económico

En el país existen varias zonas donde se producen almidón de mandioca, el área de Mauricio o Troche (Departamento Guairá) constituye una de las más importantes por el volumen de almidón producido y el número de plantas de extracción e istentes, y la mano de obra que genera, dando ocupación a numerosas familias.

### I.2.1 Número de rallanderías / zonas de producción

En la actualidad existen alrededor de 200 plantas de extracción, localizadas en los distritos de Mauricio y Troche. (Departamento de Guairá), más Garay (Departamento de Itapúa).

## 2.2 Niveles tecnológicos

En el sistema de producción de amidón se distinguen tres niveles tecnológicos en donde el sistema de lavado de raíces y el tamizado se diferencian por el método empleado. El siguiente cuadro revela las características de los tres niveles.

NIVEL TECNOLÓGICO-	SISTEMA EMPLEADOS		
	LAVADO	FALLADO	TAMIZADO
Manual	Manual	Mecanizado	Manual
Semimecanizado	Manual mecanizado	Mecanizado	Mecanizado Manual
Mecanizado	Mecanizado	Mecanizado	Mecanizado

Manual: netamente artesanal.

Mecanizado: equipos accionados por fuerza motriz (motor diesel o nafteros). El sistema de rallado empleado es el mecanizado, para los tres niveles, y consiste en un cilindro de madera con ampa perforada.

La capacidad de procesamiento diario promedio de las plantas en el nivel manual es de uno a dos toneladas de raíces frescas / en el mecanizado de dos a cuatro toneladas.

## 1.2.3 Capacidad de las plantas según los niveles tecnológicos

MATERIA PRIMA		MANUAL	MECANIZADO
Capacidad tonelada R F/ Sem	I	5	53
	V	67	82
Número semanas de trabajo	I	11	11
	V	12	10
Capacidad procesamiento Ton RF	I	55	58
	V	80	88
Capacidad procesamiento Ton RF/año		135	146
<b>ALMIDÓN</b>			
Capacidad secado	I	0	7
	V	18	18
Capac elab. Ton Almidón	I	122	14
	V	12	132
Cap. Sec Ton Alm/año/planta		246	264
Número ralladería		120	80
Volumen/prod/ton/Almidón		2952	2088

I invierno

V verano

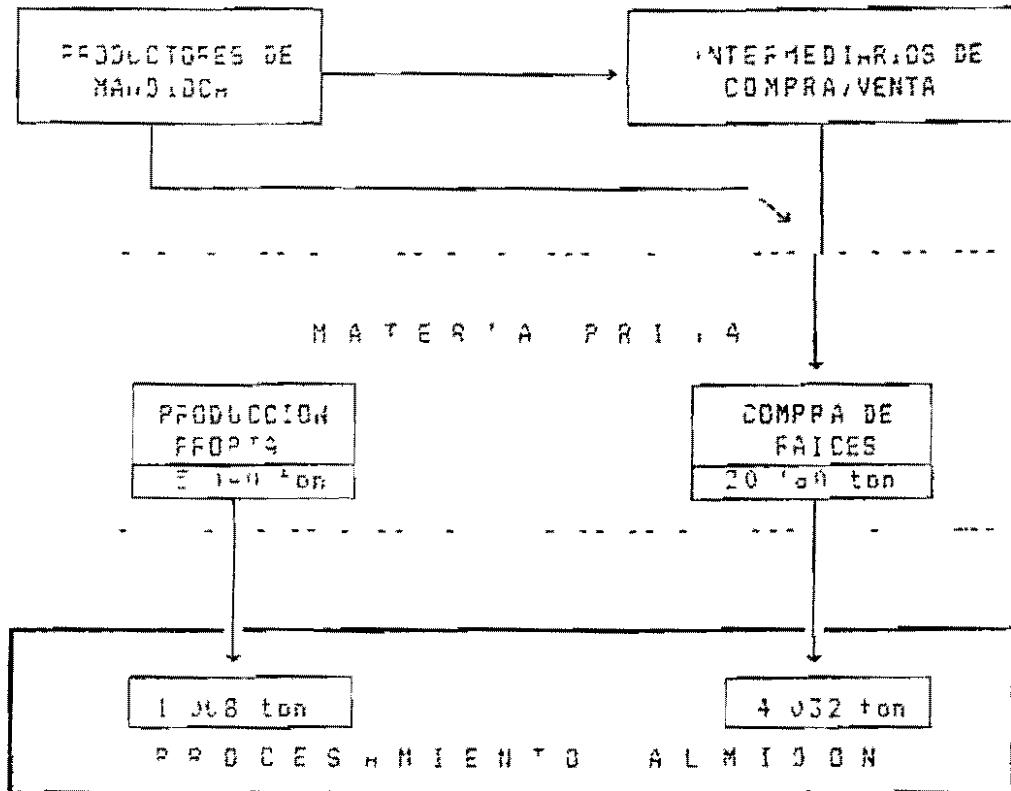
En el invierno (abril a setiembre) existe abundante materia prima con alto contenido de almidón, pero las condiciones climáticas no favorecen el secado natural del almidón, lo que ocasiona pérdidas de la calidad del producto y menor capacidad de producción, sin embargo, en verano (octubre a marzo) baja el contenido de almidón en las raíces pero el clima es favorable para el secado, por lo que aumenta la capacidad de producción.

Considerando las 200 plantas de extracción localizadas en las zonas de Mauricio J. Troche (Guairá) y Blas Garay (Caaguazú), la producción es de 5040 toneladas de almidón por año.

## 1.2.4 Abastecimiento de materia prima

La materia prima procede del Departamento Guairá / Caaguazú / de otra región (zona norte del país), se transporta hasta la planta, donde se depositan a temperatura o bajo techo de 1 a 4 días para procesarla totalmente.

## Flujo de la Materia Prima



En el cuadro se distingue el producto de materia prima que vende la cosecha a los intermediarios o camioneros, también negocian directamente con los rallarderos, y proveen aproximadamente el 80% de la materia prima necesaria para elaborar el volumen total de almidón producido en la zona. El 20% restante corresponde a los que cultivan y elaboran su propia materia prima, obteniendo una mayor ganancia en comparación a los que compran.

## I 2 5 Mano de obra

El número de personas requeridas varía para cada nivel tecnológico

	MANUAL	MECANIZADO
No Personas/proceso	4	3
No Personas/secado	3	3
No Personas total	7	6
No Plantas extracción	120	80
Mano de obra generada	840	480

El personal para el proceso realiza las operaciones de lavado de raíces, secado y tamizado hasta la sedimentación

Considerando en número de plantas existente en la Zona de Mauricio J Troche (Guairá), esta agroindustria genera ocupación para 320 personas/día aproximadamente

## I 2 5 Rentabilidad de la producción de almidón por nivel tecnológico

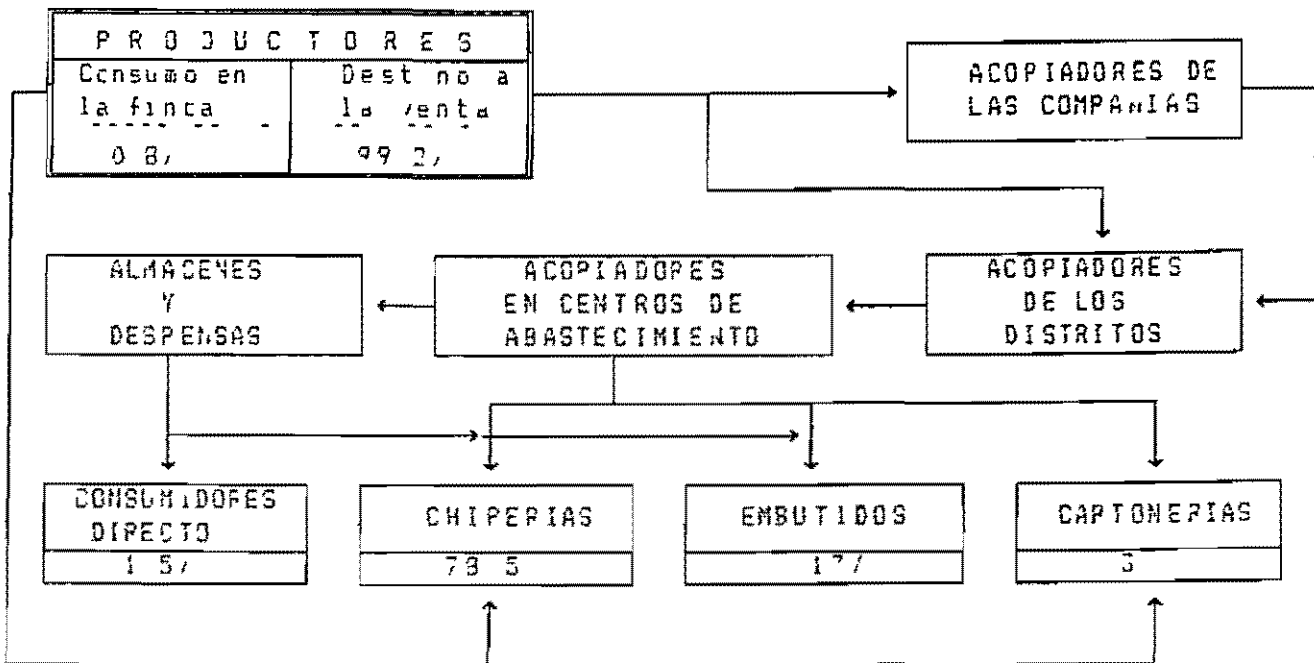
CONCEPTO	* ¢s / kg ALMIDON MANUAL	¢s / kg ALMIDON MECANIZADO
Materia Prima <sup>1</sup>	153	144
Procesamiento	63	59
Costo de producción	216	203
Ingreso Bruto	315	325
Ingreso Neto	99	122
Rentabilidad %	46	60

<sup>1</sup> Para producir 1 kg de almidón se necesita 5 kg de raíces frescas en el nivel manual y 4,9 kg en el mecanizado siendo el precio de la materia prima 30 ¢/kg

\* 1 US\$ = 1200 ¢s

Comparando los dos niveles tecnológicos, se observa que la rentabilidad se incrementa en un 14 por ciento en el sistema mecanizado con relación al manual, esto se atribuye al menor uso de mano de obra durante el proceso que reducen los costos de procesamiento (mayor eficiencia de extracción (59 / VS 61)), tenencia del capital operativo y poder de negociación del rullandero, sin embargo, la mayoría de los productores del nivel manual, son de escasos recursos, por lo que dependen de los intermediarios o acopiadores locales para el desarrollo de su actividad

## 1 2 7) Canales de comercialización del Almidón



El productor de almidón comercializa a nivel local con pequeños / medianos acopiadores, también en menor proporción directamente con los fabricantes de chipas y cartoneras quienes acuden hasta la propia planta en busca del producto

Los acopiadores, localizados en los Distritos, venden el producto a los centros de abastecimiento (grandes mercados en las ciudades), además negocian con las chipperas, almacenes y despensas, quienes a su vez, surten a las chipperas y fábricas de embutidos

## 1 2 8) Precios de la materia prima y almidón

El precio de la materia prima es variable en el transcurso del año, dependiendo principalmente del precio del almidón, la oferta de mandioca (invierno) y del contenido de almidón en las raíces (verano)

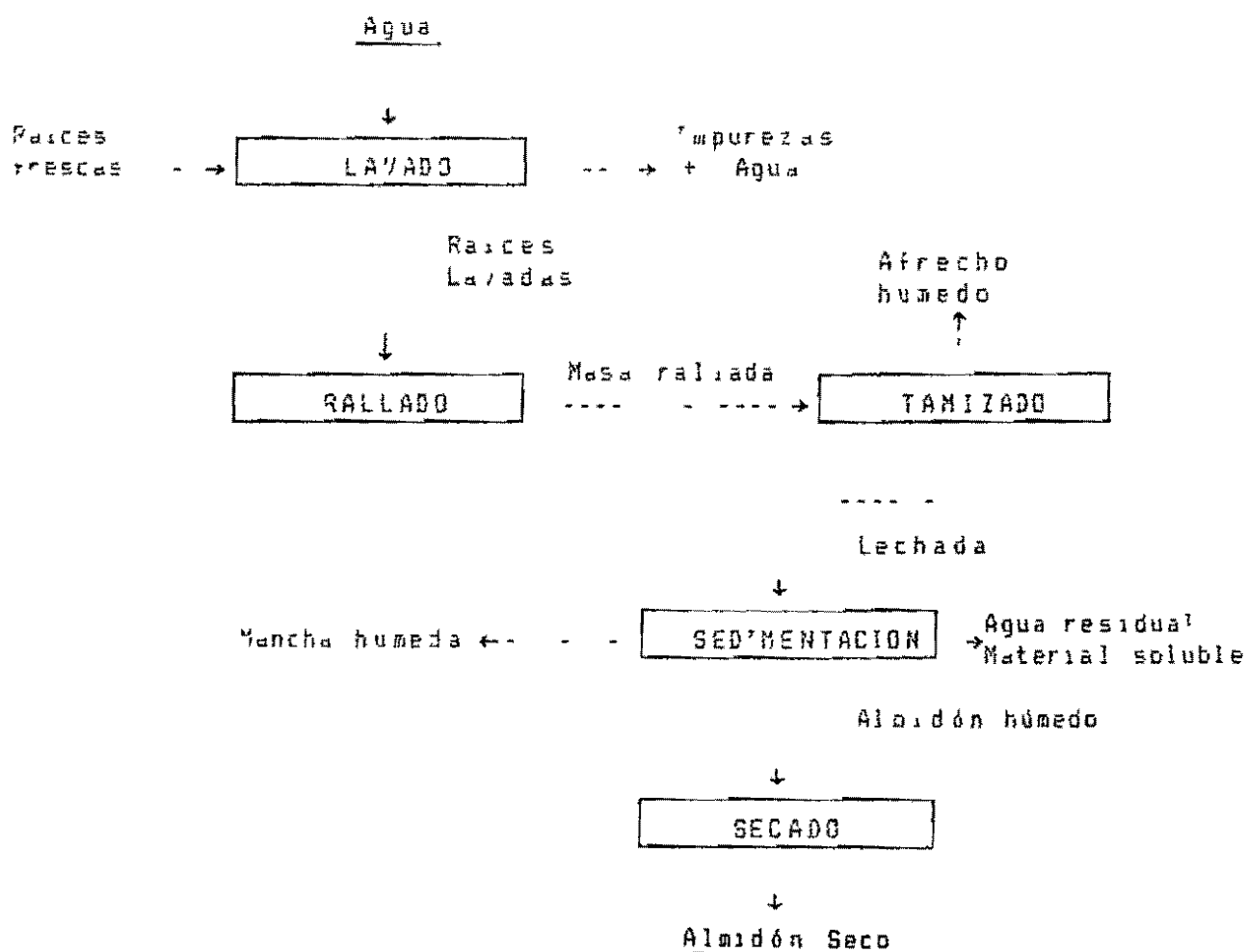
En el periodo de realización de estas encuestas (julio-agosto/91), el precio promedio de la materia prima oscilaba de 70 a 75 G/kg, el del almidón de 300 a 400 G/kg predominando como siempre, según los productores, la relación 1:1 (almidón mandioca)



## 2.9) Usos del almidón

En el Paraguarí, el almidón es utilizado a nivel rural o urbano como ingrediente en la preparación de diversos tipos de alimentos, además para la industria alimenticia principalmente chipas (semejantes al pandebono en Colombia) empujados como material ligante y absorbente / en la fabricación de cartones como adhesivos.

## II Proceso de extracción de Almidón



### III Diagnóstico Tecnológico

#### III.1 Antecedentes del Sector

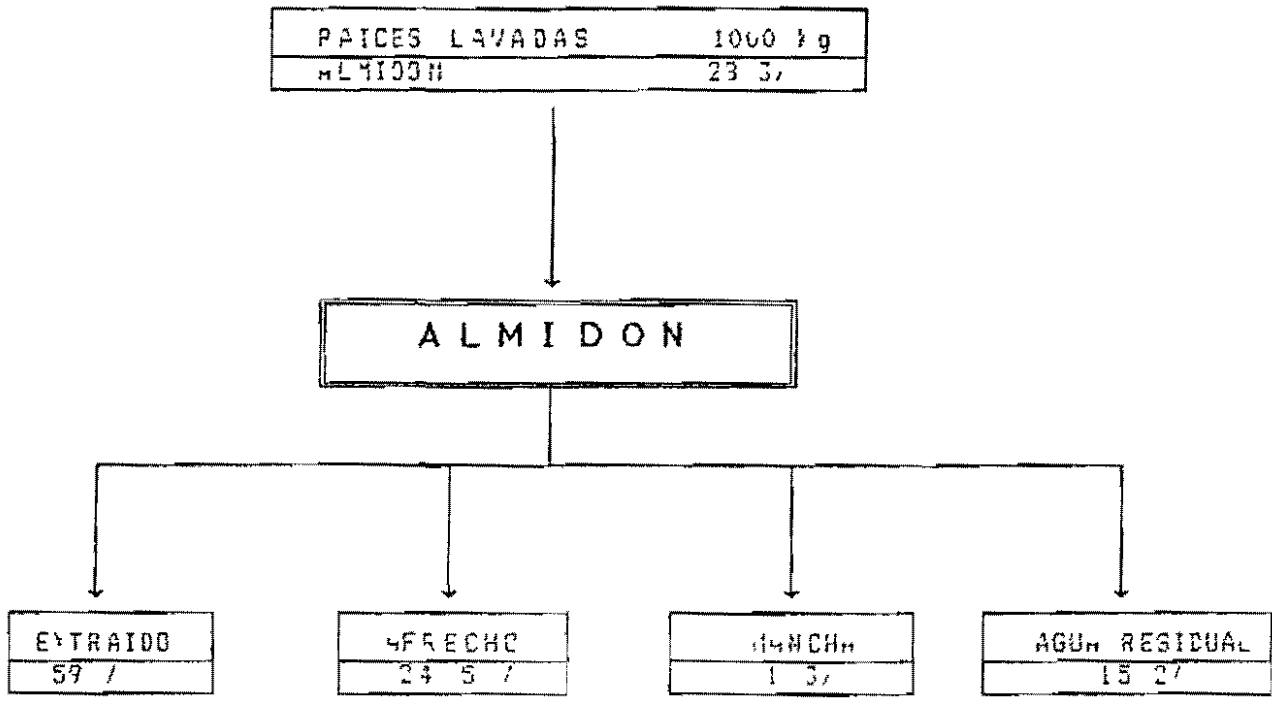
- III.1.1 Condiciones de humedad no son adecuadas, existe acumulación de humedad / drenaje ineficiente piso resbaladizo y la posición del producto - la contaminación por los residuos que son atraídas de insectos, microorganismos / roedores
- III.1.2 Facilidad de operación no existe adecuada distribución de equipos / sistemas que faciliten el trabajo a los operarios como consecuencia la pérdida de tiempo / disminución de la capacidad de trabajo del equipo / el personal
- III.1.3 Baja capacidad de secimentación origina pérdida de calidad del producto, debido a la acumulación de 2 ó 3 tracciones sucesivas de almidón en el mismo tanque
- III.1.4 Área de secado es reducida comparando con la cantidad de almidón húmedo producido
- III.1.5 Control Administrativo no llevan registros contables de producción que les permita controlar gastos operativos / establecer pérdidas o ganancias
- III.1.6 Escasez de capital propio del ralladero
- III.1.7 Falta de infraestructura apropiada para el almacenamiento del almidón
- III.1.8 Fuentes de agua son merantiales y arroyos Construcción rústica, / expuestas a la contaminación

#### Balance de Materiales por Grupo Tecnológico (base seca)

Grupo No	Material	ENTRA		SALE		
		Raíces Frescas <sup>1</sup>	Almidón Comercial	Afrecho	Mancha	Agua Residual / otros
I	Almidón	100	55.3	24.3	1.9	18.0
I	Almidón	100	58.7	25.3	1.0	15.0
III	Almidón	100	51.5	24.1	1.1	17.2
BALANCE GENERAL		100	58.0	24.5	1.3	15.2

No existe diferencias significativas entre los 3 grupos tecnológicos

Balance de masa y pérdida del almidón



Problemas que afectan la Eficiencia del proceso

Las causas de la baja eficiencia y muchas pérdidas están en los sistemas de rallado, tamizado / sedimentación empleados

La ineficiencia del rallado se evidencia en el porcentaje de almidón que pasa al afrecho (promedio 24.5%). Durante el tamizado no se logra lavar todo el almidón presente en la pulpa rallada, lo cual pasa al afrecho

La sedimentación ocasiona importantes pérdidas de almidón (16%), principalmente durante el desague del agua residual / el lavado de la capa superior o mancha

Problemas que inciden en la calidad del producto

- Presencia de partículas de pulpa, fibras e impurezas - debido a un tamizado ineficiente
- Contaminación del producto con cenizas, tierras y partículas extrañas - debido a un lavado ineficiente, el procesamiento de raíces con prolongado periodo post-cosecha, la precariedad de las instalaciones, el sistema de secado empleado / el manipuleo de los operarios

- Coloración del producto - debido a la exposición prolongada del almidón durante el secado por el uso de agua con el HCl con compuestos ferrosos de las maquinarias o con el uso de hierro en el agua del tamizado

### Problemas en el Impacto Ecológico (Contaminación ambiental)

Se producen residuos de dióxido de carbono desde el punto de vista ecológico, tal es como el agua residual resultante del proceso de sedimentación sumado a ésta el agua de lavado, la ceniza que son retirados en las cercanías de la planta, todo directamente a los arroyos, sin ningún tipo de tratamiento.

Estos residuos contienen niveles relativamente altos de materia orgánica, glucósidos cianogénicos, causando la contaminación de los arroyos y áreas donde estén instaladas las plantas de extracción de almidón.

Las características del agua residual se pueden apreciar en el siguiente cuadro

PARAMETRO	MEDIA
PH	7.3
SOLIDOS TOTALES (mg/lit)	1.0
DDO (mg/lit)*	3830
NITROGENO (mg/lit)	76.3
FOSFORO (mg/lit)	15.9

\* DDO = demanda química de oxígeno

Fuente INTN - Asunción - Paraguay

El volumen promedio de agua residual vertido por una rallandería es de aproximadamente  $0.7 \text{ m}^3$  por tonelada de raíces frescas procesadas.

#### IV Conclusión

La extracción de almidón es una alternativa favorable para los rullanderos, principalmente por el margen de rentabilidad económica que proporciona, aun en las precarias condiciones en que desarrollan sus actividades.

El potencial de utilización del almidón como materia prima industrial es múltiple, en el Paraguay el uso está limitado solamente para fabricación de alimentos (chips, embutidos) / en cartoneras, debido principalmente a la baja calidad del producto final / la estacionalidad de la producción.

Los objetivos del componente Almidón dentro del Proyecto Mandioca en Paraguay son los siguientes:

- Conocer la tecnología de producción de almidón
- Identificar los problemas globales que afectan el desarrollo de esta agroindustria
- Formular propuestas de solución en base a los problemas detectados
- Validar la propuesta tecnológica formulada
- Difundir la tecnología validada para su aplicación a nivel de rullanderos
- Realizar un estudio de la utilización / comercialización del almidón en el país

## GENERAL VIEWPOINT OF CASSAVA STARCH INDUSTRIES IN BRAZIL\*\*

Marney Pascoli CEREDA \*

### SUMMARY

The Brazilian Geographical and Statistical Institute (IBGE) inform that the Brazilian production of cassava roots in 1989 was around 21 011 540 ton. In the same year TERNES(1989) relates a production of 50 millions of 50 kg flour sacks and 2 millions 50 kg starch sacks of both natural and sour one. Considering a yield of 25-35 % for flour and 22-25 % for starch extraction, we can evaluate the root industrialized in Brazil in 8 750 ton for flour production and 454 545 ton for the starch extraction in the same period. The others destinations of cassava roots can be evaluated in 14 % for culinary use and non determined values for the chips production. Based in this data we can estimate the use of cassava roots for starch extraction in about 2 % of total production.

In 1990 the Brazilian starch production was 180 000 to 200 000 ton, twice the production of 1989. The main producer state is Santa Catarina with 35 % of the country production, following by Parana state with 31,5 %, Sao Paulo and Mato Grosso do Sul both presenting 9 %, Espirito Santo state with 4,5 % and Bahia with 3 %. Minas Gerais state has a special situation in this stand. The main part of their 8 % of the total Brazilian starch production is allowed to made the sour starch.

The number of factories that extract the starch in Brazil is evaluated in 44, but the official statistics is not able

---

\* Lecture on the Taller Avances sobre Almidon de Yuca  
Realized on 17 to 20 July 1991-CIAT-Cali/Colombia

\*\* Professor on FCA-UNESP-Botucatu, Sao Paulo-Brazil

to evaluate all the small industries. The distribution of the factories in the states are 18 in Santa Catarina state, 12 in Parana, 6 in Sao Paulo, 5 in Mato Grosso do Sul, 2 in Espirito Santo and 1 in Bahia. The situation in Minas Gerais state is again special. It has about 180 small industries that produces mainly the sour starch.

The extraction process is the same for the natural and sour starches and begin with the roots washing and peeling. Only the out side peel is removed. The roots are then grounded under water and the mass passed through sieves. The fiber is retained and the water carries the starch granules. This starchy suspension is then left to decant and the starch lies in a layer. The starch can be suspended in water again and again until is enough purified. The purified starch is now submitted to the drying process and the humidity cannot remain above 14 % for a safe storing.

The process of starch extraction is the same in small or big factories but the equipment can be so different, varying since the home-made to very sophisticated one. The time for complete the process also varies since 20 minutes to 3 days. The quality of the starch depend of the equipment and time necessary for the extraction and usually the starch obtained from the small factories is poor in quality than the proceeding of the big one. The buyer of the starch usually is exacting about the quality and this fact can eliminate the small industries of the inner or foreign markets.

In Brazil the main use for cassava starch is the human feeding both culinary and food industries. For others uses like the paper making, textiles production or to make modified technical starches they use the Brazilian corn starch or import the European potato starch. This goods has higher prices if compared with the flour, natural or sour starches.

CHARACTERIZATION OF SOUR STARCH CASSAVA  
PRODUCTION IN BRAZIL\*\*

Marney Pascoli CEREDA \*

SUMMARY

The cassava starch in Brazil is also called 'polvilho'. The Brazilian legislation, through special technical rules concerning food and beverage (Brazil, 1978), classifies it into natural and sour or fermented, based only on acidity content which must be under of 5 ml NaOH N/100 g in fermented starch. Humidity, starch and ash (mineral residues) limits are equal for both products. Sour starch in Brazil is only derived from cassava and is a kind of enzymatic modified starch which shows different characteristics.

CEREDA (1973) analyzed 25 samples of commercial sour starch from several Brazilian production areas and obtained the following average composition: humidity 14%, carbohydrate like starch 84%, protein 1,2%, ashes 0,31%, fiber 0,50%, fatty matter 0,004%, pH 3,87 and titratable acidity 5,24 ml NaOH N/100 g. Frequently there are samples showing values far from the limits set by legislation. The main problem in the Brazilian sour cassava starch trade is the lack of a quality pattern.

Changes occurring during the fermentation and drying alter its properties if compared with the natural starch. These changes allow suitable mass formation when the sour starch is scalded with a mixture of boiling water and oil. The typical Brazilian pastry made just with sour starch or mixture always raises during the baking process. This is the reason why sour starch can not be replaced by the natural one in certain recipes.

The sour starch is a product generally homemade, with big production mainly in Minas Gerais, Santa Catarina, Parana and Sao Paulo state, where it is manufactured by a great number of small rural industries and some medium and big ones.

---

\* Lecture on the Taller Avances sobre Almidon de Yuca  
Realized on 17 to 20 July 1991-CIAT-Cali/Colombia

\*\* Professor on FCA-UNESP-Botucatu, Sao Paulo-Brazil



The producers information about this is sometimes contradictory. Sour cassava starch manufacturing characteristics are most of the producers begin the process from sweet and bittercassava roots, fermentation is carried out with both commercial or starch that is extracted and stored during the period of cassava harvest. In all the cases purified starch is transferred into fermentation tanks and remains there for a time that span of from 40 to 60 days. The starch in fermentation should be under a 20 cm water layer. During this fermentation several groups of microorganism develop and influence the process in different ways. During the process there are mainly the organic acids lactic, butyric, acetic and the carbonic/ hydrogen gas at the rate of 80/20/ respectively.

The main phase of fermentation is characterized by the formation of gas bubbles in the starch layer settled in the bottom and a foam on the surface. The final point of the fermentation process is not well determined. Some producers have their own criteria to evaluate the end of the fermentation process and the sour starch quality. They made some pastries that are baked and their expansion power is nowadays the only way to estimate the end of the fermentation process.

Drying is an other important phase in the process. Drying is generally done on wooden or bamboo frames and the starch is spread over a white fabric or dark plastic film. The traditional drying process is hand labor consuming. The drying always occurs under the sun, what can limit the production. Some producers who tried more efficient process in an artificial drying assured that it is impossible to obtain a dry product with the same expansion power.

CEREDA (1983) proposed two quality index based on the Brazilian salted biscuits, the water absorption and the expansion in oven.

CEREDA (1988) presented in a paper sent to publication a characterization of fermented cassava starch production from two regions of the state of Minas Gerais, the main producer in Brazil. Samples and information about fermented cassava starch manufacturing were obtained. Thirteent factories were visited in Divinópolis and in Pouso Alegre. Besides the product characterization, the objective was to observe if a difference in technology may have modified the properties of the product. Data were obtained data from the producers about raw material, extraction,

purification, fermentation and drying, yield and industrial capacity. The samples were submitted to physical and chemical analyses, color, granulation size and short-chain organic acids determination. Data were submitted to regression analyses and two quality indexes were adopted: rates of water absorbed and expansion in oven. The samples from two regions have shown very similar composition in most of the analyzed parameters. The quality index showed higher values when milled to 0,125 mm granulation size, although only for expansion the difference was significant. Among organic acids the higher values observed were for lactic and butyric acids. The regression analysis showed many significant correlations between values that were presented and discussed.

A research is being made to adapt the laboratory procedures proposed by CAMARGO, COLONNA, BULEON, MOLARD (1988) to the cold producing area of Pouso Alegre, state of Minas Gerais, comparing different treatments: the natural sun drying with the artificial and the biological treatment with the physical-chemical one. Analyses are being made in a cooperative work of Brazilian/French (Montpellier and Nantes) laboratories. The research continues in Brazil at FCA-UNESP state of Sao Paulo and ESAL, a university in the state of Minas Gerais, searching for a standard of quality for the commercial sour cassava starch. To develop such a standard is absolutely necessary to know well what modifies the natural properties of native cassava starch. This search is now being made by a number of researchers under a cooperative programme.

## TECHNOLOGY AND QUALITY OF SOUR STARCH\*

CEREDA, M P \*\*

The cassava starch in Brazil is also called polvilho. The Brazilian legislation, through special technical rules concerning to food and beverage (Brazil 1978), classifies it into natural and sour or fermented based only on acidity content which should be 5 ml NaOH N/100 g for fermented one. Humidity, starch and ash (mineral residues) limits are equal for both products. Sour starch is a kind of enzymatic modified starch which shows different characteristics compared to natural one.

CEREDA (1973) analyzed 25 samples of commercial sour starch from several Brazilian production areas and obtained the following average composition: humidity 14%, carbohydrate (starch) 84%, protein 1,20%, ashes 0,31%, fiber 0,50%, fatty matter 0,004%, pH 3,87 and titratable acidity 5,24 ml NaOH N/100 g. It is often samples showing values far from the limits set by legislation. When compared with natural starch composition, one notices that fermentation enriches cassava starch about 10 times more proteins, what can be significant considering proteic deficiency of cassava products. The sour starch presents a typical granulation and is obtained by natural fermentation, but the problem in the commercialization of the Brazilian sour cassava is the lack of quality pattern. Only through better conditions on manufacturing, it will be possible to obtain a standardized product.

---

\* Adapted from Inf Agropec, Belo Horizonte, 13(145) 63-68, 1987

\*\* Professor of Food Technology Department - Agronomical Sciences Faculty/ UNESP, São Paulo State, Brazil. Fazenda Experimental Lageado CP 237 - 18 600

Changes that occur during fermentation and drying alter its rheology (CEREDA, 1983b), and the viscograph curves show less high peaks and gelling temperature than non fermented starch, in the same concentration. These changes allow a suitable mass formation, when the sour starch is scalded with a mixture of boiling water and oil. The typical brazilian pastry made just with sour starch or mixtures always raises during the backing process. That is the reason why sour starch can not be replaced by natural one in recipes.

The sour starch is a product, generally home-made, but with a big production, mainly in Minas Gerais, Santa Catarina, Parana and São Paulo states (TERNES et al., 1978), where it is manufactured by a great number of small rural industries. Minas Gerais produces nearly 20 000 ton/year of cassava starch, mainly the fermented one. The yield in extraction is about 20% on the roots weight. Only in Divinópolis (MG) an EMATER survey shows 107 factories, with capacity to grind 01 to 120 t of roots daily, producing 30 to 5000 kg of sour starch. At Pouso Alegre there are other 100 industries and only one produces 2 500 ton of sour starch per year. The main producing period is May to September and cassava harvest period lasts 8 months/year. Even in São Paulo state where the production is lesser, only two towns produce 1000 t/year. The statistics concerning fermented starch scarcely evaluate the actual volume of production, due to the fact that the factories are widely spread and due to the way the product is commercialized.

Doubtless, what defines sour starch as a product with special features, is how it is produced, although information about its production are contradicting. It is obtained through fermentation of cassava starch. It can also be produced from residual starch settled in the

decantation of liquid waste originated from grated mass pressing in cassava flour industries

The majority of producers begin the process on cassava root, although others ferment commercial starch, or the starch that is extracted and stored during the cassava harvest period. There are plenty of controversy about what method should be applied. Many producers assure that bitter cassava provides better quality starch than the common one, but the cause is much more on the color of inner peel than in cyanidric acid content. The bitter cultivar Branca da Santa Catarina is yet widely cultivated, although it is common to blend some bitter and common cassava roots under local designations. Producers, therefore, agree that the roots must be used in 24 hours after harvest, because after this time the outer peels, generally colored are not easily taken off, providing badly peeled roots and bad quality starch.

Roots are washed, peeled, grated and subjected to extraction where the bagasse and the water suspension of granular starch are separated. The bagasse contains fiber. The water suspension is then fine screened in fixed, vibratory or rotative sieves where the finest fibers are separated. The permanence of these fibers and their influence on the fermentative process are under controversy.

The purification process could include decantation in brick tanks or chicanes in labyrinth form, coated with baked clay or wooden walls.

The purified starch is transferred into fermentation tanks. They can be covered or uncovered, interred, half interred or elevated, wooden trough, brick tanks, coated or not. The most common ones are made of baked clay, small flagstones, floor tile or wall tile. With brick tanks it is common to coat with a dark plastic to avoid releasing of sand, during acidity process, which will go to the fermented good. The produced acids attack the applied

coat, and it is necessary to remodel the tanks during inter-harvest

Starch must be in the fermentation tanks, under 20 cm water layer, and it dries as time goes by. The necessary period for fermentation completion is variable, 3 days (GRAVATA, 1940, D'ARDO, 1937 and ALBUQUERQUE, 1961), 20 days (FIGUEIREDO, 1936, MARAVALHAS, 1964 and SILVEIRA, 1956). In Minas Gerais, fermentation takes 30 to 40 days reaching to 60 at the beginning of harvest.

Few producers change supernatant water, what CEREDA (1973) proved to be disadvantageous through fermentations performed in laboratory. The majority of producers do not use inoculum to assure or to hurry fermentation. Therefore, the material imbedded in the building material of the tanks can start fermentation process. Few producers use sour starch as inoculum, humid or dry, or they leave a little fermented starch in the bottom of the tank. Some other types of inoculum are corn grains or a mixture of cornmeal and lemon juice, they are set in the bottom, wrapped in cotton bags. In the producers opinion the first kind of inoculum is advantageous, because artificial acidity is transitory and do not modifies the granule deeply, producing a lack in the quality of sour starch. Either beginning in microorganisms present in the inoculum, in the environment or raw material, fermentation always shows visible signs after few days: bubbles, foam on the surface, reported by LEME JUNIOR (1967) and for some authors this mean fermentative final process. There are bubbles of gas on starch decanted in the deep of the recipient. Fermentation is characterized by pH decreasing value with concurrence production of organic acids and aromatic compounds.

CEREDA & LIMA (1981) established a laboratory fermentation technique which allowed to follow the process through pH determination, titratable acidity analysis,

sugars, organic acids, besides enumeration, isolation and identification of ocurrent microorganisms. It is difficult to explain such an over-abundant fermentation from a poor mean. On the starch purification process solubles are lost on the liquid waste together with nitrogen compounds and vitamins. Substrate is limited to native starch suspension in water. Therefore, CEREDA (1973) identified abundant microorganisms on the fermented material and can be divided it on 3 groups in order of occurrence, although phases are not outstanding.

CEREDA et al (1985) verified that there is a downfall of oxygen tension on the supernatant water of fermentation providing micro aerobic environmental conditions on the first days. Taking account of initial content of  $O_2$ , the concentration showed high decrease between 1<sup>o</sup> and 3<sup>o</sup> days, increasing afterwards to maintain near equilibrium with environment oxygen till the rest of the fermentation period. The final of the phase with higher depression on oxygen content coincided with the beginning of the most tumultuous starch fermentation phase, when there are bubbles inside deeped starch mass and the bubbles migrate to surface, molding a thin layer.

According to CEREDA (1973) the presence of first phase microorganisms could be associated with the fast downfall on  $O_2$  concentration melted. Among them, the following genera are cited Escherichia, Alcaligenes, Micrococcus, Pseudomonas, which are able to consume oxygen as to produce gases ( $CO_2$  and  $H_2$ ) and organic acids. In this phase many types of bacillus were detected mainly the B subtilis whose amyolytic enzyme production is well known in the literature. Probably in this phase begins enzymes attack to native starch, providing a carbon source for fermentation agents metabolism. The effect of these amylases can be seen on altered aspect of cassava starch granules,

after fermentation This hypothesis was corroborated through chromatographic identification of sugars on supernatant liquid along fermentation (CEREDA et al, 1982) It was detected glucose (G1) only on the first fermentation days and maltotetroses (G3) on the other days up to the 30<sup>o</sup> day, indicating rapidly consume of the produced sugar

If there is an available carbon source as detected by CEREDA (1973) and CEREDA et al (1982), it is necessary to find out now the nitrogen origin CEREDA et al (1985) determined in laboratory experiments the composition of gases revealing the presence of hydrogen nitrogen, oxygen, argon, and carbonic gas At first, percentual composition of gases was near to air composition and hydrogen was not detected From the beginning of fermentation hydrogen and carbon-acid gas content increased gradually Argon content was stable and there was a decrease in nitrogen content Within 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> day, corresponding to an increased production of gases, there was CO<sub>2</sub> increase and nitrogen and oxygen consume Thus, the nitrogen necessary to form biomass in the first fermentation stages would come from the atmosphere, since the available proteic content in natural starch is very low around 0,15% according to CEREDA (1973) To explain this fact some fermentation experiments were set and were followed by microorganisms counting which grows on free nitrogen medium Then, it was proved the existence of non-symbiotic microorganisms nitrogen-fixer on starch fermentation These occur since the first day, reaching maximum values within 3<sup>o</sup> and 4<sup>o</sup> fermentation day decreasing afterwards, since the conditions become adverse On account of this, occurs an ascendent total nitrogen curve on fermentation, reaching maximum value on the 7<sup>o</sup> day becoming asymptotic from this point Although not identified yet, it can possibly be bacteria from Bacillus genus, like B plolymyxa, B macerans, B circulans, B cereus,



B licheniformis, besides Clostridium genus BUCHANAN & GIBBONS (1975) cite C butyricum as atmospheric  $N_2$  fixer, and this, according to CEREDA (1973), occurred in every laboratory fermentations and in 37% of industrial fermentations analyzed

The consume of oxygen provides conditions to microorganisms micro-aerophilic, facultative or strict anaerobic development in the second phase. In this phase there are the fastidious microorganisms which produce acid and gas. Some groups were identified as responsible for butyric, lactic, acetic, propionic fermentations, occurring in isolate and concurrent process. The prevalence of some organic acid would be a question of prevailing conditions for these groups in terms of environment condition factors (mainly temperature) of producer region.

Finally on the third phase there are saprophyte and contaminating microorganisms such as yeast from several species. The occurrence of the Trichosporon genus is very frequent. Besides consuming organic acids from the surface of the tanks these microorganisms could be responsible for aromatic compounds formation, that together with organic acids, will be responsible for some performances of commercial sour starch. Saprophyte microorganisms appear on covered fermentation tanks. In the tanks which receive sun light, probably because its germicide action, the growing do not occur.

It is not easy to ascertain the end of fermentation. Formation of bubble, although used by some authors (FIGUEIREDO, 1936, MARAVALHAS, 1964 and SILVEIRA, 1956), does not indicate the end of acids production, that occurs 2/3 of total fermentation period. Some producers have their own criteria to estimate the end of the process, like the evaluation of mass surface in fermentation in the tank or even acidity in their mouth. The value of pH on starch mass

during fermentation decreases within 30 to 35 or even 25 hindering fermentative process. Fermented mass has some different features from natural starch. From being tasteless it presents a characteristic smell and acid taste. In some producing regions (hot regions) butyric acid odor can be identified, or lactic acid (cold regions) or even ripe pineapple odor, which is characteristic of mold (Trichosporon species) that grows on the supernatant liquid of covered tanks. Starch consistency also changes becoming soft and easily broken.

Once fermentation is finished they leave the tank surface drying until starch is about 30-50% humidity, with crumbly consistency and cheese appearance. It can be stored in the tank itself, to be commercialized in the inter-harvest, with the supernatant water over it. On the contrary it will happen an oxidation and the surface will acquire a dark blue coloration.

The starch is taken from the tanks by using a shovel, it could also pass through a mechanic crusher and spread to dry. The process starts early in the morning because the drying must be completed on the same day, once in the producers opinion if the starch is stored humid it becomes bluish. The drying is also under the sun, which can limit the production. Some producers who tried more efficient processes assured that is impossible to obtain an artificial dry product with the same expansion power, suggesting that not only the heat but also solar radiation, is responsible for this feature.

Drying is generally done in bolted bamboo and white fabrics are spreaded over a white fabric or a dark plastic film. Although few used, the dark fabric results in a faster drying because absorbs heat and it permits wind blowing through the product. There are some producers who

consider that the fabric brings loss, and they prefer to use plastic films

The natural drying process made on wooden frames needs a numerous hand labor. They normally work in pairs, one in each side of the wooden frame, crushing the starch in their hands. At the end of the drying the sour starch shows a fine granulation which is its characteristic. Other process less used is the drying made on flat open terrace on the ground, surrounded by a small brick work wall and covered with a black plastic film. In this case, only one person is sufficient to stir the starch using a wooden rake cut in large dent. On the other hand this person walks on the starch that is drying and it is unsuitable for food use. Another inconvenience is that the flat open terraces are low and get dust and debris blown by the wind. The starch may be lost. This type of lost, avaliated in a industry reaches 100 ton/day, avaliated in 51 800 US\$, that is equivalent to 4% of the production/day. Whatever the choice chosen with the natural dryer the producer will be at the mercy of weather and at any raining forecast, the starch must be picked up. Taking into account that there are industries which own 12 linear kilometers of wooden frames, one can imagine how laborious this process could be. After drying, the starch is packed to commercialize. The majority of the producers commercialize the product in 50 kg bags which are sold around 25,00 US\$. Some producers have a commercial trademark registered and they can commercialize directly on retail, where the sour starch reaches 1,00 US\$. Whereas the baker sells the starch cooky in 100 g bags around 1,00 US\$ each, even to low absorption starch, the conversion is quite high since the formulations double the starch weigh used, simply by the addition of water. In order to compare the importance of water absorption, one shows the estimation done from data on making of the cooky produced by a shop which processed two

lots of starch from different sources (A and B) The starch A showed an absorption power of 160 40 ml/100 g, starch B an absorption of 186,60 ml/100 g Using the same recipe for both starch A produced around 8,176 g of cookies and B 11,022 g in a difference which represents 24 bags of cookies 1,00 US\$ each

SILVEIRA (1957) states that after drying, the sour starch is packed to be commercialized with no grinding classification or quality control

There are no problems to commercialize the product to a great demand from the consumer The industry sells 70% in bag of 1 kg destined to housewife use and 30% in 25 kg packing is for bakery use The kilograme of sour starch costs about 0,5 US\$ The mainly use is in human feed at sweet shop products such as cookies, biscuits, cheese bread, crackers, cakes, etc It is not substituted on the preparation of salted cookies because it is light and bulky, due to dilation of the sour starch in the oven At the rural area from the state of Minas Gerais, the cooky almost always substitutes bread If the biscuits are well packed, they last a week If one is in a hurry, it can be eaten fried, or can be baked in the oven The making of starch cookies, nowadays, is the only quality test available and accepted by everyone, consumers and producers This fact makes extremely important to determine a quality index for the consumer of commercial sour starch

Even if the quality of sour starch is related to its performance in the oven, one tries to establish a basic formulation for starch cooky, similar to the experimental bread making form starch cooky recipes all of them rich in ingredients (CEREDA, 1983d) The centesimal analysis of cookies made in a bakery at Botucatu (SP), showed the following composition in % humidity 3 12, carbohydrate (as starch) 61 00 protein 2 30, ashes 3 33, fat matter

16 81, fiber 14 18, solubles reducer sugars 5 85 (indicated in grams of glucose)

Sour starch cooky yield is related to the amount of water that it can absorb and retain providing at the same time enough plastic mass to be handled. Similar to used in experimental bread making tests with wheat flour, this volume was due to water absorption and can be evaluated under pre-settled conditions by a methodology which employs a Brabender Phariograph (CEREDA, 1983e). With this method it is possible to evaluate the yield of commercial sour starch, confirming the hypothesis on which starches that absorb a greater volume of water, provide a greater number of cookies per weight unit. From this hypothesis one tried to found a more practical index through the analysis 40 of parameters of 12 different samples of sour starch. Water absorption was correlated with rheologic characteristics evaluated by Brabender Viscometer with physics and chemistry characteristics (humidity, fiber, ashes, volumetric analysis acidity) and with chemical content of organic acids acetic, butyric, propionic, valeric and lactic. None of these analysis showed a good correlation with water absorption or corroborated to be a good evaluation index. The observed variation for absorption tests in standardized conditions was great. The greater value was 111 20 ml/100 g and the lesser 58 ml/100 g. It is easy to think that the first sour starch produces almost a doubled mass than the second, therefore, a greater number of cookies (greater yield).

The users of sour starch prefer the product from Minas Gerais State, mainly from Pouso Alegre district. The comparative analysis of composition in 12 samples allowed to clarify some points of this preference. Sour starch from São Paulo and Parana is characterized by the presence of lactic acid (84%) followed by butyric (17%), acetic (4%), while the samples from Minas Gerais showed the same kinds of

acids, and besides lactic (81%), was prevailed acetic (5%) followed by butyric (4%) It is noticed the that remarkable difference is in butyric acid volume higher in samples from São Paulo and Parana (CEREDA & BONASSI, 1985) The environmental temperature difference during the production period could explain this variation, since in the coldest regions in Minas Gerais, the fermentation are slower (40-60 days) prevailing lactic microorganisms while in the mild temperature the fermentation is faster (20-30 days), which selects butyric microorganisms

Besides characteristics already cited, one of sour starch characteristics is the granulation Few attention has been given to this detail, because the housewife or the baker start the making elimination granulation by manual or mechanic crushing, after adding a little fresh water or even screening it Therefore CEREDA & CATANED (1986) found a correlation between water absorption and the finest fraction amount of sour starch (retained in 0,074-0,420 mm seaves)

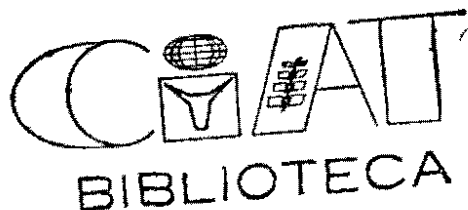
Samples and information about fermented cassava starch manufactured were obtained by CEREDA (unpublished data) from two regions of Minas Gerais state About 13 factories were visited in Divinópolis and 21 in Pouso Alegre Besides product characterization, the objective was to observe if a difference in technology may modify product properties From the producers were obtained data about raw-material, extraction, purification, fermentation and drying, yield and industrial capacity The samples were submitted to phisico-chemical analysis, color, granulometry and short-chain organic acids determinations The obtained data were submitted to regression analysis and two quality index were adopted rates of water absorved and bake expansion The samples from the two regions have shown very similar composition in most of the analyzed parameters The quality index showed higher values milled to 0,125 mm

granulometry, although only for bake expansion the difference was significative Among organic acids the higher values observed were for lactic and butyric acids The regression analysis showed many significative correlations between values that were presented and discussed

A research is being developed in order to adapt the laboratory scheme proposed by CAMARGO, BULEON, MOLARD (1988) to the cold producing area of Pouso Alegre, a district of Minas Gerais, compared two treatments the natural sun drying with the artificial and the biological treatments with the physical-chemical one The analysis are being developed in a cooperative work Brazil/ France (Montpellier and Nantes) laboratories

It is well dominated the technique for a controlled fermentation process, based on the sterilization of the cassava starch to be used as substrate This process allows the study of the quality influence of the inoculum, its selection and evaluation It is also developed a system for the artificial drying, that allows to fixed a important parameter for study the others and to give to producers an alternative for the natural drying These results are part of a magister thesis and can not be yet divulgated

The research continues in Brazil, at FCA/UNESP, São Paulo State and ESAL, a university of Minas Gerais State, searching for a standard of a good quality for the commercial cassava sour starch In order to reach such objective it is absolutely necessary to know what modifies the natural properties of native cassava starch This research is now being developed by a bigger number of researches and by a cooperation programme that assures the gols will be more rapidly reached



## BIBLIOGRAPHY

- ALBUQUERQUE, M de Notas sobre a mandioca Belem, Instituto Agrônômico do Norte, 1961 92p (Boletim tecnico, 41)
- BRASIL Leis, decretos etc Decreto nº 12 486 20 de outubro 1978 Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas Diário Oficial do Estado de São Paulo, 21 out 1978 p 3-25
- BUCHANAN, R E & GIBBONS, N E Bergey's Manual of determinative bacteriology 8 ed Baltimore The Williams & Wilkins, 1975 1268p
- CEREDA, M P Alguns aspectos sobre a fermentação da fecula de mandioca Botucatu, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1973 89p (Tese MS)
- CEREDA, M P Microorganismos e ácidos orgânicos ocorrentes na fermentação da fecula de mandioca An Acad Brasil Ciênc, Rio de Janeiro, 47 361-2, 1975
- CEREDA, M P Estudos físico-químicos e microbianos da esterilização e da fermentação da fecula de mandioca Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1981 185p (Tese Doutorado)
- CEREDA, M P Avaliação da qualidade de duas amostras de fecula fermentada de mandioca (polvilho azedo) Bol SBCTA, 17(3) 305-20, 1983a
- CEREDA, M P Determinação de viscosidade de fecula fermentada de mandioca (polvilho azedo) Bol ITAL, Campinas, 17(1) 15-24, 1983b



- CEREDA, M P Efeito de tratamentos de esterilização sobre a microflora natural de fecula de mandioca (polvilho) In CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE MICROBIOLOGIA, 12, São Paulo, 1983 Anais São Paulo, 1983c p 130
- CEREDA, M P Padronização para ensaio de qualidade da fecula de mandioca fermentada (polvilho azedo) I - Formulação e preparo de biscoitos Bol SBCTA, 17(3) 287-96, 1983d
- CEREDA, M P Padronização para ensaio de qualidade da fecula de mandioca fermentada (polvilho azedo) II - Ensaio de absorção de água Bol SBCTA, Campinas, 17(3) 297-304, 1983c
- CEREDA, M P Sterelization of cassava (*Manihot utilisissima* Pohl) starch In CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECNOLOGY, 6, Dublin, 1983 Anais Dublin, 1983f
- CEREDA, M P Potencial de utilização da fecula de mandioca (aceito para publicação na Rev bras Mand )
- CEREDA, M P Avaliação da qualidade da fecula fermentada comercial de mandioca (polvilho azedo) I - Características viscograficas e absorção de água R B M, Cruz das Almas, 3(2) 7-12, 1985a
- CEREDA, M P Avaliação da qualidade da fecula fermentada comercial de mandioca (polvilho azedo) II - Características fisico-quimicas e absorção de água R B M, Cruz das Almas, 3(2) 15-20, 1985b
- CEREDA, M P & BONASSI, L A Avaliação da qualidade da fecula fermentada comercial de mandioca (polvilho azedo) III - Acidos orgânicos e absorção de água R B M, Cruz das Almas, 3(2) 21-30, 1985

- CEREDA, M P , BONASSI, L A , BRASIL, O G & MATSUI, E Ensaio de fermentação da fecula de mandioca em diferentes condições de cultivo Rev Bras Mandioca, Cruz das Almas, 3(2) 69-81, 1985
- CEREDA, M P , BONASSI I A , CATANEO, A , FERREIRA, U L P & NUNES, O L da S Caracterização do polvilho azedo proveniente de duas regiões produtoras de Minas Gerais (aceito para publicação na Rev bras Mand )
- CEREDA, M P & CATANEO, A Avaliação de parâmetros de qualidade da fecula fermentada de mandioca R bras mand , Cruz das almas, 5(1) 55-62, 1986
- CEREDA, M P & CATANEO, A Avaliação de parâmetros que influem na qualidade do polvilho In CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 4, Camboriu, 1986 Anais Camboriu, 1986 p 62
- CEREDA, M P & LIMA, U de A Aspectos sobre a fermentação da fecula de mandioca II - Controle das fermentações realizadas em laboratorio Bol Soc Bras Ciênc Tec Alim , Campinas, 15(2) 197-22, 1981
- CEREDA, M P , LIMA, U de A , WOSLACKI, G , FIORETTI, A M C Ensaio de fermentação de fecula de mandioca, utilizando substrato esterilizado com brometo de metila In SIMPOSIO NACIONAL DE FERMENTAÇÃO, 5, Viçosa, 1982 Anais 5, Viçosa, Soc Bras Microbio 1982
- D ARD, N A mandioca alguns tipos de farinhas Campo, Rio de Janeiro 8 46-8, 1937
- FIGUEIREDO, A P de Sobre a industria da mandioca amidon, gomma ou polvilho Chacaras Quint , São Paulo, 53 99-103, 1936

- GRAVATA, A G Mandioca *for ever*, carimã e polvilho azedo  
Chacaras Quint, São Paulo, 62 440-1, 1940
- INDUSTRIALIZAÇÃO de mandioca Seleções agrícolas, Rio de Janeiro, 18 66-8, 1963
- LEME JUNIOR, J Amideria e fecularia In ENCICLOPEDIA  
Delta-Larousse, 2ed, São Paulo, 1967 v 14, p 7652-6
- LEME JUNIOR J Industrialização da mandioca Piracicaba,  
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, s d, 28p  
(mimeograf)
- MALTA, A Cultura da mandioca Boletim de Agr do Depto de  
Produção Vegetal, Minas Gerais, 7 45-52, 1958
- MARAVALHAS, N Cinco estudos sobre a farinha de mandioca  
Manaus, INPA, 1964 (Publicação química, 6)
- NAKAMURA, I M & PARK, Y K Some physiochemical properties of  
fermented cassava starch (polvilho azedo) Die Starke,  
Weinheim, 27 295-7, 1975
- NORMANHA, E S Mandioca tem variada aplicação Guia Rural,  
1966/67 p 240-4
- NUNES, O L G da S & CEREDA, M P Efeito do tempo de  
fermentação na qualidade do polvilho azedo In CONGRESSO  
BRASILEIRO DE MANDIOCA, 6, Londrina, 1990 Anais p 18,  
Londrina, 1990
- SILVEIRA, A H da Industrialização da mandioca na fazenda  
Bol Agric, Belo Horizonte, 6(11/12) 89-90, 1957

SILVEIRA, A H da Polvilho Bol Agric, Belo Horizonte,  
5 55-6, 1956

PLITTSTOESSER, W E Protein quality and quantity of tropical  
roots and tubers Hortiscience, Mont Vernon, 12 294-8, 1977

TERNES, M , MONDARDO, E & VIZZOTTO, V J Variacão do teor de  
amido na cultura da mandioca em Santa Catarina  
Florianopolis, Secretaria da Agricultura e Abastecimen-  
to/EMPASC, 1978 22p (Indicação de Pesquisa, 26)

ZAMITH, R Emprego industrial da mandioca Bol Agric, São  
Paulo, 12 279-81, 1911

# GENERALIDADES SOBRE LOS ALMIDONES

G Chuzel, Seccion Utilizacion de Yuca, CIAT, Cali, Colombia

El almidon es, despues de la celulosa la principal sustancia glucidica sintetizada por los vegetales superiores a partir de la energia solar. Polimero de glucosa el almidon constituye una fuente natural y energetica privilegiada para la alimentacion de los seres vivos y principalmente del hombre. Ademas, desde milenios nuestros ascendientes han sabido transformar por fermentacion los almidones de los cereales raices y tuberculos para sacar alimentos y bebidas algunos de los cuales son ahora productos de gran consumo como el pan, la cerveza. Asi como, el conocimiento empirico de sus propiedades funcionales permitio un uso no alimenticio de los almidones ya los antiguos Egipcios utilizaban el almidon en la elaboracion de adhesivos.

## Propiedades fisico-quimicas de los almidones

Un almidon se presenta en la forma de granulos con diferentes tamaños y formas características de cada planta. Es un polimero de glucosa con un material no glucosidico muy flojo (0.5 a 2 % segun el origen botanico). En el almidon las moleculas de glucosa se enlazan las unas a las otras de dos maneras:

- en una cadena lineal: la amilosa, con enlaces a 1-4 con una extremidad reductora.
- en un racimo: la amilopectina, con enlaces a 1-4 y a 1-6 existen tambien algunas ramificaciones en a 1-3.

Una cadena de almidon se presenta en forma de helice, debido a las diferentes configuraciones posibles de la glucosa.

El ratio amilosa/amilopectina, que influye mucho sobre las propiedades funcionales de un almidon, varia de una planta a una otra y para una misma planta de un cultivar al otro. El almidon de yuca tiene 17 a 20 % de amilosa y otras plantas como el maiz, el arroz o el sorgo tienen variedades naturales o mejoradas por ingenieria genetica con un contenido en amilosa de cero (almidon ceroso o "waxy") hasta 80% (tipo amilomaiz).

La amilosa forma muchos complejos insolubles con un gran numero de moleculas organicas como alcoholes alifaticos, acidos monogliceridos o acidos grasos lineales, el complejo generalmente precipita cristalisandose, lo que permite hacer la separacion con la amilopectina. El yodo es tambien un agente que puede acomplejar la amilosa y el color del complejo es caracteristico de la amplitud de la cadena, azul para un grado de polimerizacion mas de 40, rojo, pardo o amarillo debajo de este valor.

La organizacion intramolecular entre amilosa y amilopectina con enlaces hidrogeno entre los grupos alcoholicos, directamente o a traves de moleculas de agua, conduce a la formacion de zonas cristalinas (capas densas con un alto numero de ramificaciones) y amorfas (capas menos organizadas, ricas en puntos de enlaces a 1-6). Eso da al almidon una estructura semi-cristalina, con propiedades especificas como la presencia de un cruce en el granulo durante una observacion en luz polarizada y la difraccion de los rayos X con tres tipos de espectro que permiten diferenciar los almidones de cereales, raices y tuberculos. Sin embargo, hay algunas excepciones en esta clasificacion, como la yuca que presenta un espectro similar al de los cereales.

## Propiedades funcionales

Durante un tratamiento hidrotermico el almidon tiene una serie de modificaciones que van a influir sobre su estructura, ademas, el engrudo formado durante este tratamiento es una mezcla de gránulos hinchados y de macromoleculas dispersadas lo que influye sobre la viscosidad de la suspension de almidon, es este comportamiento especifico a cada tipo de almidon, lo que llamamos las propiedades "funcionales" de un almidon, que se esta utilizando en el sector industrial.

Este fenomeno se puede resumir en la tabla siguiente en el caso del almidon en presencia de exceso de agua (temperatura y humedad son dos factores correlacionados en el proceso).

10/11/12

Temperatura	Pasos	Fenomenos observados	Estructura
20<==>50/60°C	Sorcion	Absorcion de agua	Cristalina
50/60°C 50/60->80°C 80->100°C	Gelatinizacion	= temperatura de gelatinizacion Perdida del cruce de birefringencia (irreversible) Hinchamiento de los granulos (Absorcion de agua) Dispersion y solubilizacion	Coloidal
100->60°C	Gelificacion	Reorganizacion molecular	Gel
60-> -20°C	Retrogradacion	Recristalinizacion del almidon	Cristalina * de la estructura inicial

El ratio amilosa/amilopectina es el principal factor que influye en el comportamiento funcional de un almidon

	Contenido en amilosa	
	Bajo	Alto
Solubilidad	-	+
Poder de hinchamiento	+	-
Viscosidad del engrudo	-	+
Claridad del engrudo	-	+
Estabilidad del gel	-	+
Tendencia para retrogradacion	-	+
Formacion de una pelicula	+	-

### Utilizacion de los almidones

La utilizacion de los almidones esta relacionada con sus dos propiedades principales

- polimero de glucosa (= fuente de azucares)
- propiedades funcionales (gelatinizacion/gelificacion/retrogradacion)

Con el desarrollo de las ciencias y de la tecnologia, la industria dispone ahora de una serie de herramientas para utilizarlos como materia prima para producir diferentes azucares que presentan ventajas a nivel medicinal, nutricional o tecnologico o derivados con alto valor (sorbitol, vitamina C, manitol, ) o modificar y mejorar las propiedades funcionales de estos almidones (almidones modificados) Las principales tecnicas de modificacion de los almidones nativos son los siguientes

- Pregelatinizacion por tratamiento termico o extrusion para tener un desarrollo rapido de una viscosidad requerida o un poder de hinchamiento en agua fria,
- Conversion por tratamiento acido, dextrinizacion, oxidacion para reducir la viscosidad del gel y permitir el uso de almidon con alto porcentaje, aumentar su solubilidad, controlar la consistencia del gel o modificar su estabilidad
- Substruccion por esterificacion o eterificacion para disminuir la temperatura de gelatinizacion, aumentar estabilidad del gel o poder de emplastadura y enlazamiento, o de retencion de compuestos ...
- "Cross linking" en donde una pequena cantidad de compuestos que pueden reaccionar con mas de un grupo hidroxilo son añadidos al polimero, para aumentar resistencia a los tratamientos tecnologicos (temperatura, acidez, cizalladura ) o inhibir el fenomeno de retrogradacion

La industria almidonera esta siempre buscando nuevas utilizaciones para abrir nuevos mercados para el almidon y sus derivados sintesis de compuestos farmaceuticos, retencion de aromas y compuestos volatiles, sinteticos polimeros resinas materiales termoplasticos biodegradables

METODOS PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ALMIDON  
Y FIBRA EN PRODUCTOS DERIVADOS DE LA YUCA Y DE LA  
RELACION AMILOSA/AMILOPECTINA

Teresa Sánchez (CIAT)

INTRODUCCION

Los hábitos alimenticios del hombre contemporáneo, se han distinguido porque cada día son más numerosos los alimentos elaborados a partir de yuca que se incluyen en su dieta cotidiana, por lo cual los requisitos inherentes del producto son tan variados que es necesario contar con numerosas técnicas para una completa caracterización

Los productos que utilizan yuca como materia prima se pueden caracterizar y controlar su calidad a través de pruebas químicas existentes, las cuales aseguran que estos cumplan con las especificaciones requeridas. De los análisis químicos necesarios se encuentran entre otros la determinación del contenido de almidón, la determinación de fibra cruda y la relación amilosa/amilopectina

1. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ALMIDON

Debido a la gran importancia de este análisis existen numerosas metodologías que hacen que los resultados difieran entre sí, por lo tanto se hace necesario encontrar una técnica que sea exacta / precisa, además sencilla, rápida / barata

El principio que se utiliza está basado en la completa degradación del almidón en glucosa para luego determinar la cantidad de glucosa liberada. Desafortunadamente en la práctica este proceso no es tan simple, debido a que la degradación cuantitativa del almidón a glucosa no se logra fácilmente.

Con el objetivo de comparar dos metodologías que involucran diferentes formas de hidrólisis, en el laboratorio de la Sección de Utilización de Yuca se analizaron 4 variedades.

La metodología utilizada se explica a continuación:

### 1 Hidrólisis Ácida

Como su nombre lo indica la hidrólisis se realiza con un ácido débil (Metodología Standard AOAC) y la glucosa liberada se cuantifica por medio del método del reactivo de cobre de baja alcalinidad. Este método se basa en la capacidad que tiene la glucosa al poseer un grupo carbonilo potencialmente libre para reducir el ion cobre, el cual se puede cuantificar fácilmente.

### 2 Hidrólisis Enzimática

Todas las reacciones de análisis en el proceso son llevadas a cabo por medio de enzimas, los pasos a seguir son los siguientes:

- a) Solubilización del almidón con Amilasa Termotable
- b) Hidrólisis del almidón con Amiloglucosidasa
- c) Determinación de la glucosa liberada utilizando EL REACTIVO DE GLUCOSA OXIDASA - PEROXIDAS ABTS



Los resultados obtenidos son los siguientes

TABLA 1. EFECTO DEL METODO DE HIDROLISIS SOBRE LOS CONTENIDOS DE ALMIDON (% BASE SECA)

<u>VARIEDAD</u>	<u>HIDROLISIS ACIDA</u>	<u>HIDROLISIS ENZIMATICA</u>
1	72.8 ± 4.0	80.2 ± 0.4
2	73.3 ± 2.6	80.0 ± 0.4
3	82.0 ± 3.8	87.0 ± 0.0
4	77.0 ± 9.1	86.3 ± 0.3

Valores promedio de 6 repeticiones/variedad ± Desviación Standard

Los resultados demuestran que por medio del método de hidrólisis ácida se obtuvieron valores mas bajos, y con una desviación standard mayor que los obtenidos por medio del método de hidrólisis enzimática. Con estos resultados se puede concluir que la hidrólisis ácida es incompleta, mientras que la enzimática es completa y más precisa, además el porcentaje de recuperación del almidón en la hidrólisis ácida fué 86-90%, y para la hidrólisis enzimática fue 90-94%, lo cual corrobora lo anterior. Otra ventaja del método de hidrólisis enzimática es que se pueden analizar el doble número de muestras por día y los costos se reducen al 50% comparado con el otro método.

## 2. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE FIBRA CRUDA

El contenido de fibra cruda es un índice de la cantidad de materia indigerible en un alimento. Químicamente, la fibra cruda consiste de polisacáridos insolubles tales como hemicelulosa y celulosa y pequeñas formaciones de lignina.

La fibra no tiene un valor nutritivo apreciable, pero sí tiene la función de darle mayor volumen a los alimentos en el aparato digestivo y además estimula la acción peristáltica intestinal.

En su determinación se utiliza una muestra libre de humedad y grasa, la cual se digiere con una solución de ácido débil para hidrolizar los carbohidratos y material proteínico, luego se hace una digestión con una solución de base débil para ocasionar la saponificación de los materiales grasos no extraídos anteriormente.

Los residuos compuestos principalmente de fibra y algunos minerales se recogen en un crisol de filtro, estos residuos después de incinerarse son pesados para cuantificar la pérdida de peso, lo cual nos determina la cantidad de Fibra Cruda contenida en la muestra.

## 3. DETERMINACION DE LA RELACION AMILOSA/AMILOPECTINA

La relación entre amilosa y amilopectina varía de un almidón a otro, además de influir sobre las propiedades de estos. Esta relación está gobernada por factores genéticos, por lo cual se

puede modificar genéticamente, además de que técnicas de reproducción vegetal pueden influir sobre ella

Para cuantificar el contenido de Amilosa se aprovecha la cualidad que tiene ésta para retener el yodo, con el cual produce un complejo de color azul intenso, mientras que la Amilopectina reacciona formando un complejo de color rojizo

En la caracterización Reológica del almidón se utiliza el proceso de Retrogradación , lo cual se consigue enfriando lentamente una solución de Amilosa, o dejando envejecer un gel, para que las moléculas de Amilosa se alinien en forma ordenada, formando micelas insolubles, densas y altamente cristalinas

Se ha sugerido que la retrogradación de las cadenas laterales cortas de la amilopectina es la causa principal del endurecimiento del pan

## INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE ALMIDONES

### POR DIFRACCION DE RAYOS-X

(a) De los difractogramas de las diferentes especies se encuentran algunos detalles como pequeños corrimientos en  $2\theta$  y variaciones de intensidad relativa.

Estos datos se resumen en el cuadro Nro 1

Los perfiles están presentados para todas las muestras con sus respectivos valores de  $d$  y  $2\theta$

(b) Las muestras ácidas en general presentan pocas diferencias con sus respectivos almidones de origen.

(c) Se presentan comparaciones con patrones de difracción de rayos-x publicados en PHYSICAL ANALYSES por HENRY F ZOBEL, denominados A B y C

De esta comparación se encuentra que es más corriente encontrar los patrones A y B aún cuando no hay coincidencia completa

(d) Igualmente se presentan comparaciones entre el almidón dulce y su correspondiente ácido (parejas de difractogramas superpuestas)

A continuación relacionaremos la nomenclatura usada para

cada una de las muestras en el análisis por difracción.

Las muestras dulces se denominaron ADU y cada una de ellas así

ADU 2100	corresponde a	CM 523-17
ADU 3100	corresponde a	Blanquita
ADU 4100	corresponde a	Algodona
ADU 5100	corresponde a	MCOL 1684
ADU 600	corresponde a	CMC-40

Las muestras ácidas se denominaron AAG de la siguiente forma

AAG 1100	corresponde a	CM 523-17
AAG 2100	corresponde a	Blanquita
AAG 3100	corresponde a	MCOL 1684
AAG 4100	corresponde a	CMC-40
AAG 5100	corresponde a	Algodona

La nomenclatura de los tratamientos es la siguiente

a) Secos al ambiente (23°C)

ALDU 4100	Almidón dulce algodona
ALA 4100	Almidón Acido

b) Calentados a 40 C durante 2 horas

ADA 4100	Almidon dulce ALGODONA
AAT 4100	Almidon Acido ALGODONA

Los patrones de difracción dados por la bibliografía enviada se identificaron así

1955 10	Almidon A
1955 20	Almidon B
1955 30	Almidon C

  
Dr JAIME PRADILLA S

Director Laboratorio de Difracción - UIS

A	R	C	ALGODONA	CMC 40	MCOOL 16 84	BLANQUITA	CM 527-17
			16 1W <sup>-</sup>	16 2 W <sup>-</sup>	16 2 W <sup>-</sup>	16 4 w <sup>-</sup>	-
-	15 8 m	15 4 w	-	-	-	-	-
-	8 9 W <sup>-</sup>	8 82 W <sup>-</sup>	-	8 8W	-	8 8 W <sup>+</sup>	8 8 W <sup>+</sup>
8 72 W <sup>-</sup>	-	-	-	-	-	-	-
-	7 94 W <sup>-</sup>	-	7 89 W	7 92 W <sup>+</sup>	8.0 W <sup>+</sup>	-	-
7 70 W <sup>-</sup>	-	7 66 W <sup>-</sup>	-	-	-	-	7 72 W <sup>+</sup>
-	6 14 m	-	5 98 m	-	5 96 s	-	-
5 78 <u>s</u>	-	5 78 s	-	-	-	-	5 83
5 17 s	5 16 s	5 12 s	5 0 s <sup>-</sup>	-	5 0 s	5 2 s	5 17 s
4 86 s <sup>-</sup>	-	4.85 m	4 9 m	-	-	5 02 s	4 92 s
-	4 54 W <sup>+</sup>	-	4 55 W <sup>+</sup>	4 53 W <sup>+</sup>	4 53 W <sup>+</sup>	4 47 W <sup>+</sup>	4 4 W <sup>+</sup>
4 37 m	-	4 35 W <sup>-</sup>	4 30 W	4 41 ..	-	4.36 W	-
-	4 00 m	-	3 91 m	-	3 91 s	-	-
3 78 s	3 70 m <sup>-</sup>	3 78 m <sup>-</sup>	3 78 m <sup>-</sup>	3 8 m	-	3 78 m	3 8 m
3 30 W <sup>+</sup>	3 38 W	3 32 W	-	3 39 W	-	3 36 W	3 39 W
2 88 W	-	-	2 88 W	-	2 88 W	2 88 W	2 87 W
-	2 60 W	-	2 62 W	-	-	2 53 W <sup>-</sup>	2.69 W

o-S<sup>-</sup>cc-  
ing, A

TALLER DE "AVANCES SOBRE ALMIDON DE YUCA"  
17 al 20 de Junio de 1991  
CIAT , CALI

TECNICAS DE DIFRACCION DE RAYOS X PARA LA CARACTERIZACION  
DE MUESTRAS POLICRISTALINAS.

JAIME PRADILLA S.  
(U.Ind.Santander)

Son muy amplias las aplicaciones de la difraccion de rayos x en ciencia y tecnologia. Basicamente se pueden diferenciar dos metodologias de acuerdo al tipo de muestra empleada. Presentamos las diferencias basicas teoricas y practicas entre las tecnicas del monocristal y las tecnicas de agregados policristalinos.

Los datos de difraccion son faciles de obtener para muestras policristalinas, especialmente con los modernos difractometros automatizados que nos dan medidas de gran precision en las datos angulares y de intensidad. El analisis de estos datos mediante medios de computacion tienen un amplio campo de interes en ciencias basicas e ingenieria. Estas aplicaciones podemos dividirlos en dos grandes grupos:

- a/ Las aplicaciones analiticas de caracterizacion de compuestos quimicos, minerales, biologicos etc., segun su estructura cristalina, mediante comparacion electronica o visual con tablas de patrones.
- b/ Calculo de los datos cristalograficos tales como dimensiones de la celda unitaria y determinacion de estructuras moleculares y empaquetamiento cristalino que nos dan un conocimiento detallado y unico sobre la fisico-quimica del estado solido. Sin embargo, el empleo de muestras policristalinas es mas importante hasta la fecha, por sus aspectos de aplicacion analitica que por los datos cristalograficos estructurales cuya obtencion se hace mas eficientemente por difraccion de monocristales.

En esta exposicion presentamos un resumen de algunos de los trabajos que hemos realizado en nuestros laboratorios, que nos ilustran la metodologia y alcances de esta tecnica. Hemos escogido las arcillas, zeolitas y almidones por su interes y aplicaciones en fisico-quimica agricola:

- 1- Las arcillas y su caracterizacion son de gran importancia; presentamos un ejemplo tomado de estudios realizados en nuestros laboratorios para el Inst. Nacional del Petroleo: Se comparan los perfiles de difraccion de una arcilla natural, con la saturada con ion potasio, con etilenglicol y tratada por calentamiento. Estas tecnicas resumen los metodos de caracterizacion mas empleados.

2-Las arcillas pilarizadas con hidroxidos metalicos representan una tendencia actual en el estudio de nuevos materiales de interes en catalisis. Presentamos un ejemplo de pilarizacion con hidroxido de Titanio y su caracterizacion con rayos x.

3-Las zeolitas son silicatos naturales y artificiales de gran interes en catalisis y en intercambio ionico. Presentamos un ejemplo de intercambio ionico y de reaccion en sitio con complejos organicos.

4-Analizamos la caracterizacion cualitativa de los almidones de yuca mediante los perfiles de difraccion. Se presentan los pasos principales en las medidas y su interpretacion.

Todos los ejemplos seran presentados en diapositivas tomadas directamente de la pantalla del computador. Se concluye enfatizando la importancia del metodo de difraccion como un sistema valioso en la evaluacion de productos naturales y de suelos.

En los ejemplos presentados han colaborado principalmente,

Edgar Paez M., Constanza Moya, Jose A. Henao, Anne Bernier, Ana Delgado y Fernando Martinez.



## TECNICAS DE CALORIMETRIA DIFERENCIAL

### APLICACION A LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES TERMO-FISICAS DE LOS ALMIDONES

Gerard Chuzel\*, Ruben Vargas\*\*

\* CIAT, Seccion Utilizacion de yuca, Cali

\*\*Universidad del Valle Departamento de Fisica Cali

#### 1 Introduccion

Cuando un material esta experimentado un cambio de estado fisico (fusion, transicion de fase ) o si este compuesto esta reaccionando quimicamente, hay absorcion o desprendimiento de calor y estos fenomenos pueden ocurrir durante un incremento de la temperatura. El principio de los calorimetros de barrido es seguir la evolucion de la diferencia de flujos de calor entre una referencia inerte y un muestra del material durante un calentamiento generalmente en programacion lineal ( $T=k.t$ ) y se puede observar la aparicion de un pico cuando ocurre el fenomeno.

Se distinguen dos tipos de sistemas termicos de barrido segun el modo de calentamiento de la muestra y de la referencia

- DTA (Diferencial Termal Analisis) cuando ellas tienen la misma fuente de calor

A partir de las medidas de temperatura de de la muestra ( $T_m$ ) y de la referencia ( $T_r$ ) con sensores dentro los materiales (DTA clasico) o fijados a los dos crisoles (DTA de Boersma), se obtiene la curva  $\Delta T = T_m - T_r$  en funcion del tiempo,

- DSC (Diferential Scanning Calorimetry) cuando cada una tiene su propia fuente de calor

En este caso, un sistema de compensacion de potencia permite mantener la muestra y la referencia a la misma temperatura durante el calentamiento. Una señal proporcional a la diferencia instantánea de calor suministrada a la muestra y a la referencia da la curva  $dQ/dt$  en funcion del tiempo

#### 2 Teoria

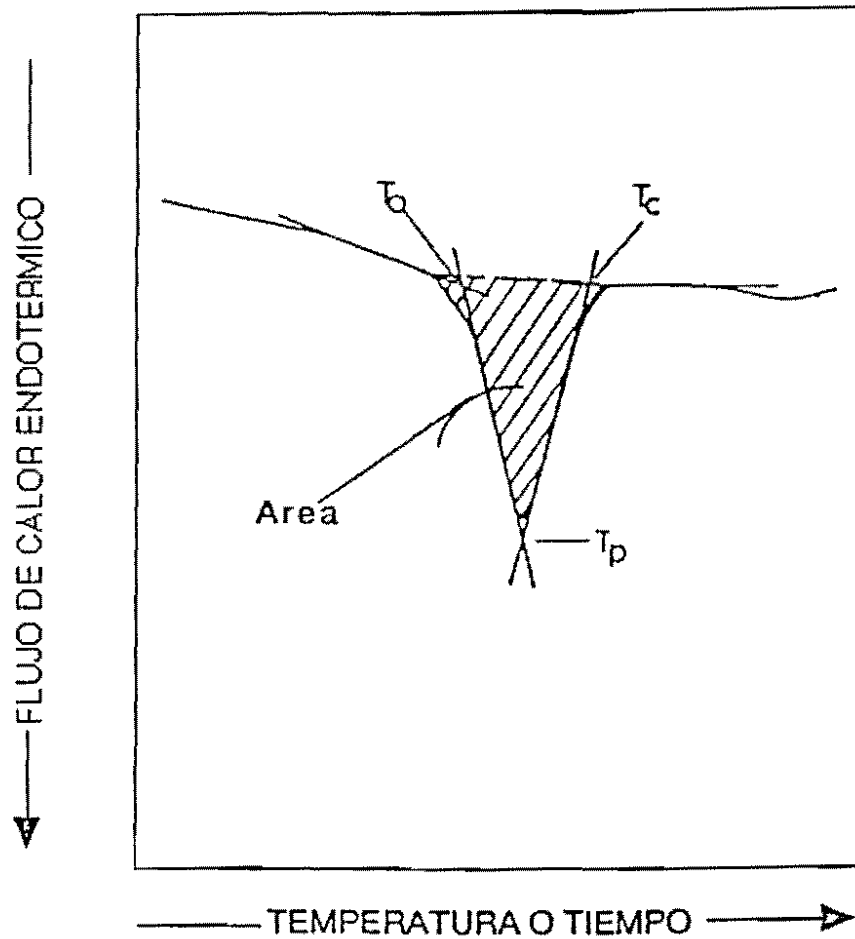
##### 2.1 DTA

La diferencia de temperatura  $\Delta T$  en cada momento es una funcion de la variacion de la entalpia del fenomeno de las capacidades calorificas  $C_{pm}$  y  $C_{pr}$  de la muestra y de la referencia respectivamente, y de la resistencia termica  $R_T$  del sistema que es una funcion del tipo de crisol y de su area de contacto con la muestra, de la muestra misma y de la temperatura. En estas condiciones se puede determinar la entalpia solo si se conocen los valores de  $C_p$  y  $R_T$ , que son constantes del equipo que varian con la temperatura. En la practica, es dificil determinar estos valores y la DTA es utilizada solo para detectar las temperaturas de cambio de fase.

##### 2.2 DSC

Las ecuaciones de transferencia de calor permiten determinar la entalpia del fenomeno que ocurre entre las temperaturas  $T_i$  y  $T_f$ , que corresponde al area del pico, entre la curva  $dQ/dt=f(t)$  y la linea de base, se necesita conocer la constante de calibracion del equipo (en cal/unidad de area) a partir de una referencia de propiedades conocidas (ej Indio)

Como la línea de base no es lineal lo que es debido a la variacion de las capacidades calorificas con la temperatura (para limitar estas fluctuaciones se puede utilizar como referencia un crisol vacio o con una muestra anhidra), las siguientes convenciones son utilizadas para la determinacion de las características del termograma:  $T_0$  (temperatura inicial)  $T_p$  (temperatura del pico)  $T_c$  (temperatura final) y el area proporcional a la entalpia



### 3 Propiedades térmicas de almidones

La gelatinización del almidón es una reacción físico-química irreversible de tipo endotérmico, correspondiente a un cambio de estado termodinámico de la estructura cristalina. En este sentido, este fenómeno se puede seguir con las técnicas de calorimetría de barrido para determinar

- las temperaturas características del proceso de gelatinización (temperatura de iniciación y terminación de gelatinización) y la entalpía de gelatinización,
  - la presencia de otras transformaciones térmicas como la fusión de otros complejos que pueden formarse (ej. amilosa-lípidos, amilosa-iodo)
  - el grado de gelatinización de un producto amiláceo procesado térmicamente
  - las influencias de los parámetros como el contenido de agua y la temperatura
  - las influencias de un tratamiento químico, térmico o enzimático sobre las propiedades del almidón nativo (ej. almidón agrio)
  - las cinéticas de una reacción como la de gelatinización para determinar el orden de la reacción
- Sin embargo, hay que tener en cuenta que las condiciones de manejo pueden influir sobre el comportamiento termodinámico del almidón, principalmente
- el contenido en agua de la muestra

Para asegurarse de que se tiene un proceso completo de gelatinización, hay que tener un contenido en agua de más de 5 kg de agua por kg de materia seca  
- la rata de calentamiento

Con una rata de calentamiento de más de 0.5 °C/min no se puede obtener el equilibrio instantáneo y el fenómeno es limitado desde el punto de vista cinético, la temperatura de cambio de fase no es independiente de la velocidad de calentamiento lo que conduce a un desplazamiento del endotérma hacia las temperaturas más altas y un aumento de la temperatura de transición con la rata de calentamiento. Por otro lado, la señal calorimétrica es una potencia y la entalpia calculada es una energía, o sea una integral en el tiempo de esa potencia. Por lo tanto para una misma entalpia cuanto más rápida sea la cinética de calentamiento (> 3°C/min) más grande será la señal registrador y mejor será la relación señal/ruido que conduce a una mejor determinación de la línea de base. Tomando en cuenta estas consideraciones, si la rata es teóricamente independiente de la cinética de calentamiento, se registran variaciones de su valor con la misma rata de calentamiento

### 3 Propiedades térmicas de almidones de yuca

Se caracterizaron almidones nativos y agrios de diferentes variedades de yuca en las condiciones siguientes muestra de 4 mg, rata de calentamiento 2° C/min contenido en agua 5 kg/kg

Variedad	Tipo	T <sub>o</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	T <sub>c</sub> (°C)	ΔH (J/g)
Algodona	nativo	49.0	54.4	58.9	6.5
	agrio	51.0	55.1	60.6	8.4
Blanquita	nativo	54.0	56.4	62.5	6.0
	agrio	54.2	57.7	63.5	8.6
CMC 523-7	nativo	52.3	55.8	60.7	9.0
	agrio	55.7	59.3	62.6	5.3
CMC-40	nativo	53.2	57.4	61.6	6.9
	agrio	55.9	59.3	61.2	8.0
MCol 1684	nativo	52.3	55.5	60.7	7.3
	agrio	54.4	58.3	62.1	8.2

## DESARROLLO DE UNA PRUEBA DE EVALUACION DE LA CALIDAD

### DEL ALMIDON AGRIO DE YUCA

Gerard Chuzel, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical)

El almidón "agrio" tiene muchas aplicaciones en panaderías y fábricas de galletas o diferentes panes con queso donde es irremplazable debido a sus propiedades funcionales y a sus aromas característicos. Sin embargo, este almidón presenta muchas fluctuaciones de calidad y existen solo pruebas empíricas para evaluar su calidad. Los dos objetivos buscados en este trabajo de desarrollo de una prueba de panificación reproducible, sencilla y confiable para evaluar la calidad de un almidón de yuca fueron los siguientes:

- \* disponer de una herramienta de investigación para poder evaluar las influencias de la materia prima y de los tratamientos tecnológicos,

- \* ofrecer a los productores, negociantes y usuarios una herramienta de control y seguimiento de calidad.

Desde el punto de vista de los usuarios, la principal calidad de un almidón de yuca es su poder de expansión que podemos definir como la capacidad que tiene un almidón para aumentar el volumen de una masa preparada con él al ser sometida a un proceso de horneado. Sin embargo, este hinchamiento de la masa es una función no solo del almidón sino del queso, los ingredientes, la consistencia y la textura de la masa, la forma de los panes, las condiciones de horneado.

#### Metodología

El criterio más sencillo para evaluar el poder de expansión de un almidón es el volumen específico de los panes después del horneado con el método de desplazamiento de semillas. Se hicieron una serie de ensayos en los cuales se evaluó la expansión de mezclas preparadas con diferentes formulaciones. Para establecer estas formulaciones, se tuvieron en cuenta las variables: cantidades de agua, sal, grasa, queso, polvo hornear añadidas a la masa, el tipo de queso ("costeño", artesanal, comercial tipo "campesino"). Además se consideraron las condiciones de horneado como la temperatura (350 a 500 °F) y el tiempo (7 a 10 min) y el tipo de pruebas (expansión libre -rosquillas de 15 a 30 g- y en tubos de ensayo).

En un primer tiempo, las pruebas fueron hechas con una masa hecha manualmente y horneada en un horno electrodoméstico casero y después en condiciones más estrictas: masa preparada en un farinógrafo Brabender y horneada en un horno de convección con rotación de banda. Se utilizaron dos muestras patrón de almidón bueno y malo.

Los criterios para elegir la prueba de panificación fueron la reproductibilidad (con base a diez repeticiones) y la mejor discriminación almidón bueno/almidón malo.

Luego establecida la prueba se evaluaron 35 muestras de almidón agrio recolectadas en las rallanderías del Norte del Cauca, clasificadas como almidón malo, regular y bueno por los usuarios. Con sus criterios empíricos, se compararon esta clasificación con la obtenida con la prueba de panificación y se buscaron las correlaciones significativas entre volumen específico y parámetros físico-químicos y funcionales de estos almidones (composición bioquímica, ácidos orgánicos, color Hunter, solubilidad y hinchamiento, absorción de agua -farinógrafo Brabender a 40 y 500 UB-, características de amilogramas).

#### Resultados

El protocolo propuesto constituye en:

- preparar panes en forma de rosquilla de 15 g de masa con una formulación de 2/2/1 respectivamente en almidón, queso molido comercial tipo "campesino" y agua a temperatura ambiente,

- hornear 10 panes en un horno casero a 450 °F durante 10 minutos y dejar otros 10 minutos con el horno apagado antes de medir el volumen especifico promedio,
- determinar el volumen especifico promedio por el metodo de desplazamiento de semillas

Este protocolo presenta las siguientes ventajas

- una formulacion similar a la utilizada en los productos tradicionales,
- una estructura del producto final suave y homogenea, lo que facilita la medida del volumen especifico,
- ninguna variabilidad debido al queso
- una buena reproductibilidad no se mostro ninguna diferencia significativa entre los resultados obtenidos con esta prueba (P Manual) y una prueba (P Farino) realizada en condiciones mas estrictas (preparacion de la masa en un farinografo Brabender con una consistencia de 200 U B y utilizando un horno de conveccion con rotacion de la banda), como se explicita en el cuadro I

*Cuadro I Reproducibilidad de la prueba de panificacion (10 repeticiones) para dos calidades de almidon agro de yuca*

	Volumen especifico (en ml/g)			
	Almidon agro 1		Almidon agro 2	
	P Manual	P Farino	P Manual	P Fanno
Promedio	3 81 a	3 88 a	3 39 b	3 31 b
D E	0 264	0 221	0 235	0 166
S E	0 084	0 070	0 075	0 053
C V	6 9 %	5 7 %	6 9 %	5 1 %

Los valores con la misma letra no presentan una diferencia significativa ( $p < 5\%$ )

La evaluacion del muestreo de almidones mostro los puntos siguientes

- el conocimiento empirico del almidon agro permite discriminar sin equivocacion las muestras buenas de las de mas pero no las regulares de las malas (se hizo una clasificacion jerarquica a partir de los valores de volumen especifico que se comparo con la clasificacion empirica),
- el volumen especifico tiene una correlacion significativa ( $p < 0.05$ ) con el acido lactico (+) que explica 99 % de la variacion de los acidos organicos totales, el acido acetico (-), el color (blancura L), el poder de hinchamiento a 90 °C el indice de gelificacion (Diferencia entre las viscosidades alcanzadas al enfriar a los 50 °C y la lograd despues que la mezcla llega a los 90 °C)
- una escala para evaluar un almidon agro segun el volumen especifico a partir del promedio de cada clase identificada bueno ( $4.89 \pm 0.05$ ) regular ( $4.21 \pm 0.17$ ) y malo ( $3.38 \pm 0.15$ )

# DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ACIDOS ORGANICOS POR CROMATOGRAFIA DE GASES PARA LA CARACTERIZACION DEL ALMIDON AGRIO

FREDDY ALARCON M

Laboratorio de utilizacion de yuca, CIAT

Las fermentaciones realizadas en las distintas rallanderias del Cauca se encontraron muestras que contenian los acidos Acetico, Propionico, Butirico, Valerico y Lactico. El acido lactico es el principal producto de esta fermentacion, este acido es el que nos determina la calidad del producto final panificado, de aqui la importancia de la determinacion de estos acidos para la caracterizacion de muestras de almidon agrio tanto como el seguimiento de la fermentacion.

Por esto, el interes de la Cromatografia de gases para la cuantificacion rapida de estos acidos organicos en la medida que se pueda utilizar solamente una columna para la determinacion de todos estos acidos. En efecto generalmente con las columnas disponibles en el mercado (ej. columna enpaquetada Supelco sp 1000, 5 $\bar{a}$  FFAF Chromosorb-G usando como gas Helio y un flujo de 2-5 ml/min) los acidos succinico, fumarico, piruvico y lactico no son detectados por este procedimiento por que no son volatiles y se necesita desarrollar una etapa de metilacion. Los metil derivados de estos acidos pueden ser extraidos en clorotorno y luego detectados por CG.

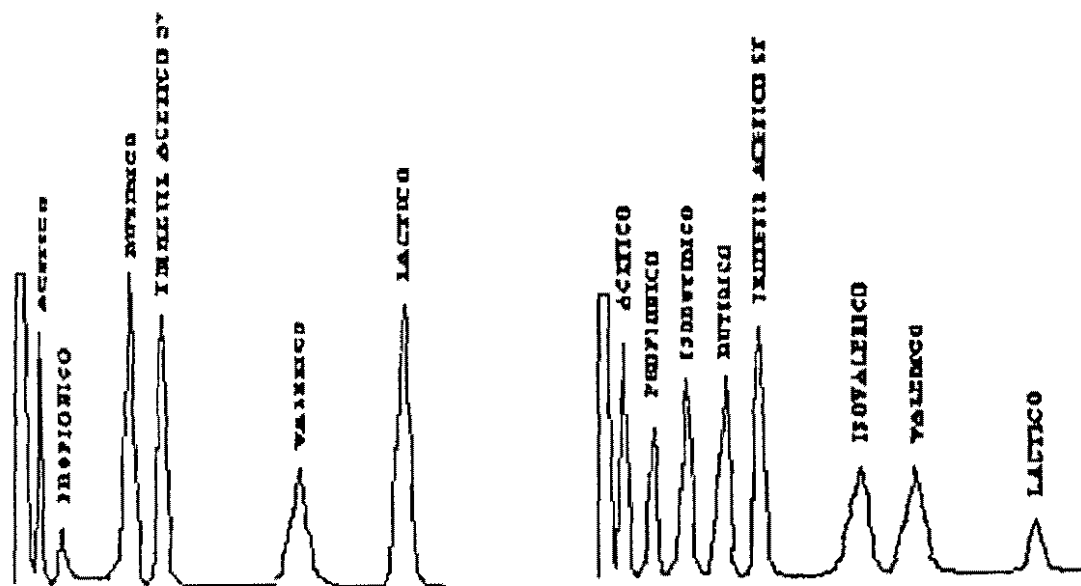
Una columna de vidrio con una nueva fase estacionaria (80/120 Carbopack B-DA/4% Carbowax 20M) esta ahora disponible y es recomendada para acido Lactico y acidos libres. La seccion utilizacion de yuca ha desarrollado un trabajo para ver las posibilidades que puede ofrecer esta columna y determinar las condiciones optimas de funcionamiento.

Los patrones y las muestras se preparan en solucion de acido Oxalico 0.03M y las condiciones fueron temperatura de la columna 175C, inyector 200C, detector 200C, el volumen de inyeccion 1 microlitro, el gas de arrastre nitrogeno y el flujo 24 ml/min. Los calculos de las areas se hicieron por triangulacion y se utilizo como estandar interno el acido Trimetil acetico.

La figura n $^{\circ}$  1 dan el cromatograma de una mezcla de acidos estandar y un ejemplo de un cromatograma de un almidon agrio, los tiempos de retencion presentan una buena reproducibilidad (ver Figura n $^{\circ}$  2) en nuestras condiciones de funcionamiento. Equipo Cromatografico Perkin Elmer 3920-B, con detector de ionizacion de llama, con cambio de atenuacion cuando se corre la muestra, para poder detectar las concentraciones minimas de valerico y lactico, debido a la poca sensibilidad del equipo.

Sin embargo las condiciones de extraccion (en la misma solucion de acido oxalico, homogenizacion, centrifugacion y filtracion con Watman n $^{\circ}$  1) tal como de determinacion con esta columna dan una muy buena reproducibilidad, como lo muestra la figura n $^{\circ}$  3.

Basados en estos resultados, podemos concluir que este metodo nos permite tener una herramienta rapida y confiable para la cuantificacion de los acidos presentes.



CRONATOGAMA DE UNA MUESTRA DE ALMIDON FERMENTADO CRONATOGAMA DE UNA MUESTRA DE ACIDOS ESTANARES

Figura n° 1 Cronatogramas de una muestra patron y una de almidon agrico

TIEMPOS DE RETENCION

	ACETICO	PROPIONICO	BUTIRICO	VALERICO	LACTICO
$\bar{X}$ =	1 47	2 55	5 13	9 47	18 45
$\sigma$ =	0 019	0 023	0 033	0 021	0 032

Figura n° 2 Tiempos de retencion de los acidos (10 repeticiones)

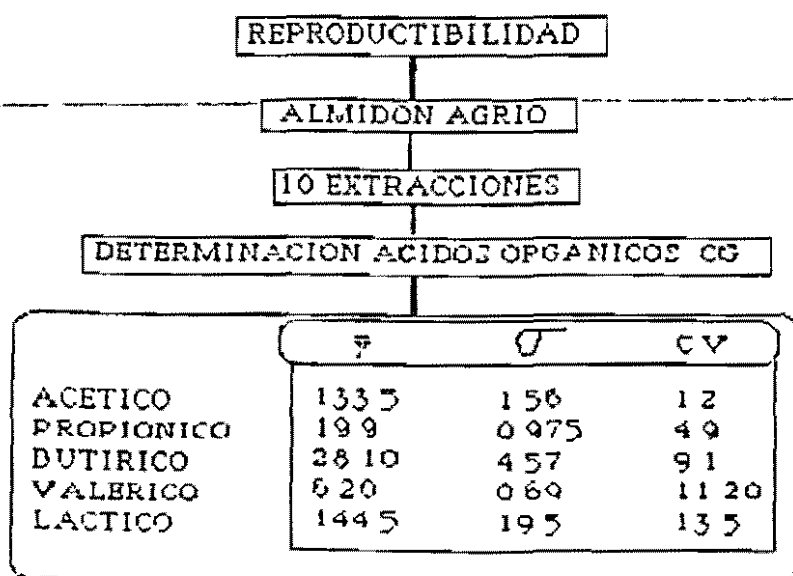


Figura n° 3 Reproducibilidad de determinacion de acidos organicos por CPG

# UTILIZACION DE LA CROMATOGRAFIA LIQUIDA DE ALTA RESOLUCION (HPLC) PARA LA CARACTERIZACION BIOQUIMICA DE LA FERMENTACION DEL ALMIDON DE YUCA

STRAUD Eric y RAIMBAULT Maurice

Laboratorio de Biotecnologia del Centro Orstom de Montpellier, Francia

Las fermentaciones tradicionales de yuca (gari, almidon agrio, yuca macerada, ) son procesos naturales durante los cuales se desarrollan diferentes tipos de microorganismos. En condiciones anaerobias, estos microorganismos son capaces de transformar el piruvato proveniente de la glicolisis por diferentes vias metabolicas, hecho que permite caracterizarlos bioquimicamente. El seguimiento de los diferentes metabolitos producidos permite conocer el tipo de microflora implicada en el proceso de fermentacion.

Una tecnica de cromatografia en fase liquida de alta resolution (HPLC) fue establecida en el laboratorio de Biotecnologia del Centro ORSTOM para determinar diferentes metabolitos producidos durante la fermentacion, entre los cuales se puede mencionar la glucosa, el acido lactico, el acido acetico, el acido butirico, el acido isobutirico, el acido valerico, el acido isovalerico, el acido propionico, etanol y almidon soluble. Esta tecnica utilizada en rutina presenta la ventaja con respecto a otras técnicas clasicas de analisis (colorimetria, titulacion, gravimetria ) de ser una metodologia confiable, simple, reproducible y de permitir la determinacion simultanea en una sola inyeccion de varios compuestos, disminuyendo asi el numero y el tiempo de analisis.

La separacion de las diferentes moleculas fue realizada utilizando un nuevo tipo de columna a base de resina (Columna de tipo Aminex HPX87H/Biorad Co). Esta columna permite la separacion de acidos organicos, azucares simples o complejos y de diferentes alcoholes por una accion combinada de mecanismos de intercambio ionico, de exclusion de iones y de interacciones hidrofobas. Las condiciones de operacion fueron las siguientes: temperatura 65 °C, flujo de 0,8 ml/min, usando el acido sulfurico 0,006 M como fase movil.

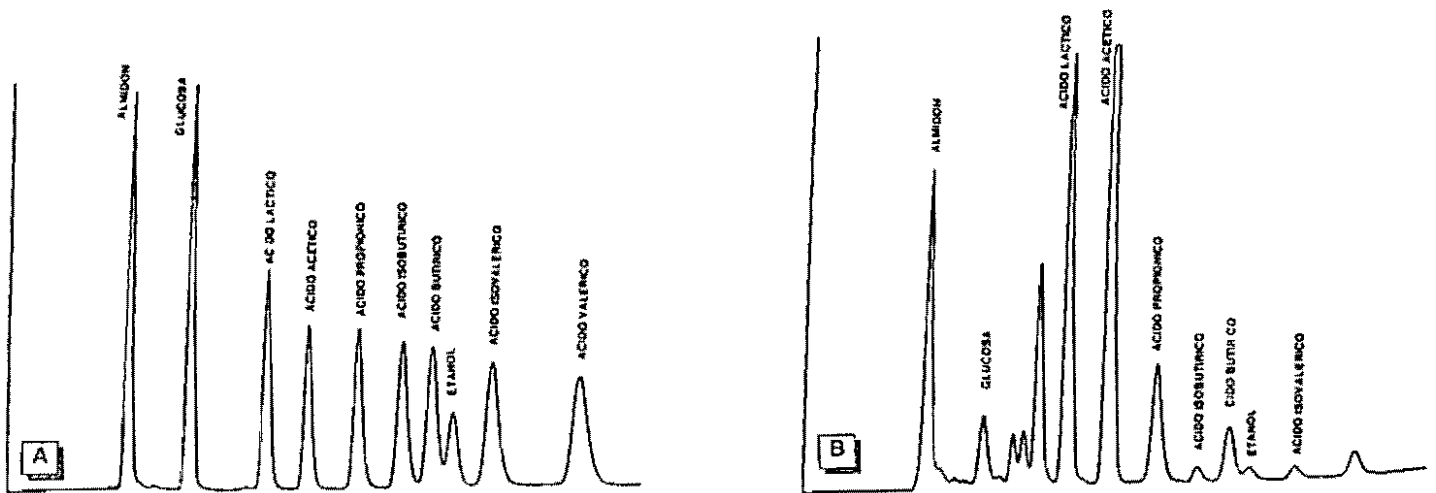


La resina cargada  $H^+$  es un copolimero de estireno y de sulfonato de vinil-benceno. La carga  $H^+$  sobre la resina permite las interacciones iónicas mientras que la estructura de poliestireno favorece las interacciones hidrofobas. La presencia de estas interacciones múltiples permite la separación de un gran número de moléculas con respecto a las columnas clásicas a base de sílice que presentan solo un principio de separación. Dos detectores conectados en serie a la salida de la columna fueron utilizados para el análisis de los diferentes compuestos.

- Un espectrofotómetro UV de longitud de onda fija (210nm) con una alta sensibilidad que detecta numerosas sustancias con doble ligadura como los ácidos orgánicos, ácidos aromáticos, aminoácidos, etc. Sin embargo, el análisis de medios complejos provoca en ocasiones la detección de moléculas que interfieren con la detección de los compuestos buscados.

- Un refractómetro que detecta azúcares, alcoholes y ácidos orgánicos. Este detector es utilizado preferentemente debido al bajo umbral de detección que permite la determinación precisa de concentraciones superiores a 0.3 g/l.

Los cromatogramas siguientes representan el análisis de una mezcla patrón (A) y de una muestra de yuca roui (B) (macerada) al final de la fermentación. Se puede observar que esta técnica permite una buena separación de los diferentes compuestos analizados y así como la caracterización bioquímica de muestras de yuca fermentada.



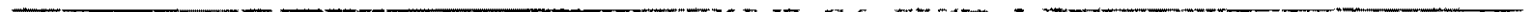
Tomando en cuenta los resultados de los análisis de HPLC de diferentes tipos de fermentaciones tradicionales (gari, almidón agrio yuca roui) se puede concluir que

- \* La fermentación del almidón agrio es representativa de una fermentación típicamente homoláctica, dado que el ácido láctico representa más del 80 % de los ácidos grasos volátiles en los productos finales

- \* En el caso del rouissage de la yuca, la fermentación es típicamente heterofermentativa. El ácido láctico es un metabolito que se produce a partir de quinto día de fermentación. Por otra parte, se observa la presencia de una fuerte cantidad de ácido butírico que no es producido por la microflora láctica, sino por otros microorganismos anaerobios, principalmente por Clostridios

- \* Con respecto al gari, se trata generalmente de un proceso cercano a una fermentación homoláctica

Sin embargo, el número relativamente bajo de análisis realizados y la falta de información precisa sobre el origen de las muestras, no permite establecer conclusiones definitivas, ya que se observa una alta dispersión de concentraciones y de proporciones de los diferentes ácidos grasos volátiles sobre muestras provenientes del mismo tipo de fermentación. Esta variabilidad podría explicar las diferencias de calidad encontrados en los productos finales. Solamente el análisis de una gran cantidad de muestras de diferentes orígenes permitiría determinar si existe una relación entre la concentración de ciertos ácidos orgánicos (en particular en ácido láctico) y la calidad organoléptica de los productos. El HPLC es una metodología de análisis confiable y representa un excelente elemento de trabajo para continuar con los estudios bioquímicos de la yuca fermentada



D DUFOUR (CEEMAT)

## Utilización de la microscopía de barrido para el seguimiento de la microflora durante una fermentación

Las condiciones físicas impuestas por la microscopía electrónica son muy diferentes de aquellas donde se encuentra en forma natural la materia viva. El vacío extremo dentro del microscopio electrónico obliga a realizar una deshidratación de las muestras a observar, igualmente el bombardeo de electrones no permite el mantenimiento del estado vivo de las células.

De esta manera, las características del microscopio electrónico presentan obstáculos para la observación de objetos biológicos vivos.

En microscopía electrónica de barrido solo es posible observar células convenientemente tratadas. Un primer paso de fijación es necesario para mantener la integridad celular, seguido de una fuerte deshidratación. Para preservar las estructuras celulares iniciales, durante la fase de deshidratación es necesario reemplazar progresivamente el agua presente en las muestras por alcohol. En seguida se realiza un punto crítico a una presión de 75 Bars y 40 °C con dióxido de carbono líquido.

Al final del proceso de deshidratación la muestra tiene la misma estructura inicial pero completamente exenta de agua.

La última etapa de la preparación es una metalización de las muestras de manera a hacerlas conductoras de los electrones, esto se logra colocándolas en una cámara con vapores de oro y bajo un fuerte campo eléctrico. En este momento se deposita una fina capa de oro de 300 Å que recubre la superficie de las muestras, quedando listas para la observación al microscopio.

El microscopio electrónico de barrido permite alcanzar aumentos de 15 a 50000 X mientras que los microscopios fotónicos están limitados a un aumento de 1200 X. Por otra parte, la observación de las muestras se realiza en tres dimensiones, efecto que es muy importante para comprender los fenómenos



biológicos Tal es el caso del desarrollo de hongos o bacterias en medios sólidos como por ejemplo bagazo de caña de azúcar o almidón de yuca

En esta presentación, dos métodos de fijación-impregnación de las muestras serán presentados y comparados Estos métodos son de los más adaptados para estudios de topografía fina Uno de ellos utiliza como fijador el formaldehído y el otro es a base de gluteraldehído

La microscopía electrónica de barrido fue empleada como un elemento importante en la comprensión de los fenómenos biológicos involucrados en el crecimiento de un hongo filamentoso productor de enzimas pectolíticas

Una cepa de *Aspergillus niger* fue inoculada sobre un soporte constituido de bagazo de caña impregnado de un medio de cultivo a base de pectina La microscopía de barrido nos permitió comprender con mucho detalle la fisiología de los hongos filamentosos que se desarrollaron en medio sólido

Igualmente, la estructura de la fibra de caña de azúcar, pudo ser observada de una manera precisa gracias a esta misma técnica Esta fibra tiene una estructura alveolar que permite la retención del medio de cultivo en el interior de las partículas Esto explica el gran poder de retención de agua del bagazo de caña de azúcar, el cual puede absorber hasta más de 5 veces su peso en agua, alcanzando 80 % de humedad sin drenarse

En la naturaleza los hongos filamentosos crecen superficialmente El soporte fibroso ofrece condiciones similares a las encontradas naturalmente, constituyendo así un biotopo ideal para el desarrollo de los hongos El hongo crece preferentemente en la interface sólido-líquido-gas De acuerdo a las observaciones microscópicas, el hongo parece adherirse a la superficie del soporte facilitando así la colonización del bagazo bajo la forma de una red tridimensional Los hongos absorben los nutrientes del medio líquido contenido en los alvéolos que constituyen reservas del medio de cultivo y en el cual igualmente se excretan los productos del metabolismo

Otras observaciones permitieron mostrar el desarrollo de bacterias sobre el almidón de yuca. El estudio fue principalmente conducido sobre dos productos diferentes a base de yuca: el "gari" y el "almidón agrio".

El "gari" es un producto africano de tipo sémola precocida. Este es obtenido a partir de la mollienda de las raíces de yuca peladas seguida de una fermentación natural durante dos días. Este proceso fermentativo permite la detoxificación de la yuca.

Estas observaciones mostraron el desarrollo de un gran número de bacterias en la superficie de los granos de almidón (bacilos cortos), sin embargo no se observaron modificaciones en los granos de almidón después de la fermentación.

Otro estudio fue llevado a cabo con muestras de almidón seco sin fermentar y otro fermentado durante 30 días para la obtención de almidón agrio a partir de yuca de tipo "algodona". También se investigó la acción de una  $\alpha$ -amilasa sobre el almidón inicial con la finalidad de conocer los mecanismos de degradación y los cambios morfológicos de los granos de almidón durante la fermentación.

La observación al microscopio electrónico de barrido no es una práctica ampliamente difundida en el estudio de fermentaciones, probablemente debido a las dificultades encontradas durante la preparación de las muestras. Sin embargo, debe señalarse que la microscopía electrónica de barrido puede jugar un papel sumamente importante en el entendimiento de los procesos microbianos involucrados en las fermentaciones. Particularmente importante en el caso de las fermentaciones en medio sólido, donde el desarrollo de la microflora está íntimamente relacionado con las modificaciones estructurales del soporte y del sustrato.

# CARACTERIZACION Y DETERMINACION DE LAS ACTIVIDADES ENZIMATICAS POR TECNICAS DE ELECTROFORESIS DE TRANSFERENCIA Y DIFUSION

Jorge Hayer, Ricardo Niño, Gerard Chuzel

## INTRODUCCION

El almidon zurio de yuca es un producto tipico nativo obtenido por la fermentación natural del almidon en Latinoamérica. Este producto tiene muchas aplicaciones en panadería y la industria de galitería. El consumo panadero de este producto es irremplazable dada sus propiedades específicas.

Si bien el producto presenta fluctuaciones en su calidad que no garantizan la satisfacción del mercado nacional e internacional. Es por ello que la Sección de Utilización de Yuca en Cooperación con la Unidad de Biotecnología está estudiando el proceso desde el punto de vista bioquímico con miras a mejorar la calidad y facilitar su utilización.

La fermentación es un proceso que ocurre naturalmente en tanques recubiertos con madera o de concreto en sitios llamados "malanderos" y dura alrededor de unos 5 a 20 días. Como se ha podido observar el proceso de la fermentación es netamente anaeróbico en el cual microorganismos nativos son especialmente productores de enzimas amilolíticas. Estas enzimas van a darle ciertas propiedades y a degradar el almidon para producir glucosa luego transformarla en ácidos orgánicos principalmente ácido láctico.

## METODOLOGIA

### 1) Recolección y Tratamiento de las Muestras.

Se recolectaron muestras de la fermentación de los días 0, 1, 2, 3, 5, 10 y 17 del centro y lado del tanque. De las muestras recolectadas se pesaron 100 gramos y se diluyeron en 25 ml de agua destilada. Se agitaron durante una hora luego se centrifugaron a 1700 g por 10 minutos a 4°C.

### 2) Tratamiento del sobrenadante

Después de la centrifugación se tomó el sobrenadante y se lo almacenó a 4°C hasta su uso analítico en una concentración de 1:100.

precipitar las proteínas. Esta preparación se dejó a 4 °C durante 12 horas. Luego se centrifugó nuevamente a 17000 g por 20 minutos a 4 °C. Se descartó el sobrenadante y se disolvió en un litro de Tris-HCl 60 mM pH 7.2

### 3) Análisis de los Microorganismos

Los microorganismos aislados de la fermentación se hicieron crecer en medio LB modificado con almidón hidrosoluble para inducir la producción y secreción de las enzimas amilolíticas al medio para luego analizarlas directamente y precipitarlas con acetona como se indicó anteriormente.

#### 1) Extracto de Yuca

Se obtuvo un extracto de yuca real siguiendo el procedimiento de Rivera y Lucero y se purificó. Este extracto crudo de yuca se centrifugó en una microcentrífuga se tomó el sobrenadante para realizar la prueba de electroforesis para observar si existían proteínas con actividad amilolítica.

#### 5) Pruebas a los diferentes sobrenadantes

a) Test Comercial Alfa-Amilasa, se tomó una suspensión del suero con referencia al sustrato. Se utilizó un Espectrofotómetro Shimadzu UV-1601A con programa de cinética enzimática para medir la actividad amilolítica lo que nos permitió estimar la actividad en el medio.

b) Electroforesis, Se corrieron geles de acrilamida al T y U a no desnaturalizantes con el fin de observar la actividad de la transferencia a otro del de almidón si aparecían bandas amilolíticas utilizando la técnica de tinción con yodo.

~~En cada uno de los gel se colocaron 20 microlitros de suero (25 ml)~~

c) Tinción con yodo, la tinción del yodo nos permitió observar los diferentes colores que se obtienen de cada enzima amilolítica como en el caso de la beta-amilasa que da un color naranja y azul púrpura la pululanasa y transparente la alfa-amilasa.

#### e) Controles

Se utilizaron diferentes preparaciones de sueros amilolíticos de tipo comercial con una concentración de 6 u/l. Las enzimas utilizadas son de la Casa SIGMA y aisladas de

Alfa-amilasa de *Bacillus amyloliquefaciens*, de *Aspergillus niger*, de *Leizadura*, *beta-amilasa* de *Pseudomonas putida*, *gamma-amilasa* de *Enterobacter aerogenes*



6024- muestra de Batata

### 7) Analisis de microelementos

Utilizando la tecnica de Absorcion Atomica (Lab. de Servicio Analiticos) se analizaron muestras de almidon fermentado del dia 17 como tambien del agua de lavado

## RESULTADOS

Las bandas amiloliticas corridas en el gel de acrilamida T 8 C 2 6 se transfirieron a otro gel de acrilamida T 7 C 2 6 con almidon utilizando la tecnica de electrotransferencia pero se observo que no eran muy nitidas a causa de la tecnica de transferencia y de la concentracion de almidon que se usaba en el gel. Este gel de almidon se tiro con agua.

Con base en los anteriores resultados se procedio a cambiar la tecnica de electrotransferencia por la de difusion y la concentracion de almidon se rebajo del 0.52 al 0.02 % con lo que se obtuvo mayor nitidez de las bandas amiloliticas y se pudo observar que podiamos detectar actividad amilolitica hasca una actividad de 0.0096 u/l es decir se podia hacer una dilucion hasta de 625 veces con respecto a la inicial de 6 u/l.

De las muestras recolectadas de la fermentacion podemos decir que se obtuvieron precipitados de proteina y se detectaron bandas de proteina en gel de acrilamida T 8 C 2 6 pero no se pudo detectar actividad amilolitica posiblemente debido a la baja concentracion de enzimas en la prueba.

Las actividades amiloliticas de los microorganismos crecidos en medio con almidon si se pudieron evaluar y cuantificar. Se analizaron 15 microorganismos aerobios de los cuales 8 (53 %) resultaron ser positivos en su actividad y 7 anaerobios de los cuales 17 (63 %) resultaron positivos. Analizando las actividades amiloliticas se puede decir que los anaerobios son los de mayor actividad. El microorganismo anaerobio presento actividad de 775  $\pm$  10 (-7)  $\mu$ mol/min contra el de los aerobios que fue de solo 178  $\pm$  10 (-7)  $\mu$ mol/min.

Con base en los resultados de los microelementos podemos decir que el yuforo puede ser un limitante durante el proceso de la fermentacion ya que la fosforilacion de los azucars es una etapa clave en el proceso metabolico de la produccion de acidos organicos y del crecimiento de microorganismos.

## CONCLUSION

Con base en los resultados anteriores podemos decir que se ha adoptado e implementado una metodología de electroforesis que puede ser aplicada para determinar actividad amilolítica siendo capaz de discernir entre varias actividades al mismo tiempo. Esta metodología puede ser usada para seleccionar y clasificar microorganismos amilolíticos. Los patrones pueden ser usados para monitorear el desarrollo de las diferentes actividades amilolíticas que se pueden dar en el proceso de la fermentación.

## REFERENCIAS

- Cardes MF (1936) Tecnología e qualidade do polvilho azedo. Recorte interno.
- Cardes MF, Bonassi I (Brasil) DG Matsui F (1985) Ensaio de fermentação da fécula de mandioca em diferentes condições de cultivo. RPI Cruz das Almas (EA) V III 2 pp 67-81.
- Zapata LE, Farada JL (1988) Almidón acrio de yuca. Aspectos tecnológicos y microbiológicos. Documento III Bogotá.
- Nwanlwo D, Anadu E, Usoro R (1980) Cassava fermenting organism. MIRCEN J 5 169-179.
- Cardenas DS, Bucillo B (1989) Preliminary studies of the reaction mechanism involved in sour cassava starch production. Document III Bogotá.
- 
- Galleuc V (1990) Funcionamiento de los métodos de estudio de la fermentación de almidón acrio. Reporte trabajo LCEMAT/ CIRAD.
- Ducroca S (1970) Etude de la fermentation lactique de l'amidon de manioc. Thesis Ing. Agricole EOLITHA Anders.
- Falefuda G, Dufe S (1984) Electrophoretic transfer as a technique for the detection and identification of plant amylolytic enzymes in polyacrylamide gels. Plant Physiol 75, 278-280.

# EVALUACION DE LAS MODIFICACIONES ESTRUCTURALES DEL ALMIDON DE YUCA DURANTE LA FERMENTACION MEDIDA DE LA VISCOSIDAD INTRINSECA Y TÉCNICA DE CROMATOGRAFIA DE PERMEACION EN GEL

Catherine BRABET \* et Christian MESTRES \*\*

\* CEEMAT/CIRAD division ingenieria y tecnologia alimentarias Montpellier Francia

\*\* IRAT/CIRAD division tecnologia de los cereales, Montpellier Francia

## Introducción

El almidon fermentado o el almidon agrio de la yuca es un producto tipicamente latino americano. Al contrario del almidon no fermentado o almidon dulce la originalidad del almidon agrio es que tiene propiedades de panificacion conseguidas durante la fermentacion. Estas propiedades son utilizadas para la fabricacion de panes o bizcochos.

El objetivo del estudio de las modificaciones estructurales del almidon de yuca durante la fermentacion es ver si existen diferencias estructurales entre un almidon dulce y un almidon agrio que podrian explicar el poder de panificacion de un almidon agrio con relacion al almidon dulce. Es decir si las modificaciones estructurales del almidon pueden explicar un comportamiento reologico diferente entre estos dos tipos de almidones durante la fabricacion del pan de yuca.

La medida de la viscosidad intrinseca y la cromatografia de permeacion en gel son dos metodologias que permiten evaluar estas modificaciones estructurales del almidon.

## I-La medida de la viscosidad intrinseca

### 1-El principio de la metodologia

La metodologia consiste en una medida del tiempo de caída de un volumen exacto de una solucion dentro de un viscosimetro capilar de dimensiones definidas (diámetro y largo). A medida que la viscosidad de la solucion aumenta el tiempo de caída aumenta y viceversa. El valor de la viscosidad intrinseca representa el volumen hidrodinamico ocupado por la molécula.

### 2-La metodologia

#### **2-1-Preparación de las muestras del almidon de yuca**

Las muestras del almidon de yuca fueron solubilizadas en dos tipos de disolventes: KOH y DMSO. Diferentes protocolos fueron evaluados y comparados por problemas de solubilizacion del almidon (Tabla 1).

#### **2-2-Condiciones de trabajo**

Temperatura 30°C

### 3-Los resultados

Las medidas de viscosidad intrínseca fueron realizadas sobre dos tipos de muestras de almidón de yuca de la variedad MCOL 1684

almidón de 5 días de fermentación  
almidón de 30 días de fermentación

Tabla 1 Medidas de la viscosidad intrínseca (ml/g) de almidones de yuca de la variedad MCOL 1684 de cinco y treinta días de fermentación

Diferentes Tratamientos				Viscosidad Intrínseca	
SOLUBILIZACION	CONCENTRACION	TEMPERATURA	TIEMPO DE INC	Días de Fermentación	
				5	30
Completa	DMSO 95 % DMSO 95 %	Ambiente 100 °C	72 Horas 1 Hora	191	108
Incompleta	KOH 1N KOH 0.2N	Ambiente Ambiente	24 Horas 24 Horas	216	101
Incompleta	DMSO 95 %	Ambiente	72 Horas	217	101
	DMSO 95 %	100 °C	1 Hora		
	KOH 1N KOH 0.2N	Ambiente Ambiente	24 Horas 24 Horas		
Completa	KOH 1N KOH 0.2N	Ambiente 100 °C	24 Horas 30 Min	78	45

Cualquiera que sea el protocolo de solubilización utilizado vemos que la viscosidad intrínseca de un almidón dulce es aproximadamente el doble del almidón agrio lo que muestra una degradación del almidón durante la fermentación

Además las medidas de viscosidad intrínseca permiten controlar el estado de degradación del almidón debido al protocolo de solubilización utilizado

La utilización del DMSO da los mejores resultados solubilización completa con una solución limpia sin degradación del almidón por el tratamiento. Pero este disolvente es incompatible con el buen funcionamiento de la columna de cromatografía por permeación en gel la más adaptada para la determinación de los pesos moleculares en el rango observado. Entonces mientras que la solubilización de las muestras del almidón no está completa hemos elegido el tratamiento por FOH a temperatura ambiente. Un tratamiento previo por el DMSO no mejora la solubilización y un tratamiento a 100 °C induce un grado más fuerte de degradación.

## II-La cromatografía de permeación en gel

### 1-El principio de la metodología

En cromatografía de permeación en gel la separación de las moléculas está realizada en función de su masa molecular y de su conformación. Efectivamente la fase estacionaria es un gel con poros de diámetro constante. Así las grandes moléculas que no pueden penetrar en los poros corren primero al volumen muerto de la columna ( $V_0$ ) mientras que las pequeñas que pueden penetrar en los poros corren con un volumen  $V_r > V_0$ . Para cada valor de  $V_r$  corresponde un valor de masa molecular obtenida por contraste.

### 2 La metodología

#### **2.1-Preparación de las muestras del almidón de yuca**

La solubilización de las muestras de almidón de yuca fueron realizadas en hidróxido de potasio (KOH) disolvente básico compatible con la columna. El protocolo es:

- 20 mg de almidón (base seca)
  - + 1 ml de KOH 1N a temperatura ambiente durante 24 horas
  - + 4 ml de  $H_2O$  a temperatura ambiente durante 24 horas
- filtrar la solución usando un filtro de 45  $\mu m$

#### **2.2-Columna y condiciones de utilización**

- Columna de fractogel HW75S (diámetro 16 mm 1m de largo)
- gel termostático a 30 °C
  - con el uso de KOH 0.2N saturado por He
  - velocidad 0.25 ml/min
  - volumen muerto 83 ml
  - volumen total 155 ml
  - inyección de 8 mg de muestra en base seca
  - determinación refractométrica

#### **2.3-Identificación de los picos cromatográficos**

Espectro con yodo de las fracciones colectadas durante la elución. La longitud de onda máxima de absorción con la presencia de yodo encontrada para la amilopectina es de 500 nm y para la amilosa es de 620 nm.

### 3-Los resultados

Tres muestras de almidón de yuca de Brasil (enviados por M. CEREDA) preparados en las condiciones descritas anteriormente fueron analizadas:

un almidón dulce

un almidón agrio

un almidón tratado durante 72 horas por una mezcla de ácidos orgánicos (láctico - 80 % y acético - 20 %) con una concentración de los ácidos totales de 100 mg / 100 g de almidón en base seca). Este tratamiento reproduce el tratamiento ácido que se ocurre durante la fermentación in situ.

Figura 1 Perfiles de cromatografía de permeación en gel de almidones de yuca

Para los tres tipos de almidones el perfil cromatográfico presenta tres picos

El espectro con yodo del almidón durante la elución ha permitido identificar las moléculas para cada pico obtenido (figura 2). Vemos que las fracciones colectadas al primer y al segundo picos que corresponden a un volumen de elución entre 75 y 117 ml presentan una longitud de onda máxima a 500 nm y las fracciones colectadas al tercer pico que corresponde a un volumen entre 117 y 150 ml, presentan una longitud de onda máxima a 620 nm.

En conclusión el primer pico corresponde al volumen muerto, el cual se asemeja al del segundo pico. El segundo pico es la amilopectina y el tercero la amilosa.

Comparando los perfiles cromatográficos para el almidón agrio con relación al almidón dulce vemos que el pico del volumen muerto es más bajo y que hay un desplazamiento de los picos hacia los volúmenes de elución más fuertes. Estos resultados indican una degradación parcial de la amilopectina durante la fermentación del almidón de yuca su masa molecular media disminuye. No podemos concluir para la amilosa porque el pico del disolvente se superpone con el fin del pico de la amilosa.

Para el almidón tratado por ácidos vemos que su perfil cromatográfico es similar al perfil del almidón dulce. Por consiguiente no hay modificaciones significativas de las cadenas del almidón por el tratamiento con los ácidos. La hidrólisis del almidón por los ácidos no es suficiente para obtener un perfil cromatográfico equivalente al perfil del almidón agrio. Luego podemos decir que la acción de las enzimas amilolíticas durante la fermentación parece también importante.

## Conclusión

Los resultados que fueron obtenidos con estas dos metodologías son comparativos pero no absolutos porque la solubilización de las muestras del almidón con KOH a temperatura ambiente no estaba completa. Son interesantes porque observamos diferencias estructurales significativas entre un almidón dulce y un almidón agrio. Durante la fermentación el almidón está parcialmente hidrolizado. Estos resultados explican el comportamiento reológico del almidón agrio diferente del almidón dulce.

En el futuro otros estudios serán realizados con muestras de calidad diferente para tratar de relacionar cuantitativamente estas propiedades físico-químicas con las propiedades reológicas y de panificación.

En cromatografía de permeación en gel una pre columna será adicionada al sistema para mejorar el perfil cromatográfico al fin de la elución con el objeto de retardar el pico del disolvente para distinguir el pico de amilosa en su totalidad. La reproductibilidad y el poder de discriminación de la metodología será todavía determinado.

Por fin las medidas de la viscosidad intrínseca serán realizadas con las fracciones de amilopectina y de amilosa colectadas por cromatografía.

Figura 1. Curvas de cromatografía de permeación en gel de almidones de yuca

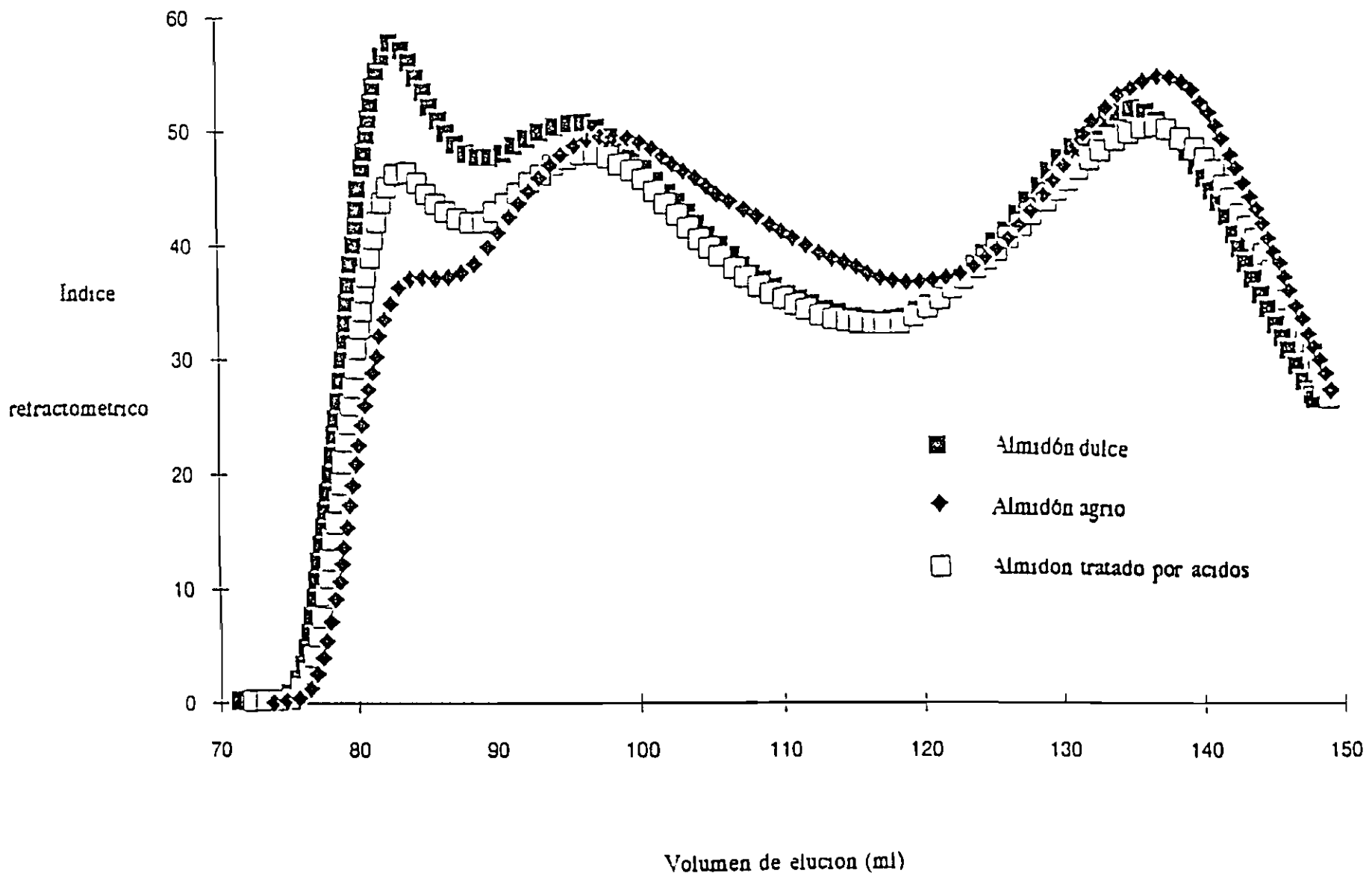
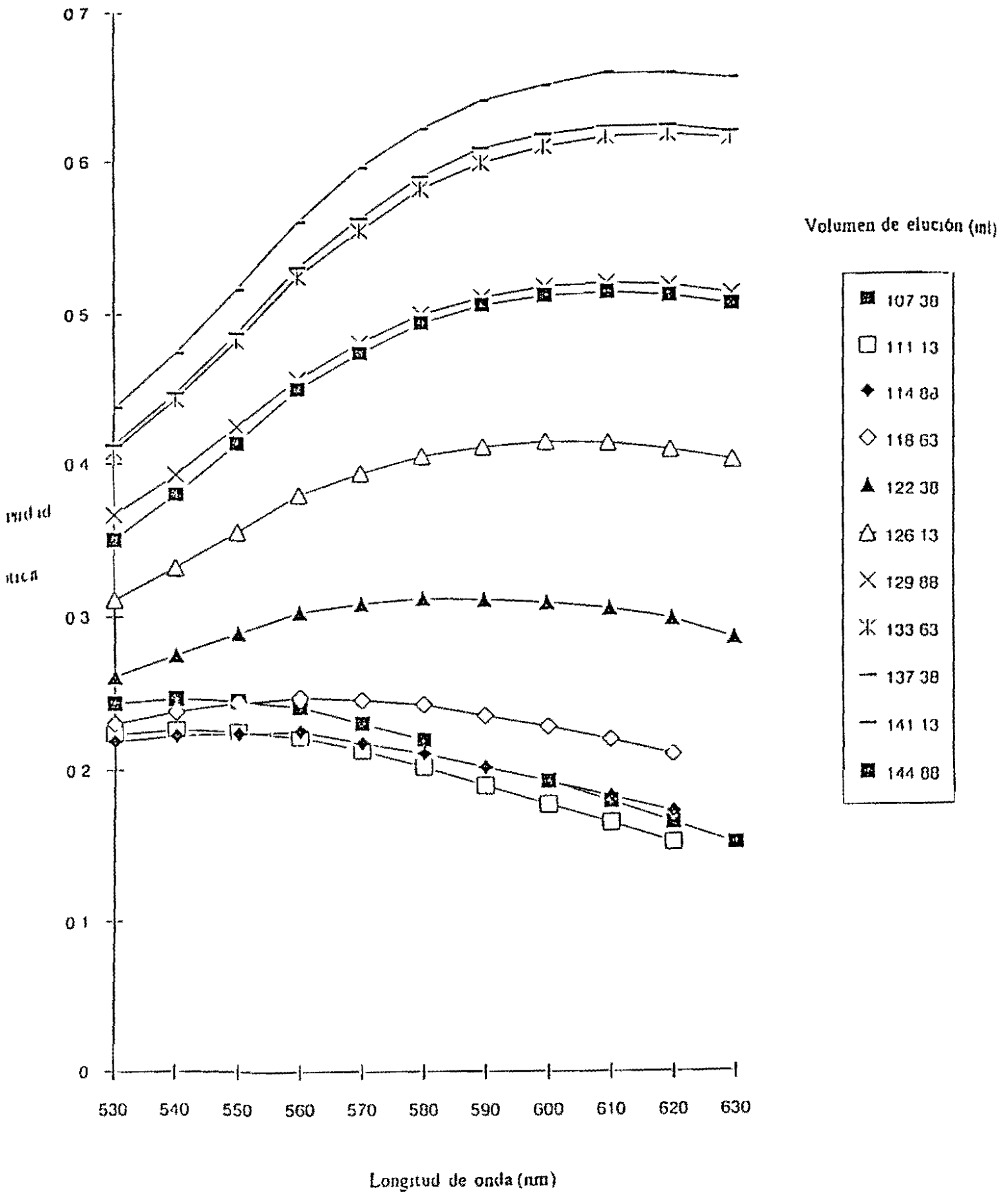


Figura 2 Espectro con yodo del almidón durante la elución





# Application of experimental research methodology to the optimization of cassava traditional fermentation

AMPE F<sup>1</sup>, TRECHE S<sup>2</sup>, AGOSSOU A.<sup>1</sup>, and BRAUMAN A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie

<sup>2</sup> Laboratoire de Nutrition

ORSTOM - BP 181 - Brazzaville - Republique du CONGO

Cassava retting - a major step in most indigenous cassava-based foods preparation, was optimized using experimental research methodology. Retting is traditionally performed to soften the roots, to give cassava-based foods their specific flavour through a pH decrease and organic acids production, and to degrade the endogenous cyanogenic compounds.

The quality and taste of cassava foods are quite variable. Indeed, differences between retting processes are quite significant. Different varieties of cassava can be used. Roots, peeled or unpeeled can be placed in rivers, standing water, large barrels of water or even buried in the soil. Fermentation temperature varies with the season and the location; moreover, Cassava roots are sometimes stored for a few days before fermentation. Some attempts have already been made to study the influence of some of these factors on retting. However, to the best of our knowledge, no general and systematic study on retting has yet been reported, each factor having always been considered apart from the others. It is not known which conditions give a better and safer product.

The present work thus intends to study the influence of several factors on cassava retting, taking into account the possible interactions between these factors. Its purpose is to define the optimal conditions for retting in terms of product quality and fermentation time. Recommendations will then be made to small cassava-processing units in urban areas.

## EXPERIMENTAL METHODOLOGY

The main purpose of experimental research methodology relies on its mastering, description, assessment or explanation of the studied phenomenon. This methodology is essentially characterized by a good and flexible experimental design with well defined objectives.

These objectives can be reached through successive steps, each one being made of a series of experiments constituting an experimental matrix. The most frequently used experimental design applications involve

- the screening of a great number of factors using a reduced number of experiments - the conditions of which are described in a peculiar matrix called Hadamard's matrix and which permits to determine among all the suspected parameters, those having a real influence so that they may be studied in detail

- the use of factorial matrices which enable the study of the influential factors and interactions between them, unlike most classical strategies which take one factor at a time

- the optimization of one or several of the experimental responses with the help of matrices such as Doehlert's, Hocke's, Box-Behnken's, which make it possible to assess all values of the experimental domain, thus making optimization far easier

This methodology has been transposed to the study and optimization of cassava retting. The influence of six factors has been studied. The experimental matrix

shown in table 1 was built, it set conditions for twelve experiments, and its efficiency coefficient G was 87.5%. Optimization was then attained on retting time and quality of product using a software (Nemrod, designed by LPRAI - Marseille)

**Table 1** Experimental matrix for experimental design

Factors X1 to X6 respectively correspond to temperature (1 24°C - 2 28°C - 3 32°C), inoculum (1 without - 2 with use of an inoculum), variety (1 Ngansa - 2 Mpembé), Storage (1 no storage - 2 48h storage), peeling (1 before retting - 2 after retting) and root size (1 circumference < 17 cm - 2 circumference > 22 cm)

Experiment #	Level of each Factor					
	X1	X2	X3	X4	X5	X6
I	1	1	1	1	1	1
II	1	2	1	2	1	1
III	2	1	2	2	1	1
IV	2	2	1	1	2	1
V	3	2	2	1	2	1
VI	3	1	2	2	2	1
VII	3	1	1	1	1	2
VIII	2	2	2	1	1	2
IX	3	2	1	2	1	2
X	1	1	2	1	2	2
XI	2	1	1	2	2	2
XII	1	2	2	2	2	2

## RESULTS & DISCUSSION

### Retting Time

Graphical analysis (Fig 1) shows that temperature had a tremendous effect on retting time. Retting time considerably diminished at a temperature of 32°C. Other factors appeared to have less effect. However, to speed up the process, roots should be peeled before retting and soaked in water immediately after harvesting. Large size Mpembe roots should be chosen preferably. The use of a 10% v/v inoculum slightly decreased retting time.

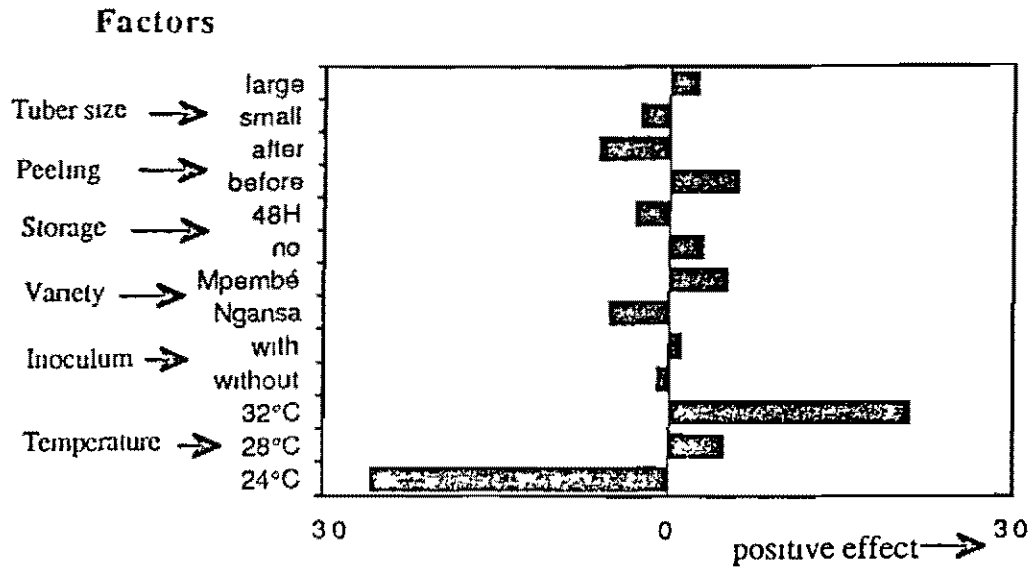
### Organoleptic qualities of foo-foo (Fig 2)

The most influential factors were temperature, storage and peeling. To increase the quality of the final product, fermentation should be performed at 28°C, and roots should be peeled and soaked in water immediately after harvesting. Other factors had less influence on foo-foo quality. If a choice had to be made, one would prefer Ngansa variety, large size roots and an inoculum-free fermentation.

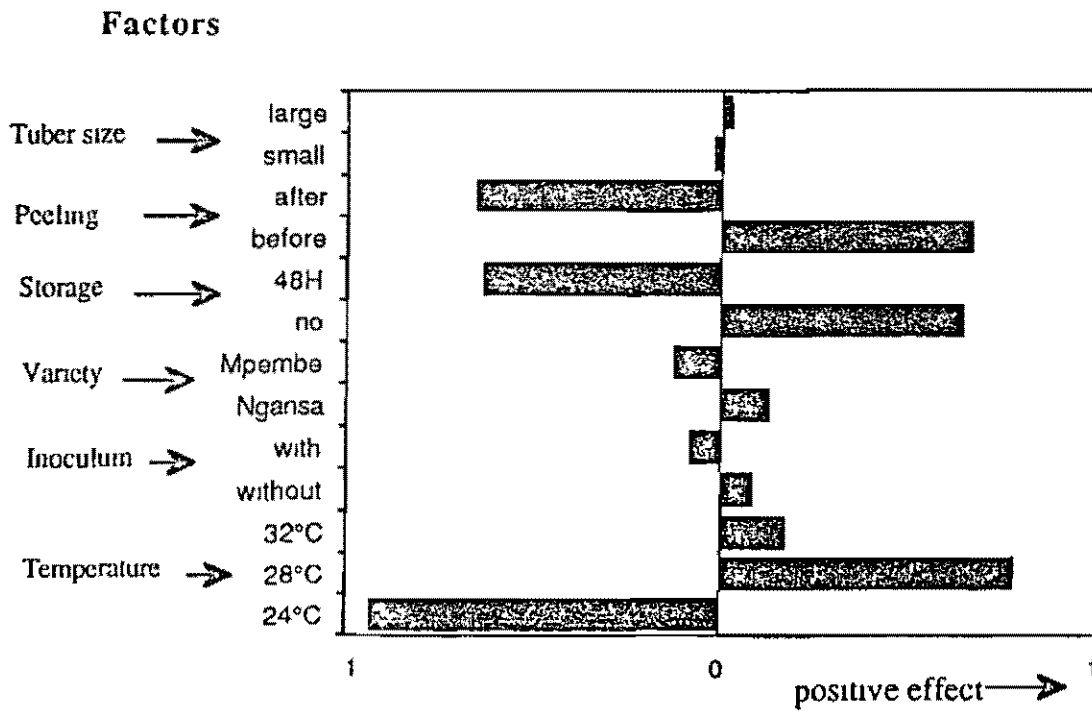
### Cassava detoxication

All flours had a total cyanide content below the limit of tolerance. As flours were soaked into boiling water to prepare foo-foo, free CN evaporated, and final cyanide content was even lower. However, graphical analysis of the experimental responses shows that the use of an inoculum significantly decreased total cyanide content. This may be because the pH of the cassava mash was close to optimum activity (pH 5.5) of cassava endogenous linamarase when an inoculum was used. Decrease of cyanide content could also be due to the action of microbial  $\beta$ -glucosidase, as microbial population greatly increased with the addition of an inoculum.

**Fig 1** Graphical analysis of the effects of retting conditions on retting time



**Fig 2** Graphical analysis of the effects of retting conditions on food organoleptic qualities





ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

Departamento de Ciência dos Alimentos

Caixa Postal 37 — Fone (035) 821 3700 Ramal 265 — 37200 Lavras Minas Gerais

ESTUDOS DO PROCESSO FERMENTATIVO DA FÉCULA DE MANDIOCA PARA PRODUÇÃO DO POLVILHO AZEDO

RAMIREZ, D P A

VILELA, E R

CEREDA, M P.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo acompanhar o processo de fermentação afim de verificar a evolução da acidez em termos de pH acidez titulavel ácidos orgânicos, e das propriedades químicas físico-químicas, reológicas e tecnológicas da fécula como composição química, poder de inchamento e índice de solubilidade, amido danificado, viscosidade, absorção de água expansão e densidade dos biscoitos confeccionados. Em um primeiro teste de fermentação 600 Kg de fécula foram fermentados em tanque de cimento descoberto. O polvilho foi trazido de uma indústria a 20 Km da ESAL, já com alguns dias de extração, apresentando um pH inicial de 4,91 que não se alterou durante a fermentação. A evolução do pH e acidez titulável foram acompanhadas de 2 em 2 dias de fermentação. Amostras de polvilho foram retiradas e secas ao sol, a 0, 4, 26, 32, 42, 60 e 66 dias de fermentação. A acidez titulável se elevou de 1,2 a 2,73, e o amido danificado de 0,63 a 2,19. Os teores de cinza (0,30 - 0,36) e lipídeos (0,0031 - 0,0039) foram baixos e tiveram pouca variação. Os teores de proteína (0,65 - 1,87) e fibra (0,36 - 1,69) apresentaram-se muito variáveis, porém nas correlacionadas com os dias de fermentação. A viscosidade Brabender tomada em varios pontos da curva, diminui significativamente do tempo 0 para 4 dias de fermentação, com pouca alteração após este período. As temperaturas de início de viscosidade e de viscosidade máxima sofreram apenas ligeiras alterações. O poder de inchamento (P I) a 50°C (2,13 - 2,33) variou pouco, aumentando com os dias de fermentação. A 70 e 90°C as variações do P I foram maiores, porém não correlacionadas com os dias de fermentação. O comportamento do índice de solubilidade foi igual, com maiores variações a 50°C (0,20



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

Departamento de Ciência dos Alimentos

Caixa Postal 37 — Fone (035) 821 3700 Ramal 265 — 37200 - Lavras Minas Gerais

- 2,04) O diâmetro, volume e expansão dos biscoitos aumentaram até 32 dias de fermentação, diminuindo posteriormente. A densidade, ao contrário diminuiu até 32 dias, se elevando posteriormente. Em função destes últimos testes os biscoitos apresentaram melhores características até 32 dias, sendo que o excesso de fermentação alterou as características tecnológicas do polvilho.

# ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DEL PROCESO FERMENTATIVO DEL ALMIDÓN DE YUCA .

L E ZAPATA<sup>1</sup> A MARTINEZ<sup>1</sup> J L PARADA<sup>2 3</sup>

Presentado por S V de FABRIZIO<sup>2</sup>

1-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS (IIT) COLOMBIA

2-LAB DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS, Fac Cs Exactas y Naturales, UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES ARGENTINA

3-INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA) ARGENTINA

## INTRODUCCION

En América Latina, el almidón de yuca es conocido como un producto regional que se consume en Colombia, Brasil, Argentina y otros países.

A partir del almidón dulce, y a través de una fermentación natural, se obtiene el almidón agrio. La acidez del producto está dada por la acción de los microorganismos que participan en este proceso. El ácido Láctico producido actúa además como preservador (7). La producción se realiza en establecimientos de zonas rurales que no conocen bien la flora microbiana responsable del proceso fermentativo, ni los parámetros que lo definen. Además, los tiempos de incubación resultan variables, así, como la calidad del producto final.

El objetivo de este trabajo ha sido investigar aspectos relacionados con la producción en el Departamento del Cauca, Colombia. En particular se ha estudiado el proceso tal como se realiza actualmente y sus posibilidades de mejoramiento, poniendo énfasis en el reconocimiento de los microorganismos involucrados y en el estudio de sus interacciones con los granulos de almidón durante la fermentación.

## MATERIALES Y METODOS

Las muestras de almidón agrio de yuca provenientes de los piletones, fueron obtenidas en tres unidades de producción de Santander de Quilichao, localidad turística en el Cauca, Colombia.

Los hongos y levaduras se aislaron en placas de Agar Sabouraud con Oxitetraciclina y las bacterias en medio Elliker-Jerche (5%) con Piramicina o en Agar Rodosa. Como medio diferencial se utilizó Agar LEE Almidón (0.4%). La investigación de bacterias coliformes se realizó en Agar Bilis Rojo Violeta. La temperatura de incubación fue de 30°C y 37°C para hongos o levaduras y bacterias, respectivamente. La acción de los microorganismos sobre los granulos de almidón fue observada con un microscopio Jeol JSM-T20 Scanning a 2000x y 10000x.

Con el fin de obtener información sobre la identidad de las cepas aisladas se realizaron las pruebas de identificación más relevantes sugeridas por el Bergey's Manual (4) y Alexopoulos (2).

Las determinaciones de humedad se realizaron según la metodología clásica recomendada por la AOAC (3). Además se determinó la acidez total por titulación directa de los sobrenadantes expresándola como g% de ácido láctico. La estimación cuantitativa de ácido láctico, acético y butírico se realizó según el método de la AACC (1).

Para detectar la presencia de los productos de hidrólisis del almidón se llevó a cabo la cromatografía de los sobrenadantes de cultivos de 40 h en medio Lee-Almidón sobre placas de Kieselgel. La hidrólisis de almidón se detectó en placas de Agar Lee-Almidón revelando con lugol o con vapores de I<sub>2</sub>. La actividad enzimática de amilasa fue determinada por el método colorimétrico de Smith y Roe (9).

La viscosidad fue determinada de acuerdo con Smith et al. (10) usando viscosímetro de Brabender sobre una suspensión al 5.5% de pH 3.5.

Los polisacáridos se aislaron de acuerdo al método de Roberts et al. (8) realizando la electroforesis en gel de agarosa. El gel fue revelado con Bromuro de Etilio y las bandas fueron observadas bajo luz UV.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### - Composición de la Flora Microbiana

La mayoria de los productores no usan inoculo seleccionado para garantizar la calidad del producto o acelerar la fermentación. Como el proceso se realiza en recipientes abiertos, la flora microbiana depende de las interacciones ecológicas y de los factores ambientales.

En terminos generales, se observo una flora constituida por bacterias aerobias y microaerofilas, levaduras y escasos hongos. Se hallaron levaduras del tipo *Saccharomyces* y hongos *Penicillium* y *Aspergillus*. Tambien se aislaron cepas de Cocos y Bacilos Gram positivos (G+) esporulados y no esporulados. No se detectó la presencia de bacterias coliformes, lo que indicaria buenas prácticas. En las muestras obtenidas en 1987 la proporción de estreptococos (lactococos, segun la nueva nomenclatura) y de levaduras fue mayor que en las de 1988. En las primeras etapas de la fermentación se observo un predominio bacteriano especialmente de cocos y bacilos G+ sobre las levaduras. Todas las levaduras aisladas tienen la capacidad de hidrolizar almidon. El numero de microorganismos tiende a disminuir en la etapa final por efecto del medio acido que les causa injuria o lesiones letales.

### - Evolución del Proceso de Fermentación

Esta fermentación natural es llevada a cabo por una flora mixta que evoluciona produciendo un aumento en la acidez titulable. El almidon dulce posee inicialmente un pH 6.0 - 6.5 que va disminuyendo hasta un valor de 3.5 - 3.7 al final del proceso. Concomitante con el aumento de la acidez total que, expresada como acido lactico, alcanza valores de 0.40 - 0.53 g%. El acido lactico constituye el 60% de la acidez total. Otros acidos detectados en cantidades variables fueron el acetico y el butirico. El contenido de humedad oscilo entre el 40.9% y el 52.1%. Durante el secado se pierde contenido acuoso hasta alcanzar un valor del 10 - 12% en el producto comercial, lo que le confiere estabilidad.

### - Interacciones con los Gránulos de Almidón

El granulo de almidon agrio de yuca se encuentra modificado por la acción de las amilasas y el acido lactico junto con otros acidos organicos producto del metabolismo. Anteriormente se habia informado que la superficie y textura de estos granulos puede ser modificada por acción del acido HCl (5.6). La flora microbiana interacciona con los granulos en estrecho contacto superficial. Bacilos G+, estreptococos y levaduras con actividad amilolítica serian los responsables de la hidrólisis del almidon generando otros compuestos carbonados mas simples y faciles de asimilar, por si mismos o en una secuencia en cascada donde los productos del metabolismo de unos se convierten en sustratos nutritivos para otros. Así se generarían ácido láctico, acético y otros compuestos como productos finales del proceso fermentativo.

### - Actividad de Amilasa

La actividad amilásica observada para las cepas de *Bacillus* fue mayor que la encontrada en cocos y levaduras y una de las cepas de *Lactobacillus* en particular, exhibia una alta actividad. Si bien algunas bacterias y levaduras poseen actividad amilolítica, en los sobrenadantes de cultivos de 40 h de las mismas bacterias no se detectó (por cromatografía) la presencia de productos de degradación del almidon como maltosa o glucosa. Esto indicaria que estos azucres simples son utilizados de inmediato por los microorganismos. Las pruebas de actividad amilásica realizadas en los cortos tiempos de incubación requeridos por el metodo de Smith y Roe sobre las celulas lavadas no manifestaron actividad detectable lo que indicaria que las enzimas no se encuentran en la parte externa de la celula sino que son producidas en su interior y luego exportadas al medio.

### - Perfil de Plásmidos

Se implemento una tecnica de extracción de plásmidos adecuada a estas cepas con el fin de comenzar el estudio de los plásmidos que eventualmente pudieran codificar la actividad amilolítica. Se tomo la fotografía del perfil de plásmidos en gel de agarosa de la cepa de cocos C51 entre otras de perfil conocido, encontrándose en la misma solamente ADI (cromosoma).

### - Propiedades Funcionales

En la prueba del viscosímetro de Brabender, la viscosidad del almidon agrio resulto menor que la del almidon dulce, pero no se observaron diferencias significativas entre las muestras de las primeras etapas de la fermentación y las etapas finales.

## BIBLIOGRAFIA

- 1-AACC, *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists* Minnesota 1969
- 2-ALEXOPOULUS, C J, *Introductory Mycology* John Wiley & Sons New York 1962
- 3-AOAC *Official methods of analysis of the Assoc Offic Agricult Chemists* Washington 1965
- 4-BERGEY S *Manual of Determinative Bacteriology*, eighth edition 1974
- 5-CARDENAS, O S and BUCKLE, T S J *J of Food Sci*, 45 1509 1980
- 6-CEREDA, M P, *Tecnologia et qualidade do polvilho azedo* Inf Agropec Belo Horizonte 13 63 1987
- 7-PARADA, J L, *Bacterias lacticas y el mejoramiento de microorganismos de uso industrial* La Alimentacion Latinoamericana, 146 93 1984
- 8-ROBERTS, I, HOLMES, M and HYLEMON, E, *Modified plasmid isolation method for *Clostridium perfringens* and *Clostridium absonum** Appl Environ Microbiol, 52 197 1986
- 9-SMITH, B W and ROE, J H *J of Biolog Chem*, 179 53 1949
- 10-SMITH O BUCKLE T, SANDOVAL A M and GONZALES G E *Production of precooked corn flours for arepa making using an extrusion cooker*, *J of Food Sci*, 44 816 1979





# AISLAMIENTO Y CARACTERIZACION DE CEPAS AMILOLITICAS

Por Carlos Figueroa y Gerard Chuzel

## INTRODUCCION

Las condiciones encontradas durante la fermentacion natural del almidón de yuca presentan unas características muy especiales

1- Un sustrato compuesto unicamente de almidon como fuente de carbono para los microorganismos

2- Un medio solido, limitando las transferencias de masa y en donde muy rapidamente (3 a 5 Dias) se establece una anaerobiosis estricta.

Por otro lado, se ha encontrado una correlacion positiva significativa entre el contenido de acido lactico y la cantidad del almidon agno. Estas consideraciones nos invitaron a enfocar un trabajo sobre las cepas lacticas amiloliticas anaerobicas involucradas en el proceso de la fermentacion natural. Tomando en cuenta el hecho que se encontraron un gran numero de microorganismos en estas fermentaciones, se penso en desarrollar una metodologia que favoreciera la seleccion de cepas amiloliticas para constituir asi, el cepajo de los microorganismos que realmente participan activamente durante este proceso.

## Metodologia

### 1- Muestreo

Se hizo un seguimiento de la fermentacion in situ. Se determino su pH, temperatura y concentracion de oxigeno. Se mostraron los dias 1, 2, 3, 5, 10 y 17 de la fermentacion.

Humedad

### 2- Analisis Quimicos →

Acidez Total  
 NaOH 0.1N

Acidos Organicos  
 ( CPG )

3 - Medios 
 < /span> Aerobio  
 < /span> Anaerobico (H<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>)

3.1 - Medios Gelosados (MRS) →

3.2 - Caldos Nutritivos con Almidon (cepas Amiloliticas) →

C  
E  
P  
A  
R  
I  
O

MORFOLOGIA

PRUEBAS BIOQ

Identificación API

CEPARIO

Prec Proteinas (Acetona)

ACTIV AMILOLITICA (Espectrofotometria)

ELECTROFORESIS (PAGE)

Activ Amil  
 Prod Gas  
 Acidéz  
 Peroxidasa  
 Catalasa  
 Motilidad  
 Gram

**RESULTADOS**

Las cepas sembradas directamente (Aerobicas y Anaerobicas) sobre medios gelosados no presentaron una actividad amilolitica importante. Las mejores cepas amiloliticas encontradas provenian de los caldos modificados con almidon. El mayor grupo de bacterias amiloliticas encontradas corresponde al genero Lactobacillus. Tambien se encontraron especies del genero Bacillus, Leuconostoc, Pediococcus, Esporolactobacillus y algunas levaduras del genero Geotrichum y Candida.

Se encontro que algunos lactobacillus cuando estan asociados con clostridium presentan una actividad amilolitica mayor al que presentan cuando estan separadas. Algunas bacterias aisladas no presentaron una actividad alfa amilazica [Espectrofotometria], pero al separar sus proteinas en gel de poliacrilamida [Electroforesis PAGE] presentaron bandas de diversos colores que pueden corresponder posiblemente a pululanazas, amiloglicosidasas ó isoamilasas.

## CONCLUSIONES

Los cambios físicos en la porosidad del grano producidos por la actividad enzimática bacteriana generan los cambios deseables para la panificación tales como Mayor absorción de agua, menor viscosidad y mayor expansión del producto en relación al almidón nativo. Los microorganismos al desarrollarse sobre el almidón no solo causan su porosidad sino que producen desechos metabólicos que de alguna manera se vinculan al granulo. Estos ácidos le dan el sabor y posiblemente ocasionan la expansión del producto final.

Los efectos químicos sobre el proceso de fermentación son principalmente El bajo pH y la alta acidez del medio ocasionada por los metabolitos producidos por los microorganismos anaerobios y microaerofílicos que se desarrollan rápidamente por las condiciones anaeróbicas del medio.

Los resultados de las cepas amilolíticas aisladas coincidieron con la curva de cinética alfa amilásica y los resultados por electroforesis. Es importante resaltar el éxito de las nuevas metodologías implementadas a nivel de los caldos nutritivos, selectivos para cepas amilolíticas, lo cual ha permitido avanzar en la comprensión de las cepas anaeróbicas y amilolíticas que son las que realmente definen el proceso. Además, en este trabajo se ha implementado una nueva metodología a nivel de separación y obtención de enzimas amilolíticas por difusión. Esto nos ha permitido clasificar las cepas de acuerdo a su capacidad de actividad amilolítica.

## Kinetic study of retting :

### A cassava traditional fermentation in Central Africa

BRAUMAN A <sup>1</sup>, MALONGA M <sup>2</sup>, MAVOUNGOU O <sup>2</sup>, KELEKE S <sup>1</sup>,  
AMPE F <sup>1</sup>, MIAMBI E <sup>1</sup> and TRECHE S <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Microbiology and Biotechnology - ORSTOM BP 181 -  
Brazzaville - Rep of CONGO

<sup>2</sup> Laboratory of Cellular and Molecular Biology - University Marien N'Gouabi  
Brazzaville - Rep of CONGO

<sup>3</sup> Laboratory of Nutrition ORSTOM BP 181 - Brazzaville - Rep of CONGO

Cassava based foods are widely consumed in west and central african countries. In Congo, the second world cassava consumer after Zaire, cassava roots stand for 47 % of the calories supply. One common step for Chikwangue and foo-foo preparation, the Congo indigenous cassava foods, is fermentation of the roots. This fermentation, also called retting, is a technique involving long soaking of cassava roots in water to effect the breakdown of tissues. Moreover retting permits an acceleration of hydrolysis rate of water soluble cyanogenic glycosides however it is still not clear whether cyanogenic glucoside degradation proceeds by the action of endogenous enzymes or through bacterial activity.

Despite the importance of this fermentation, no general kinetic study has been reported yet. The present work was therefore undertaken to study the physico-chemistry, the biochemistry and the microbiology of retting to provide a basis for its possible mechanization as increasing urbanization dictate the replacement of current artisanal scale handling with small scale factory production. The study was carried out to enumerate the main microorganisms of the process, to estimate the physico chemical parameters of the retting and to determine main metabolite production and some enzyme activities.

## RESULTS

### PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF RETTING

Cassava roots softening began on the second day of fermentation (fig 1). On the basis of penetrometry index, retting was considered over after 4 days. Cassava roots pH started to decrease 24 hours after the fermentation beginning and stabilized around pH 4 at the end of the process. On the contrary, the decrease of dissolved oxygen was even more drastic as it dropped from 5,5 mg/l to 0,4 in less than 10 hours. In all the assays, 90 % of total cyanide content was reduced thus the final concentration of free cyanide in retted roots was around 30 ppm.

### BIOCHEMICAL PARAMETERS

Cassava organic compounds were assayed by high performance liquid chromatography. The main metabolites produced during the process were (fig 3) ethanol, lactate, butyrate, acetate and propionate in order of importance. However their production kinetics differed appreciably. Only butyrate and to a lesser extent acetate increased gradually through out the fermentation. All other organics compounds assayed, lactate, propionate and ethanol, reached their maximum on the second or third day of the process. Their concentration gently decreased

afterwards The high butyrate concentration in retted roots could be responsible for the characteristic flavor of the final products, Chikwangu and Foo-Foo

Amylase, pectinesterase and linamarase activities were assayed during the transformation (fig 2) Amylase activity was not significant The highest measured was for pectin esterase, which reached its maximum on the second day of fermentation (2UI / ml ) Linamarase activity was maximum in freshly harvested roots and decreased gradually all along retting

#### MICROBIOLOGICAL PARAMETERS

The following bacteria were enumerated in solid or liquid medium (fig 4)

TFB Total fermentative bacteria ( glucose, starch, lactate were used as carbon substrates)

TMB Total mesophilic bacteria

TLB Total lactic bacteria

AMB Amylolytic bacteria

YE Yeasts

PB Pectinolytic bacteria

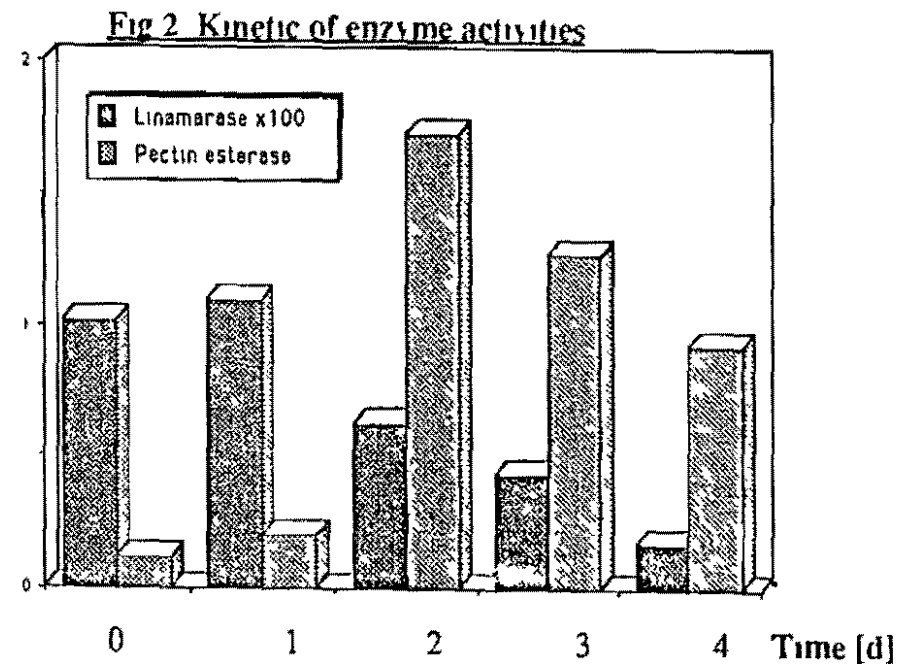
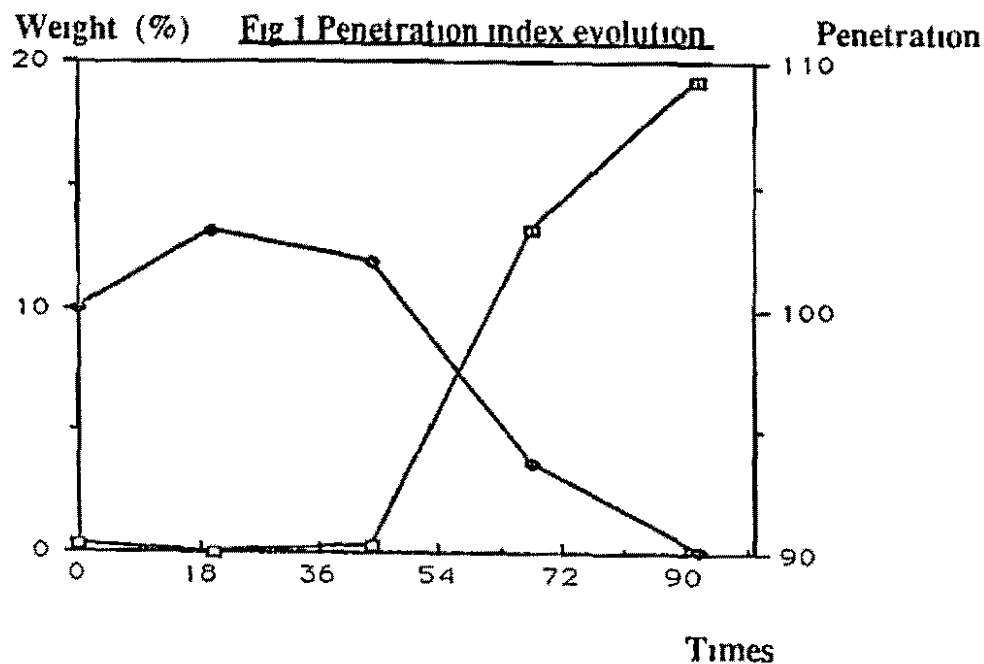
The TFB reached the highest concentration of  $10^{10}$  bact /g of fresh cassava on the second day of fermentation They remain at this level until the end of fermentation TLB seemed to be the main flora in this process as their evolution and concentration were similar to these of the fermentative bacteria

The low number of yeasts and amylytic bacteria clearly showed that these flora were not important in the transformation However a lactic acid bacterium identified as *Lactobacillus plantarum* with significant a amylase activity was isolated from fresh cassava roots (paper in press) The low level of pectinolytic bacteria is in contradiction with the high level pectin esterase activity, but the specificity of the pectynolytic medium needs to be improved

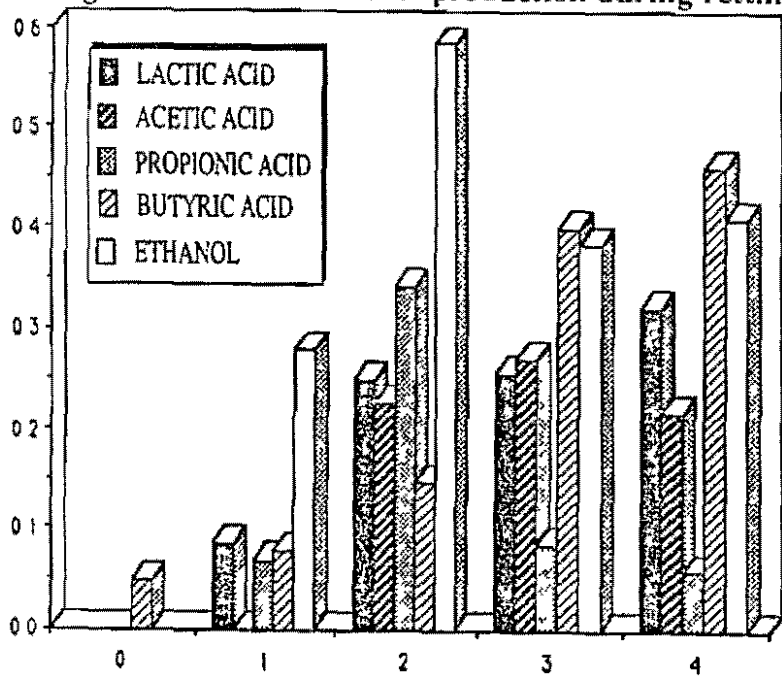
An enumeration of the different genus of lactic acid bacteria during the process revealed a pattern of microorganisms cassava roots endogenous bacteria, mainly *Lactobacillus* were quickly replaced after the first day of fermentation by a heterolactic fermentative flora, in which *Leuconostoc* species seemed to be predominant Moreover, all lactic acid bacteria tested, were resistant to 200 ppm free cyanide, except *Streptococci* species which grew in a medium containing more than 500 ppm

#### CONCLUSION

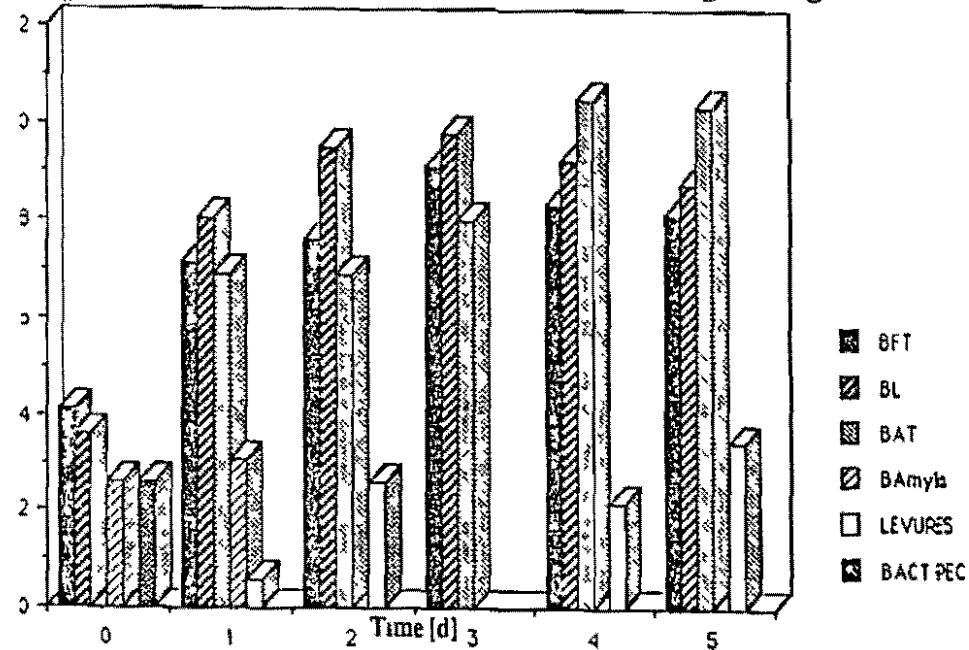
From these results retting could be seen as a heterolactic fermentation with a characteristic production of butyrate Cell wall degradation was mediated by bacterial pectinases, whereas detoxication was mainly due to endogenous linamarase Lactic acid bacteria, mainly *Leuconostoc* and *Streptococci*, was the predominant microflora of the transformation Yeasts were more characteristic of the post-fermentation stage Further research is needed to determine the pectinase and volatile fatty acid origin



**Fig 3 Kinetic of metabolite production during retting**



**Fig 4 Kinetic of fermentative flora during retting**



## EFEECTO DEL CIANURO Y DEGRADACION DE LA LINAMARINA

### POR LAS BACTERIAS LACTICAS

GIRAUD Eric y RAIMBAULT Maurice

Laboratorio de Biotecnología del Centro ORSTOM de Montpellier, Francia

Las raíces de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) son la base de la alimentación de más de 300 millones de personas. Sin embargo la presencia de glucósidos cianogénicos (linamarina) le confiere una toxicidad elevada. En la mayoría de los procesos de alimentos tradicionales a base de yuca existe una etapa de fermentación que permite la detoxificación y la conservación de la yuca gracias a la producción de ácido láctico. Esta detoxificación está ligada principalmente a la presencia de una beta-glucosidasa endógena (linamarasa) que es liberada durante la transformación de las raíces y permite la hidrólisis de la linamarina en glucosa y en acetona cianohidrina. La cantidad de enzima liberada o las condiciones de extrema acidez encontradas durante la fermentación no permiten en todos los casos la degradación completa de la linamarina.

Este trabajo ha sido realizado para determinar la capacidad de hidrólisis de la linamarina por las bacterias lácticas, así como su resistencia al cianuro.

La resistencia de las bacterias lácticas al cianuro fue estudiada en cuatro cepas en una gama de concentración de 0 a 1000 ppm. Se pudo observar que el desarrollo de las cepas estudiadas así como la cantidad de ácido láctico producido disminuye con el aumento del cianuro y llegan a ser sumamente bajas a concentraciones de cianuro cercanas a 1000 ppm. Parece que el cianuro puede inhibir el metabolismo general de las bacterias lácticas, sin embargo en concentraciones de 300 a 500 ppm (nivel encontrado en las variedades más amargas de yuca africana) las bacterias lácticas son perfectamente capaces de desarrollarse, que no es el caso de los microorganismos aerobios que son inhibidos a bajas concentraciones de cianuro. Esta resistencia de las bacterias a concentraciones relativamente elevadas de cianuro puede explicar su predominancia en la flora microbiana encontrada durante la fermentación de yuca, ya que ellas pueden resistir al cianuro liberado debido a la acción de la linamarasa endógena de la yuca. Por otra parte, algunos autores (Okafor y Ejiofor, 1985) han demostrado la presencia de actividad linamarasa en *L. mesenteroides*.

Las actividades linamarasa y beta - glucosidasa fueron medidas en 10 bacterias lácticas cultivadas en un medio de cultivo a base de celobiosa. Entre las 10 cepas estudiadas 6 mostraron una actividad linamarasa (*L. plantarum* lacto labo, *L. plantarum* A6, *L. plantarum* A43, *Strepto-*



*coccus lactis* *Leuconostoc mesenteroides* *Pediococcus pentosaceus*) La capacidad de las bacterias lácticas para degradar la linamarina aparece así como una característica frecuente. Entre las 6 cepas mencionadas, las cepas de *L. plantarum* particularmente las cepas *L. plantarum* A6 y A43 parecen las más interesantes debido a su carácter fuertemente amilolítico, de hecho ellas presentan la mayor actividad linamarasa medida (36 UI/g de materia seca cultivada en celobiosa) e igualmente el mayor crecimiento. Se debe hacer notar que todas las cepas que tienen una actividad beta-glucosidasa, tienen una actividad linamarasa a excepción de *L. brevis*. Sin embargo es necesario confirmar si la hidrólisis del PNPG (para - nitrophenil glucopiranosida) y de la linamarina se realiza por la acción de una sola enzima. En efecto, se observó que las cepas de *L. plantarum* cultivadas en celobiosa tienen una actividad linamarasa 3 veces superior a la actividad beta - glucosidasa, mientras que las cultivadas en glucosa presentan actividades similares. En este sentido es posible que una otra beta - glucosidasa sea inducida sobre celobiosa presentando una afinidad superior por la linamarina. Este resultado es interesante ya que también demostro que la linamarasa de la yuca tiene una afinidad mayor por el PNPG que por la linamarina. Diversos ensayos de purificación de las beta - glucosidasas de *L. plantarum* están siendo realizados para caracterizar las propiedades bioquímicas de estas enzimas.

Debe hacerse notar que la degradación de la linamarina por las bacterias lácticas fue demostrada en células vivas. Posteriormente a una centrifugación las células de *L. plantarum* cultivadas en MRS celobiosa fueron lavadas y resuspendidas en una solución amortiguadora de pH de acetato que contenía linamarina. El análisis por HPLC de la mezcla de reacción a diferentes tiempos de incubación, muestra que la linamarina fue completamente degradada en ácido láctico y en acetona cianohidrina. La glucosa resultante de la reacción de hidrólisis de la linamarina es inmediatamente transformada por las bacterias aun en condiciones de no proliferación. Este resultado permite demostrar sin ninguna ambigüedad la capacidad de esta cepa para degradar la linamarina. Esto constituye una gran originalidad respecto a los trabajos precedentes realizados sobre la degradación de la linamarina por los microorganismos.

Un estudio complementario fue realizado para determinar la capacidad de la cepa *L. plantarum* A6 para degradar la linamarina contenida en un jugo de yuca. Para determinar la actividad linamarasa propia de la bacteria estudiada es necesario realizar una desactivación adecuada de la linamarasa endógena de la yuca. Se pudo observar que la adición de células de *L. plantarum* A6 en el extracto de yuca da lugar a una liberación de HCN comparable a la observada cuando se adiciona linamarasa exógena purificada. En los dos casos en menos de 2 horas toda la linamarina presente es degradada.

El papel de la flora láctica en la conservación y mejoramiento de la calidad organoléptica de los alimentos preparados a base de yuca ha sido reportada por numerosos autores. Mientras que la participación de esta microflora en el proceso de detoxificación está en discusión. Okafor y Ejiofor (1986) sugieren la participación de microorganismos, en la degradación de la linamarina de la pulpa de yuca, mientras que Vasconcelos et al (1990) consideran que la detoxificación de la yuca es esencialmente el resultado de la linamarasa endógena y que la flora láctica no está directamente implicada en esta hidrólisis.

Los resultados obtenidos en el curso de este trabajo permiten demostrar sin ninguna ambigüedad la capacidad de ciertas cepas de bacterias lácticas para degradar la linamarina de la yuca. Sin embargo no es posible concluir que esta microflora interviene realmente en la detoxificación de este glucosido cianogénico durante la fermentación de la raíces. Mas estudios deben ser realizados para determinar si la inoculación en masa de las raíces de la yuca con la cepa *L. plantarum* A6 puede realmente favorecer la degradación de los compuestos cianogénicos y disminuir la toxicidad de ciertos alimentos. Como consecuencia de los estudios de purificación y de caracterización de las enzimas microbianas implicadas en la hidrólisis de la linamarina se podrán comparar con la linamarasa de la yuca.

#### *Referencias bibliográficas*

Vasconcelos A T, Twiddy D R, Westby A, Reilly P J A \_ Detoxification of cassava during gari production. *International Journal of Food Science and Technology* 1990, 25, 198-203

Okafor N, Ejiofor M A N \_ The linamarase of *Leuconostoc mesenteroides* production, isolation and some properties. *The Journal of the Science of Food and Agriculture* 1985, 36, 669-678

Okafor N, Ejiofor M A N \_ The microbial breakdown of linamarin in fermenting pulp of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *MIRCEN Journal* 1986, 2, 327-337

## FUNCTIONAL PROPERTIES OF CASSAVA STARCH

By June Rickard

An understanding of the functional properties of cassava starch (gelatinization and pasting properties enzymic digestibility and swelling power) and how these might be influenced by genetic and environmental factors is of critical importance for a wider appreciation of its potential industrial and food uses. The applications of starches are determined by their physical and chemical properties.

Starch granules are composed of amylose and amylopectin molecules in varying proportions. Amylose is essentially a linear polymer consisting of (1-4) linked  $\alpha$ -D-glucopyranosyl units whereas amylopectin is a highly branched polymer with (1-4) and (1-6) linked  $\alpha$ -D-glucopyranosyl units. The functionally important properties of starch (gelatinization, pasting and retrogradation) which control the sensory attributes and stability of processed starch products are generally considered to be dependent on the composition of the starch granules, i.e. ratio of amylose/amylopectin, the characteristics of each fraction in terms of molecular weight, degree/length of branching and the physical manner in which the constituents are organised within the granules. The presence of naturally occurring non-carbohydrates such as lipids, proteins and phosphates can also influence the functional properties of the starch granules.

When granular starches are heated in an aqueous environment they undergo a series of changes known as gelatinization and pasting. As the temperature rises the granules lose their organization, swell irreversibly and amylose leaches out into the aqueous phase. Reactivity and susceptibility of starch to enzyme attack is enhanced. Granular swelling and chain entanglement between the leach amylose molecules proceeds resulting in increased viscosity (pasting). Upon cooling, the gelatinized starch dispenser acquires the consistency of a gel as the swollen granules become embedded in a matrix of entangled amylose chains. This transformation is termed retrogradation. This series of events is one of the most important in terms of starch functionally and of considerable importance to the food industry, since they affect the texture and digestibility of starch containing foods.

An empirical rheological testing of the gelatinization properties of starches is the measurement of viscosity of starch dispersions in a temperature/time profile using a Brabender Viscograph. Cassava starch exhibits a relatively high degree of swelling on attaining the gelatinization temperature resulting in high peak viscosity. The paste, however, generally breaks down readily on cooling shows very little retrogradation and thus has a low gel forming potential.

Studies by Asaoka et al (under publication) on the effect of cultivar (4 Colombia) and growth season on the gelatinization

properties of cassava starch demonstrated that there was little cultivar variation in the temperature at which pasting was initiated (60.8-62.8°C) but some differences in peak viscosity were noted with growth season. The physical-chemical properties of the 4 cultivars examined (crystallinity, granular size, amylose/amylopectin ratio, proximate composition) was not found to vary significantly between cultivars of harvest.

Recent research at NRI using 5 Indian cultivars of cassava has demonstrated a much wider variation in the gelatinization properties of cassava starch. Pasting was initiated between 65.0-71.0°C and considerable differences existed in peak viscosity and retrogradation. However, no correlation has so far been determined (analysis still in progress) between the physical-chemical properties and functional properties of the Indian Cassava starches. The results indicate that the presence of non-carbohydrate constituents associated with cassava starch granules could be significantly influencing the functional properties of the starch. Further research is required in evaluating factors affecting the functional properties of cassava starch.

INFLUENCIA DE LA MATERIA PRIMA SOBRE LA COMPOSICION  
BIOQUIMICA DE LAS RAICES Y LAS PROPIEDADES  
FUNCIONALES DEL ALMIDON DE YUCA

Aida RODRIGUEZ DE STOLVENEL  
Sección Alimentos UNIVERSIDAD DEL VALLE  
CALI- COLOMBIA

INTRODUCCION

El término propiedad funcional aplicado a los ingredientes alimenticios se define como toda propiedad no nutricional que influencia la utilización de un ingrediente en un alimento. La mayor parte de las propiedades funcionales muestran su influencia sobre el carácter sensorial del alimento en particular la textura. Ellas también pueden jugar un papel importante en el comportamiento de los alimentos o de los ingredientes alimenticios durante su preparación, su transformación o su almacenamiento.

En el caso de los almidones, las propiedades fisicoquímicas que les permite contribuir a las características deseadas en un alimento vienen a ser sus propiedades funcionales. Prácticamente la mayoría de las categorías de alimentos utilizan las propiedades funcionales del almidón para impartir en el producto final alguna característica importante. Esto conduce a que en la práctica se utilicen almidones nativos o modificados dependiendo de la característica deseada.

En Colombia el almidón nativo de yuca se somete a un proceso de fermentación para modificarlo, obteniéndose un producto denominado almidón agrio, el cual se utiliza en la obtención de productos horneados (pandeyuca y pandebono) con características de sabor, textura y poder de expansión que no se consiguen cuando se utiliza el almidón de yuca dulce o sin fermentar.

Como el proceso se realiza a pequeña escala en las rallanderías y la fermentación es natural, la calidad del producto fermentado obtenido no es uniforme. Se cree que la calidad está influenciada por múltiples factores siendo uno de ellos la materia prima. Los trabajos que se han venido realizando, tratan de encontrar la influencia de la materia prima sobre la composición de las raíces y las propiedades funcionales del almidón o sea en últimas sobre su calidad.

## EVALUACION DE VARIEDADES DE YUCA

Se sembraron en Taminango- Santander las variedades CMC 40, CM527-7, MCol 1684 y Blanquita. En la estación experimental del CIAT se sembraron las mismas variedades a excepción de Blanquita. Se cosecharon al cabo de 8, 9, 10, 11 y 12 meses de edad, mediante un muestreo de 5 plantas para cada repetición anotando el peso y % de raíces totales, podridas y comerciales.

La caracterización de estas variedades se efectuó mediante análisis proximal del parénquima / de las raíces integrales - sin cascarilla- (materia seca, proteínas, fibras, cenizas, azúcares totales / reductores, almidón, cianuro libre y total).

Se evaluó la calidad culinaria de las variedades bajo estudio mediante pruebas de tiempo de cocción / evaluación sensorial de los tubérculos cocinados. Para definir una yuca como de buena calidad en la cocción, el tiempo máximo empleado para estar blanda se consideró 20 min. Se esperaba que si las variedades tenían un alto contenido de almidón, su comportamiento a la cocción sería bueno. Esto se cumple con las muestras sembradas en el CIAT, cuyo contenido promedio de almidón en el parénquima es de 91.5% con un coeficiente de variación de 1.85% / los tiempos promedios de cocción para las cuatro variedades fueron del orden de 19.6 min con un coeficiente de variación de 12%. En las muestras sembradas en Taminango por el contrario, con un contenido de almidón promedio del orden de 90%, los tiempos de cocción necesarios fueron del orden de 30 min.

La evaluación sensorial de los tubérculos cocinados se efectuó mediante apreciación de la textura, de si se encontraba vidriosa, si se sentía fibrosa al masticarla, si su sabor era insípido, característico o dulce dependiendo de su contenido en azúcares, y la presencia de sabor amargo que se encuentra estrechamente relacionado con el contenido de HCN. En todos los casos se califica con una escala de 0 a 3 asignándole 0 al atributo evaluado como muy bueno y 3 al malo. Nuevamente se aprecia diferencia en los resultados de los puntajes obtenidos por las muestras según su procedencia, siendo mejor evaluados los tubérculos del CIAT que los de Santander.

Se produjeron también muestras de harina de yuca integral para ser sometidas a la misma caracterización mediante análisis proximal y se extrajo el almidón de las distintas variedades, para proceder a evaluar su comportamiento viscoamilográfico, utilizando un viscoamilógrafo Brabender. La viscosidad de las harinas / los almidones en suspensión acuosa se midió utilizando un viscosímetro Brookfield modelo DV-II, con suspensiones al 3, 4, 6 / 8%. Se observa poca relación entre el comportamiento de las harinas y sus almidones, probablemente porque los otros constituyentes de la harina varían en cantidad.

## CONCLUSIONES

La composición bioquímica de diferentes variedades de yuca, presenta variaciones que están relacionadas no solamente con la variedad misma sino también con los pisos térmicos y las condiciones culturales (fertilizaciones, riego, etc) de los cultivos de yuca

Parámetros tales como la viscosidad son bastante sensibles a la edad de cosecha de la variedad en consideración y al contenido en proteínas de la materia prima





ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

Departamento de Ciência dos Alimentos

Caixa Postal 37 — Fone (035) 821 3700 Ramal 265 — 37200 Lavras Minas Gerais

EFEITO AO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E DA FERMENTAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DO POLVILHO AZEDO

ASQUIERI, E R

VILELA, E R.

CEREDA, M P

#### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da fermentação nas propriedades do amido da variedade de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) Iracema colhida aos 18 meses de idade. A fermentação foi realizada com féculas puras e impuras (sem centrifugação) obtidas no laboratório. Os dados obtidos da variedade Iracema foram comparados com um polvilho industrial. Foi analisado a composição química, solubilidade, poder de inchamento, viscosidade Brabender, viscosidade intrínseca, densidade absoluta e teor de amido danificado das amostras de polvilhos doces e azedos. Não houve diferença na composição química das féculas puras e puras fermentadas, entretanto, as impuras fermentadas apresentaram maiores teores de proteína e cinza. O poder de inchamento e índice de solubilidade também apresentaram pouca variação entre as féculas pura não fermentada e pura fermentada, e foram maiores na fécula impura fermentada. A viscosidade Brabender, principalmente com relação ao pico, foi menor para as féculas fermentadas. A fermentação diminuiu a viscosidade intrínseca e densidade absoluta dos grânulos e aumentou o teor de amido danificado, com maiores diferenças para a fécula impura fermentada. Na confecção dos biscoitos a fécula pura fermentada não apresentou expansão, entretanto, quando se utilizou a fécula impura fermentada a expansão foi quase semelhante a do polvilho azedo industrial.

# ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL ALMACENAMIENTO DE ALMIDON AGRID DE YUCA

G SARMIENTO (E/ funcionario IIT)

## Introducción

Con base en los comentarios de los productores y usuarios del almidon agrio sobre la modificación de la características del producto en almidón de almacenamiento, se plantea la necesidad de evaluar de forma objetiva las incidencias del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades físicas y funcionales del almidón agrio

## Materiales y Métodos

En este estudio se emplearon tres muestras de almidón codificadas como bueno, regular y malo por los usuarios, estas muestras fueron recolectadas en la region de Santander de Quilichao (Cauca) El material de empaque utilizado fue polietileno de baja densidad en calibre de 4/1000 pulgada, con el cual se conformaron bolsas para contener 500grs de producto

Las condiciones de exposición del producto en el estudio fueon 19 C 2 C y 55% de humedad, relativa (condiciones de Bogotá) Un control mensual realizado por un periodo de 6 meses De la investigación se evaluaron los siguientes parámetros, Humedad, pH, acidez, color hunter (muestra en seco y en suspensión), absorción de agua farinografo y prueba de panificación

## Resultados

En las muestras examinadas, no se encontraron diferencias significativas en los parámetros de humedad y de acidez Pero, el color mostró una apreciable variación, el valor L (blanco) decrece en función del tiempo, por el contrario los valores a (rojo) y b (amarillo) se incrementan aunque en menor proporción que el valor L El almidón agrio en sus tres calidades se oscurece en la medida que transcurre el tiempo de almacenamiento (fenómeno de oxidación) En la absorción de agua, en el almidón denominado malo presentá una leve pero definida tendencia al incremento

En los tres tipos de almidón se presenta un aumento en el poder de expansión en la determinación llevada a cabo a los 30 dias de almacenamiento Una vez separado este periodo de maduración se observa un deterioro evolutivo y decrece su poder de panificación con el curso del almacenamiento

## Conclusión

Las recomendaciones fundamentales serán examinar en los primeros 60 dias la propiedad de expansión dado que se determinó modificaciones apreciables, igualmente se sugiere evaluar el color en este periodo inicial del almacenamiento

## P A L E S T R A C I A T sobre "Valorización de la yuca"

Titulo "Efeito do tratamento ácido do amido de mandioca nas suas características físico-químicas"

Manuel Plata Oviedo \*  
Celina R O Camargo \*\*

### R E S U M O

O tratamento do amido com ácidos tem sido utilizado principalmente para a produção de amidos modificados de ampla aplicação industrial e também como uma técnica que possibilita o estudo do arranjo estrutural do grânulo de amido

No presente trabalho o amido nativo de mandioca, obtido industrialmente, foi tratado com ácido clorídrico diluído ou com ácidos orgânicos a temperatura de 40°C, sendo a seguir submetido a secagem em estufa ou ao sol

O objetivo principal do trabalho foi estudar o efeito da modificação ácida e do tipo de secagem sobre as propriedades físico-químicas do amido de mandioca modificado

Foram avaliados nos amidos hidrolisados, a solubilidade, o poder de inchamento, a temperatura de gelatinização, a viscosidade intrínseca e o poder de expansão. Essas propriedades foram comparadas com as do amido de mandioca fermentado, conhecido no Brasil como polvilho azedo. O poder de expansão dos amidos ácido-modificados e dos amidos fermentados comerciais foi determinado através do teste de biscoito. Quando se prepara o biscoito de polvilho azedo ocorre uma grande expansão da massa no forno, formando-se um produto pouco denso, crocante e de estrutura alveolar, com volume específico da ordem de 11 a 15 cm<sup>3</sup>/g

O amido de mandioca industrial foi submetido a hidrólise com ácido clorídrico nas concentrações de 0,1, 0,3, 0,5 e 1,0 N, em banho-maria à temperatura de 40°C e nos tempos de 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 horas. Através do teste do biscoito, observou-se que o amido modificado com HCL 0,3N, submetido a 2 horas de hidrólise e seco em estufa, produziu o biscoito de maior volume específico (3,09 cm<sup>3</sup>/g), enquanto que os demais amidos modificados produziram biscoitos de menores volumes específicos, na faixa de 2,36 a 2,85 cm<sup>3</sup>/g. Quando esse mesmo amido modificado (HCL 0,3N-2h) foi seco ao sol não houve melhoria na propriedade de expansão do biscoito. Portanto, em ambos os casos, os amidos ácido-modificados seco em estufa ou ao sol, tiveram o volume e as características de textura e estrutura dos biscoitos muito inferiores às apresentadas pelo biscoito elaborado com polvilho azedo.

Quando comparado com o amido fermentado, os amidos ácido-modificados apresentaram maiores temperaturas no pico de viscosidade Brabender e maiores valores de consistência, no início e

após 15 minutos à temperatura constante de 95°C, bem como no final do ciclo de resfriamento a 30°C. As curvas obtidas no Viscoamilógrafo Brabender para os amidos modificados seco em estufa e ao sol foram similares. A solubilidade e o poder de inchamento dos amidos foram determinados nas temperaturas de 50, 60, 70, 80 e 90°C. Os amidos HCL-modificados (O 3N-2h) seco em estufa ou ao sol apresentaram valores de solubilidade e poder de inchamento inferiores em relação aos do amido fermentado, porém superiores aos valores apresentados pelo amido nativo industrial, nas temperaturas de 60, 70, 80 e 90°C. Observou-se também, que o amido HCL-modificado seco em estufa, em relação com o amido seco ao sol, apresentou menores valores de solubilidade e de poder de inchamento acima de 70°C, sendo que a diferença foi maior a 80°C.

O amido nativo foi também tratado isoladamente com ácidos láctico, acético e propiônico e com misturas (1:1, v/v) dos ácidos acético-láctico, láctico-propiônico e acético-propiônico, nas concentrações de 0,3 e 2,0%, em relação ao amido (b.s.), em tempos de hidrólise de 10 e 60 minutos, a temperatura de 30°C.

Os amidos secos em estufa, quando submetidos ao teste de biscoito, apresentaram volumes específicos baixos, no intervalo de 2,99 a 3,28 cm<sup>3</sup>/g e características de textura e estrutura pobres, enquanto que, no caso da secagem ao sol, os biscoitos apresentaram notável melhora no volume, que atingiu a faixa de 5,08 a 9,79 cm<sup>3</sup>/g, e nas características de textura e estrutura alveolar. Foi observado ainda que, independente da concentração do ácido e do tempo de hidrólise, os amidos modificados com ácido láctico foram os que produziram o biscoito de maior volume, seguido pelo amido modificado com a mistura dos ácidos láctico-acético (1:1 v/v). Individualmente, os biscoitos de maiores volumes específicos foram obtidos com os amidos tratados com ácido láctico a 2% e 10 minutos de hidrólise (L 2/-10 minutos), seguido do acético 2% e 60 minutos de hidrólise (A 2/-60 minutos) e finalmente com a mistura (1:1 v/v) de ácido acético-láctico a 0,3% e 10 minutos de hidrólise (A-L 0,3/ - 10 minutos).

Os amidos hidrolisados L 2/ - 10 minutos, A 2/ - 60 minutos e A-L 0,3/ - 10 minutos secos em estufa e ao sol foram analisados e as suas propriedades físico-químicas foram comparadas com as do polvilho azedo e do amido nativo industrial.

Os amidos modificados com ácidos orgânicos apresentaram faixas de temperatura de gelatinização ligeiramente maiores que o amido nativo industrial e os polvilhos azedos. Para um mesmo tratamento, o amido seco em estufa apresentou as mesmas temperaturas de gelatinização que o amido seco ao sol.

Os tratamentos dos amidos com ácidos orgânicos, seguido da secagem em estufa ou ao sol produziram, em relação ao amido nativo, um aumento na temperatura de pico máximo, uma diminuição ligeira na viscosidade máxima, uma maior queda na viscosidade à frio (30°C) e um aumento na viscosidade no início do ciclo de aquecimento a temperatura constante de 95°C. Os amidos fermentados apresentaram curvas viscoamilográficas de menores viscosidades em relação aos amidos modificados com ácidos orgânicos.

Foi observado que, nos três tratamentos acima citados, a secagem solar dos amidos provocou menores viscosidades de pasta à frio (30°C) quando comparados com os que foram submetidos a se-

cagem em estufa

A solubilidade e o poder de inchamento dos amidos modificados por ácidos orgânicos foram próximos ao do amido nativo quando comparados a uma mesma temperatura, porém, menores em relação aos dos amidos, fermentados nas temperaturas de 60, 70, 80 e 90°C. Os amidos modificados por ácidos orgânicos secos ao sol, em relação com os secos em estufa apresentaram uma pequena diminuição nos valores de solubilidade e do poder de inchamento acima de 60°C, notadamente a temperatura de 70°C. Os amidos modificados por ácidos orgânicos apresentaram teores de amilose similares aqueles encontrados nos amidos nativo, modificado com HCL e fermentados.

Comparativamente com os demais, os amidos fermentados apresentaram os menores valores de viscosidade intrínseca. O tratamento do amido nativo com ácidos orgânicos provocou pequena queda na viscosidade intrínseca indicando leve degradação do grânulo de amido. Para um mesmo tratamento foi observado que o amido seco ao sol apresentou valor de viscosidade intrínseca ligeiramente menor que a do amido seco em estufa.

\* Aluno de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP 13 081 - Campinas, S P - Brasil  
Docente da Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Nicaragua, León, Nicaragua

\*\* Docente da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP 13 081 - Campinas, S P - Brasil

## PODER DE PANIFICACION DEL ALMIDON AGRIO DE YUCA

### MECANISMOS FISICO-QUIMICOS POSIBLES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO

G Chuzel (CIAT), C Brabet (CEEMAT), C Mestres (IRAT), X Rouau (INRA)

Los primeros trabajos desarrollados en el CIAT sobre el estudio de la fermentación natural del almidón de yuca y de las modificaciones de sus propiedades físico-químicas y funcionales ocurridas durante esta etapa han permitido mostrar los puntos siguientes de acuerdo con algunos trabajos anteriores

- una flora láctica predominante que presenta una actividad amilolítica,
- una producción de ácidos orgánicos principalmente de ácido láctico, y de CO<sub>2</sub>,
- un ataque de los granulos de almidón por los microorganismos que conduce aparentemente a una disminución del tamaño de algunos granulos y una porosidad del granulo,
- una modificación drástica de las propiedades funcionales del almidón con amilogramas característicos que presentan una viscosidad máxima mucho menor que la del almidón nativo y sin tendencia a la gelificación durante el enfriamiento hacia 50 °C (viscosidad muy baja y más o menos constante)

Estos resultados permiten confirmar la hipótesis formulada por Camargo et al (1988) sobre los mecanismos que pueden explicar el poder de panificación del almidón fermentado los ácidos grasos volátiles (AGV) y gases producidos durante la fermentación quedan atrapados en el granulo de almidón y liberados durante el horneado, durante el cual el fenómeno de gelatinización del almidón da una estructura visco-elástica capaz de encerrar los gases liberados

Además la floja tendencia a la gelificación permite dar al pan de yuca una estructura de miga "suave" después del horneado

Sin embargo, las condiciones de preparación de la masa (utilización de queso, contenido en agua entre 40 y 45 %) nos invitan a conocer la cinética de gelatinización, en la medida que la expansión del producto (y su conservación después de la cocción) constituye una competición entre la expansión gaseosa y las propiedades visco-elásticas de la red amilácea

La importancia del nivel de sorción de los gases constituye una clave para esta hipótesis y el modo de secado tiene que tener una influencia grande, en efecto, se mostró que un almidón fermentado perdía su poder de panificación si era secado artificialmente. Los productores dicen también que el secado solar es indispensable para obtener un almidón de alta calidad (papel eventual de los rayos ultravioletas ?)

Otras hipótesis, que no son exclusivas, se pueden también dar hoy en día tal como la producción de moléculas que enlazarían con el almidón para formar la estructura visco-elástica adecuada

- \* Formación de un complejo con la amilosa durante el horneado (Mestres, 1991)

- \* Producción de polisacáridos por el metabolismo secundario de algunas cepas como lo de *Leuconostoc Mesenteroides*, aislado durante la fermentación natural del almidón de yuca (Raimbault, 1990) o de tipo pentosanos (Rouau, 1991) que son conocidos para los efectos beneficios en la panificación clásica de harina de trigo,

- \* Producción de compuestos fenólicos (Mestres, Rouau, 1991) esterificados con estos polisacáridos, una reticulación podría ocurrir durante el secado por acoplamiento oxidativo entre estos compuestos fenólicos que es una reacción catalizada por los UV

Tenemos muchas hipótesis lo que llama muchas preguntas. Sin embargo, tenemos una serie de herramientas analíticas con un grado de complejidad más o menos amplio, que pueden permitirnos confirmar o invalidar tal o cual hipótesis e ir más adelante en el conocimiento de los fenómenos básicos involucrados fermentación-secado-panificación, como lo muestra el cuadro siguiente

### Bibliografía

Camargo C, Colonna P, Buleon A, Richard-mollard D (1988) *Functional properties of sour cassava starch Povilho azedo* J of Sc of Fd and Agric 45, 273-289

Mestres C Rouau X (1991) y Mestres C (1991) Comunicaciones personales

Raimbault M (1990), citado por Ducrocq *Etude de la fermentation lactique de l'amidon de manioc* Memoire de fins d etudes ESITPA, Angers Francia

## Almidón nativo

- \* Hidrolisis parcial del almidón
  - Disminución Masa Molecular (MM)
  - Modificación temperatura de fusión (Tc)
  - Aumento solubilidad y poder de hinchamiento (SH)
- \* Liberación de amilasas
- \* Producción AGV, CO<sub>2</sub>, Etanol
- \* Producción y excreción de polisacáridos
- \* Producción de compuestos fenólicos

*Cromatografía de permeación de gel y viscosidad intrínseca (Pg y Vi)  
DSC*

*Cinéticas SH entre 30 y 95 °C*

*Actividades amilolíticas*

*CPG, HPLC*

*CPG*

*Espectrofotometría y HPLC*

FERMENTACION

## Almidón fermentado

- \* Eliminación H<sub>2</sub>O CO<sub>2</sub>, AGV Etanol
- \* Sorción CO<sub>2</sub>, AGV, etanol sobre el almidón
- \* Constitución de una red glucídica (glucidos fermentativos)  
p ej esterificación compuestos fenólicos

*Gases liberados (HPLC CPG)*

*Gases atrapados por CPG*

*Evaluación MM (Pg y Vi), antes y después secado, antes y después saponificación  
Panificación con y sin secado solar*

SECADO SOLAR

## Almidón agrio

- \* Gelatinización del almidón
  - Propiedades reológicas
  - Retención de los gases
- \* Evaporación H<sub>2</sub>O + liberación AGV, CO<sub>2</sub>, Etanol
- \* Hidrólisis ácida y/o enzimática
- \* Enlaces de amilosa con AGV y otros ácidos grasos  
Propiedades reológicas y retención gaseosa
- \* Hinchamiento red de glucidos fermentativos  
Propiedades reológicas y retención gaseosa

*Viscoamilogramas, DSC*

*Gases liberados durante el horneado*

*Amilogramas en medio buffer y con inhibidores de enzimas (Hg Cl<sub>2</sub>)  
Rayos X  
Amilogramas con ácidos grasos*

*Panificación con hidrolasas  
Propiedades tensio-activas  
Hinchamiento vs temperatura y presión*

AMASADO Y HORNEO

## Pan de yuca

Biomassa oleaginosa de  
Trichosporon sp (\*)

Gilvan Woszczycki

RESUMO

A industrialização da mandioca visando a produção de bens econômicos como farinhas e reculas ocasiona a formação de sub-produtos, quer sólidos que líquidos, geram forte impacto ambiental. A manipueira, ou água de prensa, constitui-se no resíduo líquido mais importante, representando, em média, 30% da matéria prima processada no caso de produção de farinha de mandioca, na fabricação de flocula, a este montante deve ser computada a água agregada ao processo originando-se maior volume de um efluente industrial mais diluído.

A agressão ao meio ambiente está relacionada (1) ao poder de poluição conferido pelo teor de amido ainda presente na manipueira, correlacionado a eficiência do processamento empregado e (2) a toxicidade conferida pela presença de linamarina, cianossídeo cianogênico solúvel encontrado em todas as partes da matéria-prima. A disposição desse efluente industrial, energeticamente não esgotado e de elevada toxicidade, em águas pluviais acarreta prejuízos à disponibilidade aquática de oxigênio e a sua utilização, com francos prejuízos a todo tipo de vida aeróbica.

Microorganismos como Trichosporon sp podem ser isolados deste tipo de efluente industrial indicando a sua capacidade de utilizar amido em presença de elevados teores de cianeto e sugerindo a utilização de um mecanismo alternativo de respiração. O crescimento desta levedura em meios com baixos teores de nitrogênio leva ao acúmulo de lipídios intracelulares de elevada qualidade nutricional, que podem atingir até 50% da matéria seca da biomassa, levando à formação de um produto facilmente separável do meio de cultura assim como ao seu esgotamento energético. A aplicação de uma tecnologia biológica de tratamento do resíduo pode, portanto, gerar um bem de elevado valor econômico assim como reduzir o potencial de poluição deste efluente industrial.

Os experimentos visando a definição dos parâmetros tecnológicos de tratamento com uma linhagem selecionada de Trichosporon sp foram iniciados tendo sido utilizado um meio de cultura de composição definida a semelhança da manipueira. Os objetivos principais foram o de produzir o maior teor de biomassa e o de diminuir o teor de açúcar do meio de cultivo, conduzindo a obtenção de subsídios para o estudo dos parâmetros de produção de biomassa unicelular. Os resultados encontrados indicam que a levedura desenvolve-se bem na faixa de temperatura de 20 a 30°C, tanto na presença quanto na ausência de cianeto de potássio. Os experimentos realizados com diferentes frascos indicaram que a razão superfície/volume influencia o crescimento, evidenciando o mecanismo aeróbico de assimilação de carbono. A alteração das condições de fermentação em relação às variáveis de entrada (teor de amido, nitrogênio, fosfato, cianeto) conduziu ao melhoramento das variáveis de saída (biomassa, açúcar residual e biomassa/açúcar residual). O teor de biomassa obtido atingiu a marca de 18 g/L enquanto que a redução do teor de carboidrato do meio chegou a 85%.

(\*) Lecture presented in the Symposium "Avances sobre almidón de yuca" held in Cali, Colombia, July, 17 to 20, 1991. (\*\*) Professor at the Department of Agronomy, the Ponta Grossa State University, P. O. Box, 992 UEPG 84010 Ponta Grossa PR Brazil.



# VALORIZACION DE LA YUCA A TRAVES DE LA FERMENTACION

Maurice RAIMBAULT, Eric GIRAUD, Gerardo SAUCEDO y Carlos SOCCOL  
*Laboratoire de Biotechnologie - P M C - Centre ORSTOM de Montpellier (France)*

Las fermentaciones son procesos microbianos que transforman el almidón de yuca en varios metabolitos de interés alimentarios o industriales

En este trabajo, presentamos tres ejemplos de transformación directa del almidón por microorganismos amilolíticos que hemos estudiado recientemente en nuestro laboratorio

- producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* A6, una nueva bacteria homoláctica amilolítica
- producción de alcohol por *Schwaniomyces castelii*, una levadura amilolítica cultivada por FMS sobre soportes fibrosos
- transformación del almidón de yuca por *Rhizopus oligosporus* para el enriquecimiento proteico o para la producción de varios metabolitos de interés industrial

1- El ácido láctico esta producido industrialmente por fermentación líquida a partir de glucosa o de lactosa. Son procesos bastante bien conocidos. La glucosa es convertida de manera casi cuantitativa en ácido láctico generalmente en su forma racémica. Algunas cepas de *Streptococcus* producen la forma L(+) del ácido láctico, pero con rendimientos relativamente bajos.

Pocas cepas de bacterias lácticas tienen la capacidad de hidrolizar el almidón, y requieren una sacarificación previa con problemas de esterilización y contaminación.

Una cepa nueva aislada de las raíces de la yuca fermentada fue seleccionada por los investigadores de ORSTOM. Esta cepa de *Lactobacillus plantarum* A6 tiene la particularidad de crecer fácilmente a partir del almidón de yuca, con una velocidad comparable a la obtenida con glucosa. Su capacidad para producir el ácido láctico directamente a partir de la yuca sin una etapa de sacarificación fue estudiada recientemente y obtuvimos datos similares a los del proceso convencional.

Las cinéticas de crecimiento son buenas y permiten la obtención rápida de una gran cantidad de biomasa y de amilasa necesarias para la transformación del almidón en ácido láctico. La cepa cultivada bajo ciertas condiciones con control de pH puede realizar un desacoplamiento energético.

En estas condiciones, se obtiene rendimientos elevados (80-90%), la velocidad de transformación disminuye con respecto a la concentración de ácido láctico hasta concentraciones del orden de 100-110 g/l de ácido láctico. A dichas concentraciones el lactato de Ca es insoluble y forma un precipitado.

*L. plantarum* A6 permite considerar la posibilidad de producir ácido láctico a partir de almidón de yuca en una sola etapa, con rendimientos aceptables y concentraciones elevadas. El funcionamiento de la bacteria sin crecimiento permite utilizar reactores de fermentación en forma continua, lo que conduce a una productividad elevada. Autoriza también el uso de medios de fermentación muy sencillos sin requerimientos nutricionales específicos, pero necesita un control adecuado de los parámetros físico-químicos, especialmente el pH.

2- La producción de alcohol a partir de almidón ha sido estudiada por varios autores, especialmente en Asia. Generalmente los procesos implican tres etapas: hidrólisis del almidón, fermentación de la glucosa en alcohol, y recuperación del alcohol por destilación o por otra técnica extractiva. Estas tres etapas pueden ser modificadas y abrir oportunidades a numerosos procesos técnicos.

En nuestro caso, consideramos la alternativa de realizar las tres etapas en un solo reactor debido a la utilización de una levadura fermentativa amilolítica (*Schwannomyces castelii*) cultivada en medio sólido sobre un soporte lignocelulósico (el bagazo de caña) impregnado de jugo con alto contenido en almidón de yuca (100-400 g/l). La hidrólisis del almidón es realizada por la amilasa sintetizada por la levadura durante la primera fase de su crecimiento aeróbico. Cuando la aereación es suprimida, el gas contenido en el reactor es recirculado en forma continua a través de una trampa refrigerada lo que permite la condensación y la concentración del alcohol por medio de una extracción continua durante la fase productiva. Este proceso tiene como ventajas:

- simplificación de los equipos permitiendo considerar plantas de tamaño pequeño
- el análisis continuo del oxígeno y del dióxido de carbono permite conocer el avance de la fermentación
- la extracción continua del alcohol producido evita su acumulación en el medio de cultivo lo que generalmente limita la velocidad de la fermentación a partir de una concentración en alcohol de 50 g/l

Con este proceso pudimos realizar la transformación del almidón de yuca en alcohol hasta concentraciones de 400 g/l sin acumulación de alcohol en el medio superior a 30 g/l. Obtuvimos condensados puros de 180-200 g de alcohol por litro. El rendimiento global de la transformación fue relativamente bajo (50-65%) respecto a rendimiento teórico, debido a la utilización de una parte del almidón para el crecimiento de la levadura.

3- El crecimiento de los mohos sobre sustratos amiláceos sólidos es la base de fermentaciones alimentarias o industriales a partir de arroz, trigo y almidón de diversas fuentes. En Japón el proceso Koji es un paso clave de numerosas aplicaciones que utilizan amilasas para la sacarificación de sustratos agrícolas.

Desde hace varios años realizamos investigaciones sobre el cultivo de mohos en medio sólido, particularmente para enriquecimiento en proteínas de la yuca para alimentación animal. Los costos de fabricación a pesar de ser bajos no son competitivos comparativamente a las proteínas de la soya. Respecto a la transformación de la yuca en harinas enriquecidas destinadas a la utilización humana, diversos estudios están en desarrollo utilizando cepas de *Rhizopus*, un moho alimentario muy apreciado en varias áreas. Aplicando la metodología de cultivo en medio sólido se pudo obtener harinas de buena calidad con un contenido de aproximadamente 14% de proteínas.

El interés de *Rhizopus* en la transformación de la yuca no está limitado únicamente a la aplicación de alimentos fermentados de tipo Koji o Tempeh. En realidad, los *Rhizopus* son mohos de un grupo particular que presentan características muy interesantes para aplicaciones industriales, por esta razón hemos desarrollado estudios detallados sobre la capacidad de estos microorganismos para transformar el almidón en diferentes metabolitos.

La producción de ácido fumárico por *Rhizopus* es un proceso de fermentación industrial reconocido. Seleccionamos cepas de *Rhizopus oryzae* con capacidad para producir no solamente ácido fumárico sino también ácido L(+) láctico o alcohol con buenos rendimientos a partir de almidón en función de las condiciones de cultivo.

Bajo condiciones de fuerte acidificación y de aereación el ácido fumárico es producido preferentemente. Cuando se utiliza carbonato de calcio para controlar la acidificación, se produce ácido L(+)láctico. En condiciones anaeróbicas el micelio de *Rhizopus* fermenta el almidón en etanol con rendimientos menores a los obtenidos con levaduras.

La posibilidad de producir específicamente el ácido L(+)láctico es interesante por sus propiedades biológicas y las aplicaciones alimentarias o farmacéuticas. Los estudios recientemente realizados indican que la optimización de la producción depende fuertemente de la relación C/N con un óptimo de 65 g/l de ácido L(+)láctico a partir de 100g/l de almidón cuando la C/N es cercana a 60-75.

Todos esos estudios demuestran el gran interés de investigar más profundamente la fermentación del almidón de yuca en metabolitos con el objeto de diversificar las aplicaciones industriales y fomentar el cultivo de la yuca.

# USE OF CASSAVA FLOUR AS ENERGY SOURCE FOR WEANING FOODS

Serge TRECHE, Philippe GIAMARCHI, Edouard MIAMBI  
and Alain BRAUMAN  
Centre Orstom de Brazzaville

## INTRODUCTION

In the past twenty years in Congo, cassava-based weaning gruels have been progressively replaced by gruels from fermented corn dough, especially in the urban areas (1)

Prepared by a restricted number of women, these fermented corn dough have low nutritive value because of losses during preparation and are sold at high prices which make it difficult for mothers to feed their infants for a long time (2) Gruels traditionally prepared from fermented cassava flour or dough are still used by 20% of mothers, but they are very poor in nutrients such as protein and amino acids

In addition, given the high swelling capacity of their starch, gruels from both fermented cassava and corn are prepared at low concentrations in order to obtain acceptable consistency for the infant (2) These low concentrations result in very low energy density (average of 60 Kcal/100g of gruel)

All these factors outlined above are responsible for poor weaning practices, which in turn lead to relatively high prevalence of protein energy malnutrition (20.5% of children less than -2 SD of NCHS reference for height for age) (3, 4, 5)

We therefore undertook a series of research work in order to propose weaning foods with the following characteristics

- wholesomeness (microbiologically clean, toxin-free and antinutrient free),
- easy accessibility (availability, low cost and ease of preparation),
- adequate complementation with natural sources of proteins, minerals and vitamins,
- high energy density close to 120 Kcal/100g of gruel value which is considered adequate for children up to 2 years old because of their small stomach volume (6, 7)
- proper fluid consistency acceptable to the infant

For weaning foods prepared from appropriate mixtures of local raw or semi-processed foods, the real problem lies with obtaining both the last two characteristics in order to reduce what is known as "dietary bulk" (8, 9, 10)

In this paper we present results on studies aimed at comparing the behaviour of starch from cassava (the most available staple in Congo), rice and corn during the preparation of gruels and at developing processing schemes which can be operated at household level and in cottage industries to solve the problem of dietary bulk

## MATERIALS AND METHODS

### 1 Materials

Market samples (Brazzaville) of cassava, rice, corn, soyabean and kidney bean were ground into flour of 0.5mm sieve size in a hammer mill. Samples were ground in the following form: retted and dried cassava slices, whole corn grains, cargo rice, dehulled and toasted soyabean and kidney bean. Amylase rich flour was prepared from a milted local variety of red sorghum. Malting was carried out as follows (11, 12): sorghum grains were cleaned, steeped in water for 24 hours, spread on a humid cloth, let to germinate in the dark for 48 hours, sun dried for 3 days, rubbed with the hand and blown to remove vegetative parts and ground in a hammer mill.

BAN, an industrial alpha-amylase of bacterial origin was obtained from NOVO NORDISK BIOINDUSTRIE S.A. Its activity as specified by the manufacturer was 800 KNU/g, where a KNU is defined as the amount of enzyme required to hydrolyse 5.26g of soluble starch in 1h at 37°C and pH 5.6.

## 2 Methods

Gruels were prepared by cooking suspensions of known weights of flour in 250ml of water on a hot plate for 5mn, after reaching 85°C. They were cooled down at room temperature to 45°C, and viscosity measurements were made using a thermostatic (45°C) HAAKE VT500 rotatory viscometer with a SV-DIN spindle at 64.5 rpm. At the same time, 100g aliquots of gruels were taken for flow rate determination using a KINEMATICA polivise at 40-42°C and for time interval of 30s.

Meanwhile, 10g aliquots of gruels were also taken for dry matter determination.

Gruels prepared from a reference cereal based commercial infant formula (cerelac from NESTLE) was used for comparison.

## RESULTS

### 1 Untreated gruels

It is shown (figure 1) that for viscosity values between 0.5 and 3.5 Pa.s (considered as acceptable for infants between 4 and 12 months) the concentration of gruels from cassava, rice and corn are comparable. However, for the same viscosity, gruels from cassava have a higher flow rate than those of rice and corn (figure 2). Consequently, one notices a significant difference in flow rate of these gruels (figure 3) for the acceptable range 20 to 120 mm/30s. This makes it possible to feed the infant with cassava gruel of slightly higher concentration than rice or corn gruel. In fact, average concentration of cassava based gruels in Congo is significantly higher ( $P < 0.05$ ) than that of corn-based gruels (15.7 and 14.5 g DW/100 g, respectively) (2).

But the highest acceptable concentration is still twice less than that of the reference commercial infant formula. Hence, the need to develop processing schemes for infant food preparation applicable in developing countries.

### 2 Processes applicable at household level

Research carried out in the the past 10 years have shown that it is possible to improve the energy density of cereal based gruels by the addition of plant amylase sources (especially flour from malted cereals) (10, 13, 14, 15, 16) and/or by fermentation (17, 18, 19). We therefore tried to do the same for gruels from cassava (20, 21).

With respect to fermentation, we noticed, like Mlingi (18), that the retting time and procedure do not cause a noticeable change in viscosity of cassava gruels. In fact, at a concentration of 10g DW/100g of gruel, the viscosity values are 1.92, 1.82, 1.94 and 1.74 Pa.s, respectively, for gruels from unfermented roots, 2 day retted roots, 6-day retted roots and air-fermented roots (grated mash of roots in a porous synthetic bag for 3 days). Hence, retting permits detoxication of cassava roots but does not improve the energy density of gruels therefrom.

On the contrary, the addition of 1 part of flour from malted sorghum to 9 parts of retted cassava flour reduces the viscosity of gruels considerably (figure 4), thus permitting the preparation of gruels twice concentrated and of acceptable consistency. It can be remarked that cassava starch is more susceptible to amylase treatment than corn starch, given that for a viscosity value of 2 Pa.s the concentration increases from 11.0 g DW/100 g for untreated cassava gruel to 22.5 g DW/100 g for gruel treated with sorghum amylase, compared to corresponding values of 11.0 and 13.5 g DW/100g for corn based gruels (figure 5).

In addition, we compared different ways of preparing gruels from cassava/sorghum (9:1, w/w) in view of selecting those leading to the greatest reduction of viscosity. Instead of the procedure described in methods, the cassava flour was first homogenized in a little volume of cold water, poured into boiling water, let to stand at ambient temperature for 5mn and then cooked for 5mn. In this case, the viscosity reading changed from 5.38 to 1.10 Pa.s for a concentration of 28 gDM/100 g of gruel.

Considering the above, it is possible to obtain gruels with optimum energy density from cassava flour by the use of minimum amount of malted sorghum flour and an appropriate preparation procedure. Such small quantities of malted sorghum flour can be conveniently prepared in households, even though malting is considered to be a time-consuming process (22)

### 3 Processes for cottage industries

Preliminary work in our ORSTOM laboratory in Montpellier showed that it is possible to reduce the water-holding capacity of cassava starch by moderate acid hydrolysis (23). Experiments under various time (24 to 72h), acidity (0.15 to 0.30 N HCl) and temperature (55 to 60°C) conditions revealed that a cassava flour/water mixture (2.3, w/w) can be hydrolyzed into a dough which, on reconstitution (after drying), gives an energy dense gruel of acceptable consistency. Although this process is simple and requires inexpensive equipment its application in cottage industries demands well-trained personnel. Besides it is not yet authorized for infant food manufacture. Reasons why we looked for alternative enzymatic procedure with less constraint than that involving the use of plant amylase sources

Among the wide range of industrially produced food standard alpha-amylases we chose BAN, an enzyme of *Bacillus subtilis* origin, commercialised in microgranular form, and with optimum activity at pH 6.0 and temperature 72°C.

Figure 6 shows that the addition of moderate amount of BAN to gruels (29 KNU/100g DW) increases the concentration of gruels from the various flours with no apparent change in consistency. The concentration increase is higher for cassava than for rice or corn gruels. At the viscosity level of 2 Pa.s, for example (figure 7), the concentration of cassava gruel is twice that of corn (32 against 16 g DW/100 g).

Additional work to define the conditions for using BAN showed that (24)

the efficiency of the enzyme depends on the source of protein chosen to complement cassava flour (figure 8), given that it is necessary to add twice the amount of enzyme to cassava/kidney bean mixture (62.38, w/w) than to cassava/soyabean mixture (71.29, w/w) to obtain gruels of comparable viscosity,

- its activity is independent of the pH of gruels for values between 5.5 and 9.0 (pH range of half of the locally produced cassava flour in Congo), but drops drastically to zero below or above this range (figure 9),

- the efficiency of the enzyme is slightly affected by the heating rate, considering that the viscosity of cassava/soyabean gruel of concentration 30 g DW/100 g changes from 1.0 to 2.0 Pa.s only for a change of heating rate from 3 to 10°C/min (figure 10),

- 5 minutes of cooking (above 85°C) is enough to inactivate the enzyme and stop further hydrolysis which could lead to excessive liquefaction of gruel during cooling,

the activity of the enzyme after its addition to the flour stays the same after 5 months of storage in a plastic bag at ambient condition.

The addition of BAN to cassava based weaning flour produced at cottage industry level seems, therefore, to be an appropriate process for dietary bulk reduction. The enzyme is cheap (25000 KNU per US \$), the process does not impose any special constraint (except the use of precision balance and flour with appropriate pH), and the preparation of gruels therefrom can be easily accomplished by mothers.

### CONCLUSION

Because of the properties of its starch, flour from cassava roots, devoid of cyanogenic glycosides by retting and complemented with adequate plant protein sources (soyabean or kidney bean) could constitute an excellent weaning food for developing countries. At the moment, the best procedures to reduce dietary bulk seem to be the addition of appropriate alpha amylase sources: malted cereal flour at the household level, industrial food grade enzyme at the cottage industry level.

But another solution would be fermentation under conditions favoring the action of amylolytic microflora. Research effort should be made in this direction.

## BIBLIOGRAPHY

- (1) CORNU (A) TRUCHE (S) DELLPEUCH (F) 1991 Les pratiques de sevrage au Congo Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21 24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo
- (2) TRUCHE (S) MASSAMBA (J) 1991 Modes de préparation et valeur nutritionnelle des bouillies de sevrage actuellement consommées au Congo Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21 24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo
- (3) TCHIBINDA (F) 1991 Analyse de la situation nutritionnelle au Congo Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21 24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo
- (4) CORNU (A) DELLPEUCH (F) SIMONDON (F) et al 1990 - Enquête nationale sur l'état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire au Congo Editions de l'Orstom Série Etudes et thèses Paris
- (5) SIMONDON (F) CORNU (A) DELLPEUCH (F) et al 1986 Enquête nutritionnelle à Brazzaville Orstom
- (6) SVANBERG (U) 1989 Le gros volume alimentaire des produits de sevrage et son effet sur l'apport énergétique et nutritionnel Proceedings of a workshop held in Nairobi Kenya 12 16 October 1987 IDRC 265f pp 208 227
- (7) DILLON (J C) 1991 Qualités nutritionnelles attendues d'un aliment de sevrage Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21 24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo
- (8) LJUNQUIST (B G) MELLANDER (O) SVANBERG (U) 1981 Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in preschool children I A problem description J Trop Pediatr 27 pp 68 73
- (9) HILLSTROM A HERMANSSON A M KARLSSON A et al 1981 Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in preschool children II Consistency as related to dietary bulk a model study J Trop Pediatr 27 pp 127 135
- (10) SVANBERG (U) 1987 Dietary bulk in weaning food Thesis Chalmers University of Technology Goteborg Sweden
- (11) GOPALDAS (T) MEHTA (P) JOHN (C) 1989 La réduction du volume des gruaux de sevrage traditionnels en Inde Proceedings of a workshop held in Nairobi Kenya 12 16 October 1987 IDRC 265f pp 375 385
- (12) DILLON (J C) 1989 Les produits céréaliers dans l'alimentation de sevrage du jeune enfant en Afrique In Cereales en Regions chaudes Eds John Libbey Eurotext Paris pp 299 307
- (13) DESIKACHAR (H S R) 1980 Development of weaning foods with high caloric density and low hot paste viscosity using traditional technologies Food and Nutrition Bulletin 2 n° 4 pp 21 23
- (14) MOSHA (A C) SVANBERG (U) 1983 Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals Food and Nutrition Bulletin 5 n° 2 pp 10 14
- (15) GOPALDAS (T) 1989 Concept of amylase rich food (ARF) and its role in infant feeding and growth Proc 14th Int Congress of Nutrition Seoul Korea
- (16) GOPALDAS (T) DISHPANDE (S) JOHN (C) 1988 Studies on a wheat based amylase rich food Food and Nutrition Bulletin 10 n° 3 pp 55 59
- (17) BROWN (K H) DICKIN (K L) BENTLEY (M C) et al 1989 La consommation de produits de sevrage à base de céréales fermentées dans l'état de Kwara Nigeria Proceedings of a workshop held in Nairobi Kenya 12 16 October 1987 IDRC 265f pp 208 227
- (18) MLINGI (N V L) 1989 La réduction du volume des aliments de sevrage à base de manioc par la fermentation Proceedings of a workshop held in Nairobi Kenya 12 16 October 1987 IDRC 265f pp 239 251
- (19) TOMKINS (A) ALNWICK (D) HAGGERTY (P) 1989 L'emploi des produits fermentés pour améliorer l'alimentation des enfants d'Afrique australe et Orientale Proceedings of a workshop held in Nairobi Kenya 12 16 October 1987 IDRC 265f pp 156 192
- (20) MIAMBI (E) BRAUMAN (A) TRUCHE (S) 1991 Fermentations traditionnelles des aliments de sevrage au Congo perspectives d'amélioration Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21 24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo
- (21) GIAMARCHI (P) TRUCHE (S) 1991 Utilisation de sorgho malté pour améliorer la densité énergétique des bouillies de sevrage à base de manioc Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21 24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo
- (22) VAIDYA (Y) 1989 Les aliments de sevrage au Népal Proceedings of a workshop held in Nairobi Kenya 12 16 October 1987 IDRC 265f pp 395 406
- (23) NOUGAREDE (X) 1988 Traitement de la farine de manioc en vue de son incorporation dans les aliments pour enfants Memoire DLA USFL Montpellier France
- (24) TRUCHE (S) GIAMARCHI (P) 1991 Utilisation des enzymes produites industriellement pour l'amélioration de la densité énergétique des bouillies de sevrage Paper presented at the workshop Les bouillies de sevrage en Afrique Centrale MSAS/ORSTOM/UNICEF/OMS/AGRICONGO/FAC 21-24 May 1991 WHO regional office Brazzaville Congo

FIGURE 1

Variation of viscosity of gruels with concentration

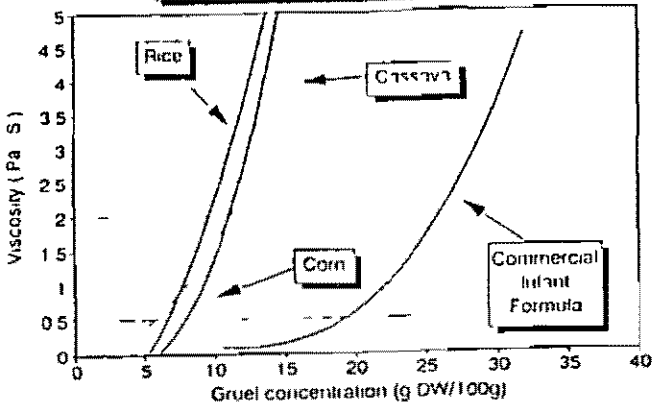


FIGURE 2

Relationship between viscosity and flow rate at different gruel concentration

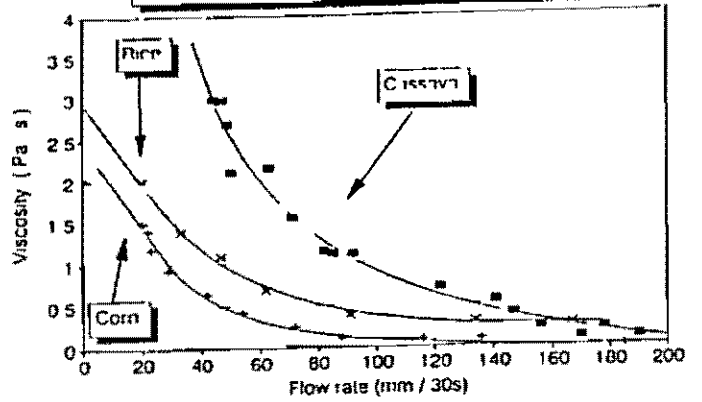


FIGURE 3

Variation of flow rate of gruels with concentration

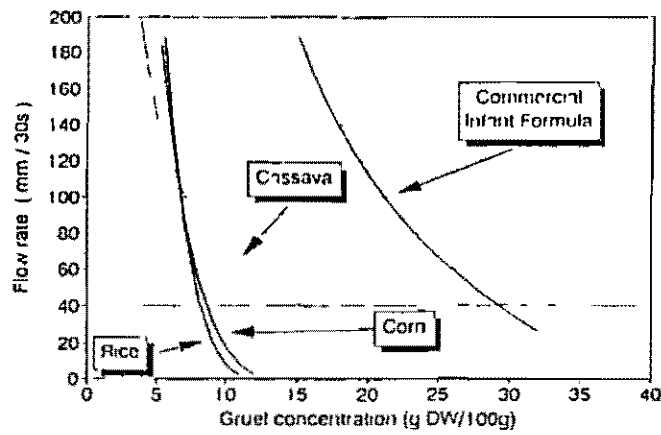


FIGURE 4

Effect of the addition of malted sorghum flour on the viscosity of cassava and corn gruels

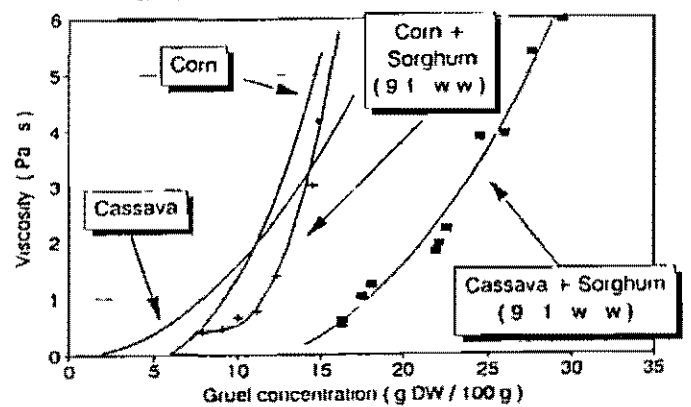


FIGURE 5

Effect of addition of malted sorghum flour on the gruel concentration at the viscosity level of 2 Pa s

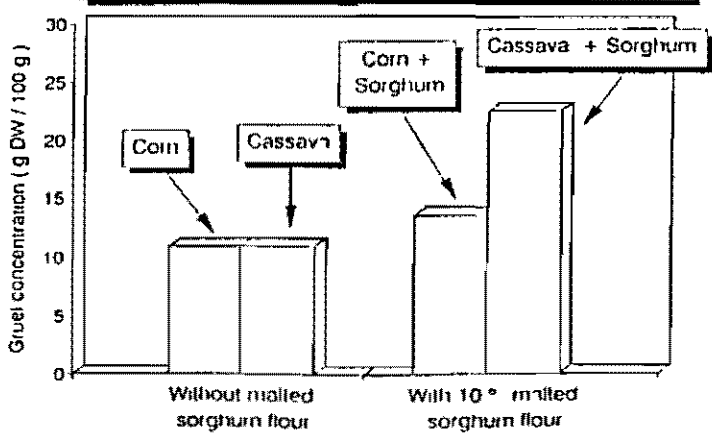


FIGURE 6

Effect of the addition of amylase on gruel concentration

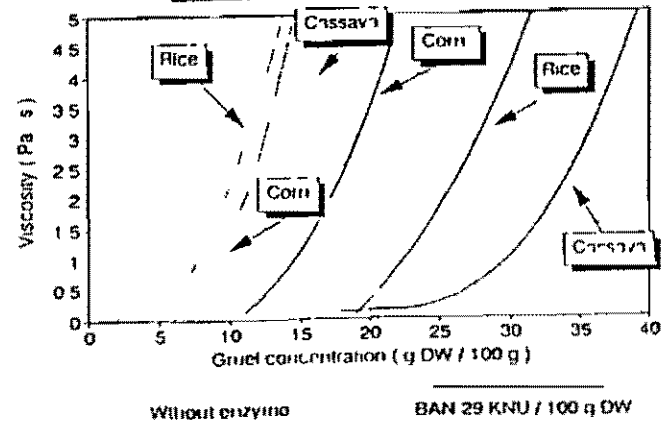




FIGURE 7

Effect of the addition of amylase on gruel concentration at the viscosity level of 2 Pa s

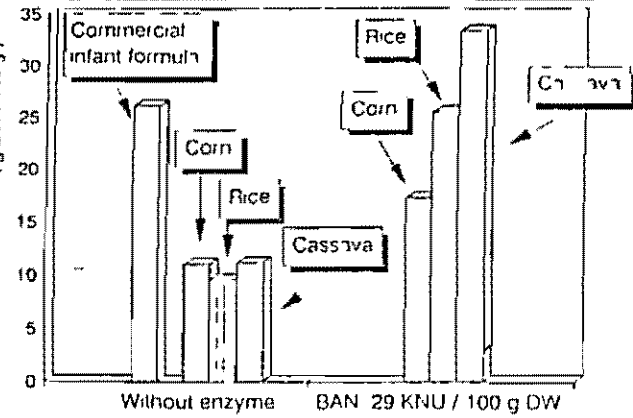


FIGURE 8

Variation of viscosity of cassava based gruels (30g DW / 100g) with the amount of amylase

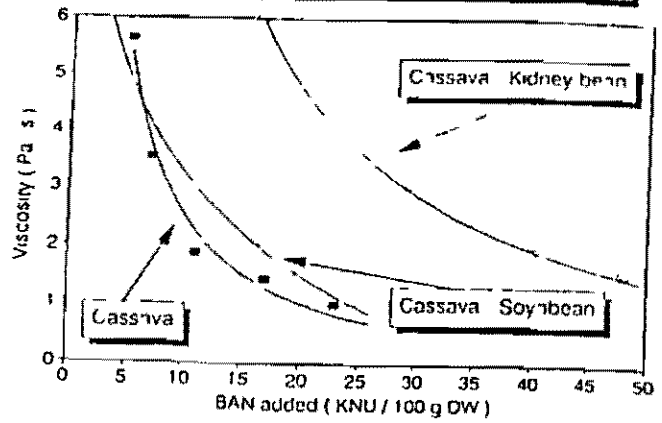


FIGURE 9

VARIATION OF GRUEL VISCOSITY WITH pH OF CASSAVA FLOUR

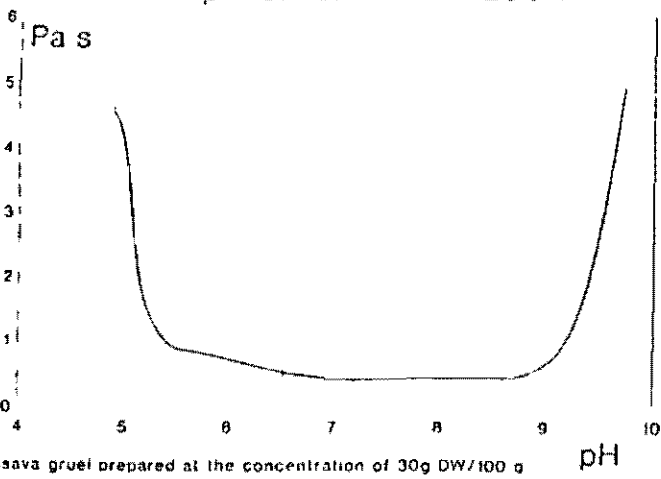
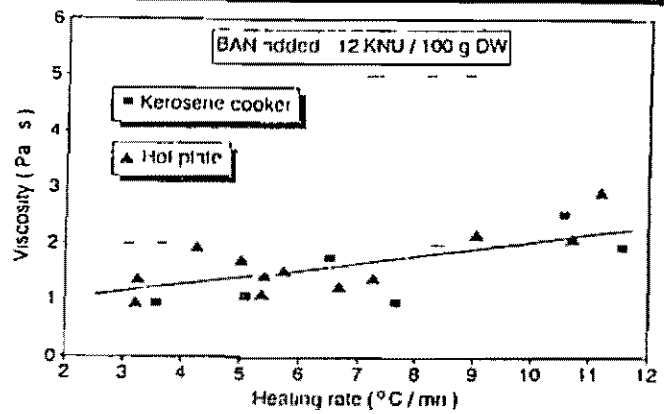


FIGURE 10

Variation of viscosity of Cassava / Soybean / Amylase gruel (30g DW / 100g) with the heating rate between 65 and 85°C



## C I C L O D E X T R I N A S

### PRODUCCION Y APLICACIONES INDUSTRIALES

ALVARO CALERO ESCOBAR

DEPTO DE QUIMICA - UNIVERSIDAD DEL VALLE AA 25360

Las Ciclodextrinas, Schardinger's dextrinas son un grupo de oligosacáridos cíclicos homólogos obtenidas enzimáticamente a partir del almidón por acción de la ciclodextrin-glicosiltransferasa (CGT asa), Schardinger fue el primero en identificarlas en 1904 e identificó el Bacillus macerans como la bacteria que producía la enzima CGTasa y fue el primero en describir su preparación y sus propiedades en detalle<sup>1</sup> Estas curiosas moléculas cíclicas han revolucionado la química de los carbohidratos por tener propiedades marcadamente diferentes a las otras dextrinas Algunas de estas propiedades son

- a Las ciclodextrinas (CD) son moléculas cíclicas homogéneas compuestas de seis o más unidades de  $\alpha$ -D-glucopiranosas unidas por enlaces 1-4 como en la amilosa<sup>2-3</sup> (figura 1)
- b Como consecuencia de su arreglo cíclico ellas no tienen ningún grupo reductor terminal y no son afectadas por soluciones alcalinas calientes
- c Son muy resistentes a la hidrólisis ácida y a las divisiones comunes de la amilasa
- d Cristalizan bien en agua y en soluciones acuosas de alcohol

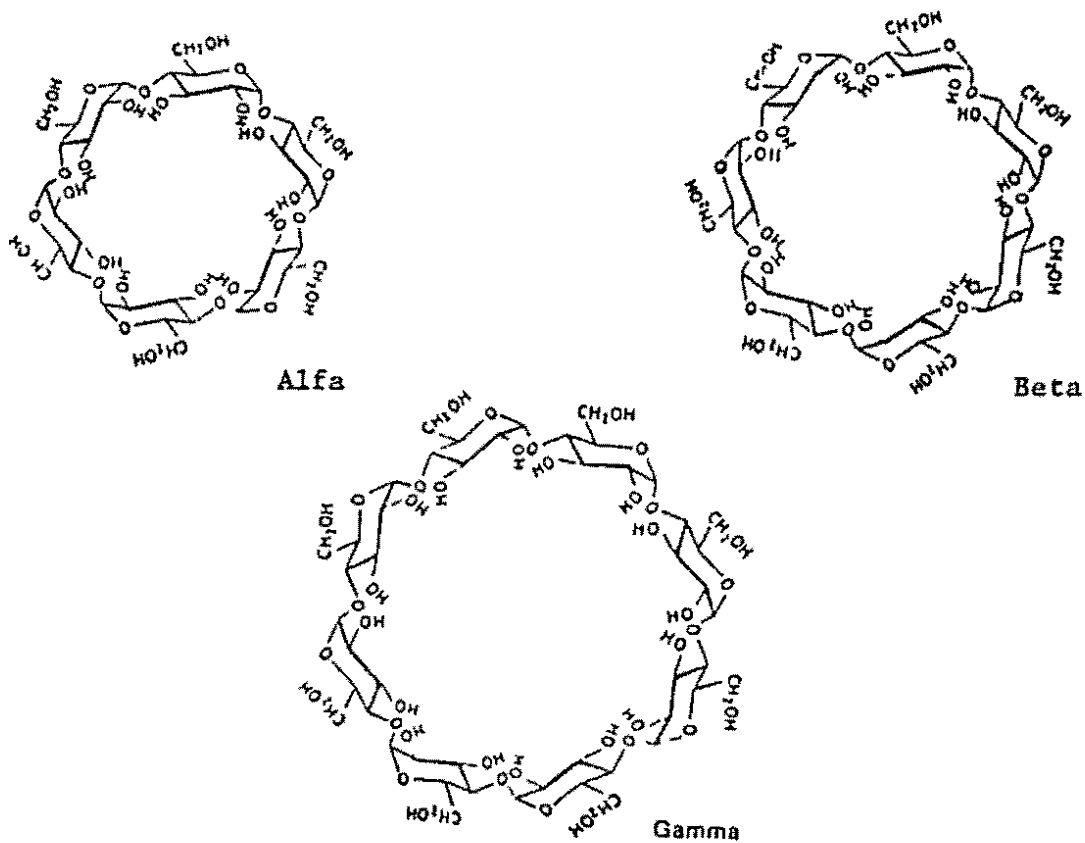
e Forman abundantes complejos cristalinos (complejos de inclusión) con sustancias orgánicas

f También forman una variedad de complejos inorgánicos con sales neutras, halógenos y bases

Algunos investigadores han probado la obtención de estos importantes compuestos En 1969 Corn Products International Co produjo  $\alpha$  ciclodextrinas utilizando CG Tase de Bacillus macerans<sup>4</sup> Luego la Teijin Company en Japón también produjo  $\beta$ -CD en una planta piloto<sup>5</sup> Pero tuvieron grandes problemas en los procesos de producción, porque

- 1 CG Tasa de B macerans no es satisfactoria para uso industrial debido a sus problemas de obtención y a que la enzima no es termoes table
- 2 El rendimiento de la CD del almidón no es alto, aproximadamente 20 a 30%

Fig 1 Estructuras de Alfa, Beta y Gamma ciclodextrinas.



3 Se requiere usar algunos solventes tóxicos para su precipitación tales como tricloro etileno, bromobenceno, etc , debido a su bajo grado de conversión El uso de tales precipitantes causa muchos problemas, ya que las CD producidas por este método no sólo son costosas sino que también son prohibidas para ser usadas en la industria de alimentos

En 1969 Horikoshi inició la investigación sobre la producción de la enzima a partir de microorganismos alcalofílicos<sup>6</sup> El Ministerio de Salud Pública y Bienestar del Japón ha permitido el uso de  $\beta$ -CD y las mezclas producidas por este método, en alimentos como un estabilizador de sabores y pigmentos, antioxidantes y emulsiones

Tabla 1

Propiedades de CGT asasa de Microorganismos

	<u>PH</u>		<u>Estabilidad</u>		<u>Rend</u>
	<u>Optimo</u>	<u>Estable</u>	<u>+Ca<sup>++</sup></u>	<u>-Ca<sup>++</sup></u>	
Bacillus Macerans	5 0-5 7	8 0-10	50	-	50
Bacillus Sterthermophilus	5 0-5 5	5 5-8 8	70	65	50
Bacillus Megaterium	5 0-5 7	7 0-10	-	55	62
Bacillus Circulans	5 2-6 1	7 5-9.0	-	50	-
Bacillus No 38-2	4 0-9 0	6 0-10 0	70	60	75-85
Klebsiella pneumoniae	5 2	-	-	-	-

Propiedades y Técnicas de Complejación

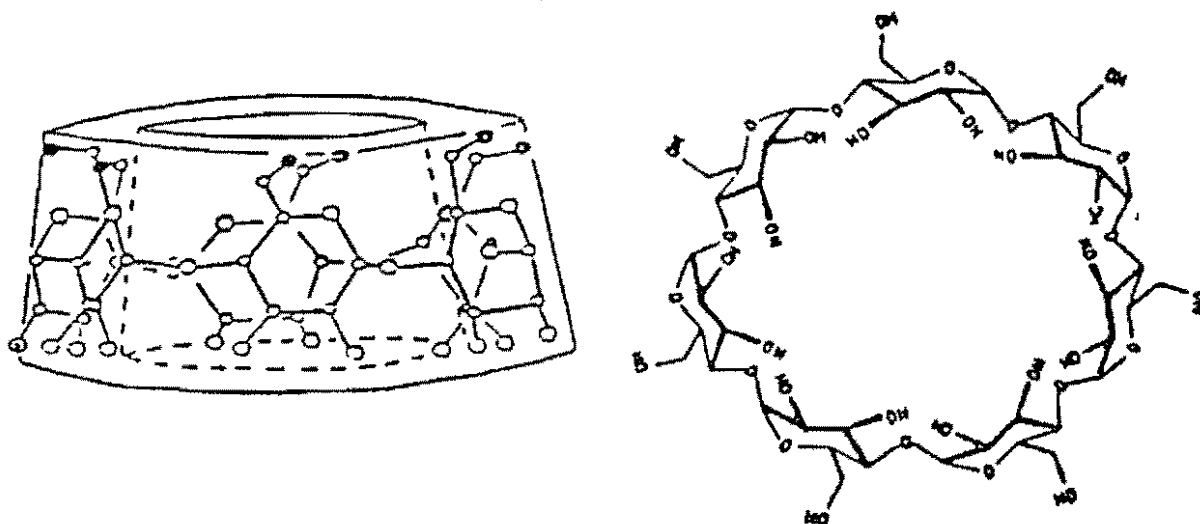
El Dr Allan R Hedges, Jefe del Departamento de Investigación y desarrollo de American Maize-Products Co (Amaizo) da una descripción de las ciclodextrinas y sus propiedades

Una enzima glicociltransferasa (CGT asa) es usada para actuar sobre granos de almidón produciendo  $\alpha$ -,  $\beta$  -,  $\gamma$  - ciclodextrinas consistentes

respectivamente en seis, siete y ocho unidades de glucosa. Esos monómeros se encuentran unidos en forma de anillo o rosquilla dando a las ciclodextrinas una estructura molecular la cual es relativamente rígida y tiene una cavidad interior con un volumen específico.

La tabla 2 provee algunas de las propiedades físicas de las ciclodextrinas y la figura 2 muestra la estructura química de las  $\alpha$ - y  $\beta$ -ciclodextrinas.

Fig 2 Estructura de las  $\alpha$  y  $\beta$ , ciclodextrinas (Amaizo)



Los grupos hidroxilos están orientados hacia afuera del borde como muestra la figura 3. Los grupos hidroxilos primarios polares proyectados fuera del eje y los grupos hidroxilos secundarios polares hacia la parte interna. Mientras la superficie externa presenta características hidrofílicas, la cavidad interna tiene una relativa alta densidad electrónica y características hidrofóbicas, debido a los hidrógenos y oxígenos glicosídicos orientados hacia la cavidad interna. Debido a la naturaleza hidrofóbica de la cavidad moléculas de tamaño adecuado interaccionan no covalentemente para formar complejos estables. Las  $\beta$ -ciclodextrinas pueden formar complejos de inclusión con sustancias saborizantes de peso molecular entre 80 y 250. Linder (1982) reportó que las moléculas de especies naturales de pesos cercanos a este rango están en capacidad de formar estos complejos<sup>7</sup>.

TABLA 2

PROPIEDADES DE LA CICLODEXTRINAS

TAMAÑO MOLECULAR(A)

<u>po de clodextrina</u>	<u>Unidades de Glucosa</u>	<u>Peso Molecular</u>	<u>Diametro Interno</u>	<u>Diametro Externo</u>	<u>Altura</u>	<u>Solubilidad</u>	
						<u>en Agua</u>	<u>(H<sub>2</sub>O,1%)</u>
α	6	973	5,7	13,7	7,0	14 50	150 5°
β	7	1135	7 8	15 3	7.0	1 85	162 5°
γ	8	1297	9 5	16 9	7 0	23 20	117 4°

## REFERENCIAS

- 1 FRENCH, D 1957 The Schrandinger dextrans In "Advances in Carbohydrate Chemistry", ed M L Wolfram, Vol 12, p 189 Academic Press, New York
- 2 SAENGER, W 1980 Cyclodextrin inclusion compounds in research and industry Angew Chemie, Int, Ed 19 344
- 3 PAGINGTON, J S 1987  $\beta$ -cyclodextrin The succes of molecular inclusion Chemistry in Britain, May, p 455
- 4 PSZCZOLA, D E 1988 Production and Potential Food applications of Cyclodextrins Fodd Technology, Jan p 96
- 5 NAGAMOTO, S 1985 Cyclodextrins Expanding the development of their funtions and applications Chem Econ & Eng Rev 17 (7-8) 28
- 6 HORIKOSHI, K Nakamura, N 1976 Purification and Properties of Cyclodextrin Glycosyl-transferase of an Alkalophilic Bacillus sp- Agr Biol Chem , 40 (9), 1785-1791.
- 7 LINDER, K 1982 Using Cyclodextrin aroma complexes in the catering Die Nahrung 26 (7-8) 675

## ABSTRACT

### CASSAVA STARCH IN ASIA

CHRISTOPHER WHEATLEY , CIAT

Thailand is the most important producer of cassava starch in the world, with a total production of approximately 860,000 ton per year, of which 560,000 is exported, mainly to Japan and Taiwan. Starch for export is produced in large scale (>100 tons/day cassava roots) processing plants and is of high quality. Starch for national use tends to be produced in older plant of smaller scale, and is of inferior quality. Thai industry uses cassava starch in a wide variety of products, for example mono sodium glutamate, glucose, noodles, paper, textiles, glues, plywood, pharmaceuticals and amino acids, especially lysine for use in animal feed concentrates. Demand for starch is increasing, especially in the textile industry. Recently, five plants for modifying cassava starch have entered production. Research on starch, including its modification, is carried out by, for example, the Thailand Institute of Scientific and Technological Research in close contact with industry.

Indonesia is the second most important starch producing country in Asia. Total cassava production is approximately 15 million tons per year, of which 10% is used for starch extraction. Starch is used for a wide range of industrial purposes, as in Thailand, especially that produced by large



and medium scale plants. However, small scale traditional starch processing at the family or village level is also very important. This starch is used for the manufacture of krupuk or prawn crackers, which form an important part of the diet in Java. Krupuk is made by steaming a dough made from starch, water, flavorings etc, and then slicing/shaping into small pieces before sundrying. The dried produce is consumed after frying, which causes a great expansion in volume.

Starch production is also important in the state of Tamil Nadu, India, where small to medium scale starch production is mainly a family business. In addition to starch, the production of sago (or tapioca) is also important. Sago is made by globulating partially dried starch. The globules are toasted (partially gelatinized) and used to make a range of desserts. The marketing of starch and sago is carried out by a cooperative (Sagoserve) formed by the individual businesses specifically for this purpose.

Some cassava starch is also produced in the Philippines, where a few large plants have largely replaced the small scale traditional processing units, and in Vietnam. The prospects for starch production are bright, especially in Thailand where industrial interest combined with research capability, in the area of starch modification, is expanding the range of products where cassava starch can be used.

PRIMERA APROXIMACION A UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS  
RESIDUALES DE LA RALLANDERIA DE YUCA DE SAN ANTONIO

Anibal Patiño R., Asesor CETEC

EL PROBLEMA

1- Es sabido que las aguas residuales de las rallanderías de yuca no sólo son contaminantes (altas DQO y DBO y acidez) sino tóxicas (presencia de HCN)

Según estudios de la C V C , las aguas residuales de las rallanderías del norte del Cauca presentan las siguientes características químicas

pH . . . . .	3.9 - 4.7	unidades
DQO . . . . .	9 100 0	ppm
DBO . . . . .	3 100 0	ppm
CIANUROS . . . . .	2 12	ppm
SOLIDOS TOTALES	5.740.0	ppm
SOLIDOS VOLATILES	4 870 0	ppm

2 Particularizando más, en marzo/91 la misma C V C hizo un muestreo en los efluentes de la rallandería de San Antonio y encontró los siguientes resultados

	pH	DQO	DBO	SOLIDOS SUSP TOTAL	CIANURO
Efluente lavado de yuca	5.7	1 040 0	342 0	670 0	No fué de terminado.
Efluente lechada de mancha	3.8	3 459 5	1 723 3	243 3	" "

3 Dado que en el Norte del Cauca funcionan cerca de 200 rallanderías pequeñas, su impacto ambiental negativo sobre las corrientes de agua es importante. De hecho, la ictiofauna de dichos ríos ha sido afectada en forma severa tanto cualitativa como cuantitativamente

4 Nuestra tarea consistía por tanto en los siguientes pasos

- 1) Construir un reservorio en tierra que alojara los 20 metros<sup>3</sup> de efluentes que se producen cada día,
- 2) Subir el pH del efluente
- 3) Reducir las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno,

- 4) Facilitar la volatización del HCN,
- 5) Recuperar la materia orgánica más gruesa para su empleo como bioabono
- 6) Propiciar la reoxigenación del efluente final.

### LA SOLUCION

- 1- Aún antes de que la autoridad ambiental (C V C ) exigiera tratar las aguas residuales de esta rallandería ( Res No 0546 de 1 990) CETEC había decidido someter dichasaguas a un sistema de tratamiento que se ajustara a las siguientes características
  - a) Funcionamiento intermitente
  - b) Poco espacio disponible
  - c) bajo costo,
  - d) Sencillo de construir, fácil de operar y de mantener,
  - e) Uso de materiales autóctonos,
  - f) Obtención de beneficios secundarios (bioabono y eventualmente bio-gas)
- 2- A principios de febrero/91 CETEC elaboró un diseño de la planta que fué presentado a la Asamblea de Socios de la Unión Comunitaria y recibió aprobación Las obras iniciales fueron construídas en 3 semanas por dos obreros, a un costo de \$ 60 000 oo, sin incluir el valor del - lote utilizado. Algunas obras complementarias han elevado este costo a \$ 100 000 oo
- 3 Las soluciones tentativas adoptadas fueron las siguiente
  - 1) Se excavó un foso en tierra de 23 metros<sup>3</sup> aproximadamente, a un lado del tanque de almacenamiento de la lechada de mancha Aquí las aguas residuales quedan retenidas durante 12 horas
  - 2) Se excavó un segundo foso unos 20 centímetros por de bajo del anterrior El líquido sobrenadante, después de abandonar este pozo, cae a la zanja de drenaje existente
  - 3) Para elevar el pH del efluente decidimos usar pequeños trozos de caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), colocados en dos trinchera de guadua situadas en el primer pozo cuya función es contribuir a neutralizar la acidez Posteriormente decidimos agregar lechada de cal ( $\text{Ca(OH)}_2$ )
  - 4) Al elevar el pH del efluente se posibilita la acción enzimática de micro-organismos sobre las partículas coloidales de almidón, se propicia la liberación del cianuro y se facilita la descomposición vía fermentación de la materia orgánica presente.
  - 5) En el segundo foso fueron intercaladas estructuras de guadua para frenar el flujo de la corriente, facilitar su aireación y completar la remoción del cianuro.

- 6) Como efecto de la fermentación metánica en el primer foso se forma una capa superficial ( nata ) que es removida periódicamente y depositada en dos aboneras o composteras
- 7) Está previsto construir a unos 100 metros abjo del segundo foso y sobre el lecho por donde fluye el efluente final, un pequeño es - tanque con plantas acuáticas que contribuyan a depurar aún más las aguas residuales

### RESULTADOS PRELIMINARES

De acuerdo a los análisis practicados por C V C despues de un mes de es - tar funcionando este sistema, los resultados han sido los siguiente

Remoción de la DQO . . . . .	64 6 %
Remoción de la DBO . . . . .	61 3 %
Remoción de la carga de sólidos totales .. . . .	83 3 %
Remoción de la carga combinada . . . . .	68.5 %
pH alcanzado . . . . .	4 9

### PROBLEMAS PENDIENTES

- Las instrucciones de operación y mantenimiento no siempre son cumplidas estrictamente por los operarios de la rallandería.
- Las aboneras han sido iniciadas por CETEC pero deben ser continuadas por . . los vecinos a quiénes pertenecen Está por verse su desempe ño.
- CETEC no dispone todavía de un equipo para análisis seriados in situ de las caractêrísticas del efluente final
- En julio próximo serán montados algunos bio-ensayos con peces para prue bas funcionales de la calidad del agua tratada
- Está pendiente el montaje de un pequeño biodigestor experimental según el diseño de UNESP - BOTUCATU, Brasil.

En el diseño y construcción de esta pequeña planta hemos intervenido el - suscrito y el Ingeniero Industrial Ricardo Ruíz C, ambos de CETEC.

Calí, Junio 19 de 1.991

COMUNICACION A NIVEL REGIONAL DEL CAUCA -CVC-  
LABORATORIO DE AGUAS

ANALISIS DE CARACTERIZACION DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Nombre del Establecimiento RAYANDERIA SANTANDER  
UNION COMUNITARIA SAN ANTONIO

Muestra No	Sitio de muestreo	Hora
<u>191</u>	<u>Efluente lavado de yuca</u>	<u>10 30 A M</u>
<u>192</u>	<u>Efluente canales de sedimentación</u>	<u>10 30 A M</u>
<u>193</u>	<u>Efluente sistema de tratamiento</u>	<u>10 30 A M</u>

Funcionarios Ingeniera Luisa M Baena y señor Alberto Noufoya

Fecha del Muestreo Marzo 13 de 1991

-PARAMETROS	CONCENTRACION (mg/l)				
	Nos.	<u>191</u>	<u>192</u>		<u>193</u>
pH (Unidades)		5 7	3 8	4 9	
Temperatura (C)		-	-	-	
Sólidos Suspensivos Totales		670 0	243 3	81 0	
Demanda Biológica de Oxígeno		342 0	1 723 3	365 0	
Demanda Química de Oxígeno	1	040 0	3 459 5	740 3	
Oxígeno Disuelto		355 0	215 0	55 0	
Grasas y/o Aceites		-	-	-	
Nitrogeno Total		63 0	91 0	41 9	
Fósforo Total		0 5	3 9	0 4	% REMOCION
-CARGA DE CONTAMINANTES (Kg/día)					
Caudal Medio (l/s)		0 48	0 37	0 85	
Carga DBO		7 09	27 55	13 40	61 3
Carga DQO		21 57	55 30	27 18	64 6
Carga SST		13 89	3 89	2 97	83 3
CARGA COMBINADA		25 81	40 69	20 96	68 5

-SISTEMA DE TRATAMIENTO

En funcionamiento SI  NO  Parcial  (Explique)

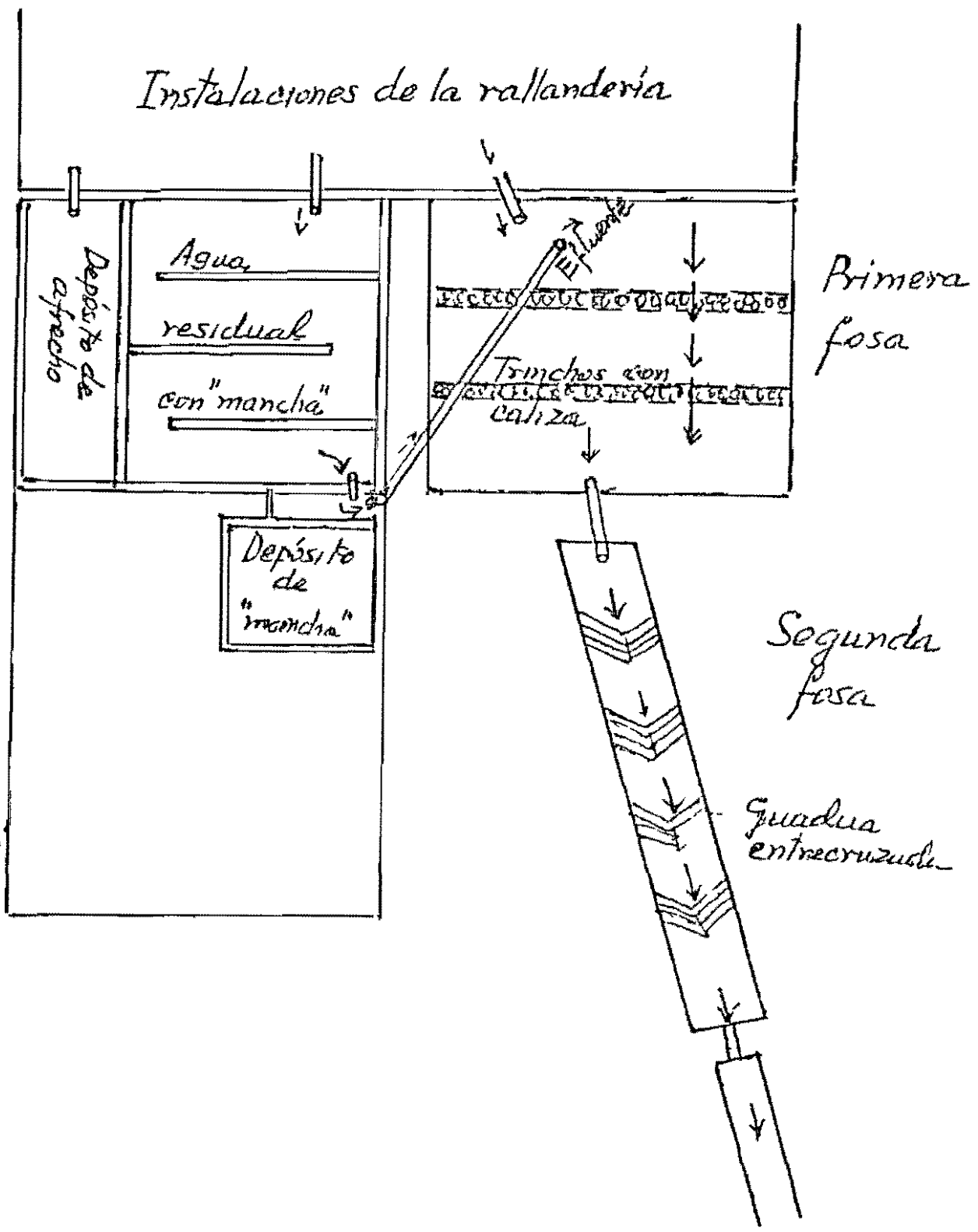
OBSERVACIONES

Jefe de Laboratorio

*[Signature]*

Fecha:

PROYECTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DE LA RALLANDERIA DE YUCA EN SAN ANTONIO ,(SANTANDER DE  
QUILICHAO)





## ENSAYOS PRELIMINARES SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE RALLANDERÍAS DE YUCA

Elvira Torres Bióloga Proyecto Biología CVC-C17

En el Norte del Cauca hay más o menos 200 pequeñas industrias productoras de almidón para panaderías y otros usos industriales. En 1979 la producción de almidón en esta región fue de 550 toneladas y partir de 27 000 toneladas de yuca. Los residuos sólidos del procesamiento de la yuca son usados para la elaboración de concentrados para animales o para alimentación directa de cerdos y por tanto no están disponibles para tratamiento.

Se realizaron 21 mediciones en 5 predios diferentes las cuales dieron los siguientes promedios:

DQO	9100 mg/l
DBO	3100 mg/l
Relación DQO / DBO	2,9 mg/l
Cloruros	212 mg/l
Sólidos totales	5740 mg/l
sólidos volátiles	4870 mg/l
pH	3,9 - 4,7
Temperatura	19 - 22°C

Las cantidades descargadas por las factorías están en el rango entre 16 a 43 m<sup>3</sup>/día produciendo entre 0,3 y 1,0 ton de almidón a partir de 1,2 a 4,0 toneladas de yuca/día con una producción de 55 - 150 kg DBO<sub>5</sub>/día.

Los resultados de la tabla interior indican que la digestión anaeróbica de este desecho es posible, la DQO (9000 mg/l) y DBO (3000 mg/l) del líquido son suficientes para permitir el tratamiento anaeróbico, sin embargo la relación DQO/DBO es alta lo cual indica que el sustrato no es fácilmente degradable.

Los resultados preliminares de un experimento batch con 20 l de l de echo a 31°C al cual se inoculó lodo de una metanocultura y se neutralizó a pH de 7 son:

DIA	pH	Ca(OH)(50%) ml	Inóculo ml	DQO(mg/l)	Cianuros mg/l
1	4.3		-	8840	2.46
18	6.9	420	500	7300	1.40
25	6.9			5190	0.84

Se observa una reducción del 40% en la DQO y 67% en el contenido de cianuros. La metanogénesis fue observada a partir del 6 día. No se realizaron mediciones. La relativamente baja concentración de DQO en el desecho y las grandes cantidades de agua empleadas en el proceso implica la necesidad de un sistema con tiempos de retención cortos, lo cual se aplica en el sistema UASB (Sistema Anaerobio de Flujo Ascendente).

En bioensayos realizados con Daphnia sp. (pulga de agua) se encontró que en el desecho crudo en concentraciones de dilución entre 10% y 100% la mortalidad fue del 100% después de tratado el desecho y con las mismas diluciones la mortalidad fue 0.

Uno de los problemas principales para implantar un sistema de tratamiento ha sido la discontinuidad con que trabajan en las tallanderías, pero es probable que uniendo varias descargas o con una descarga comunitaria, se pueda aplicar este sistema an eróbico que además brinda la alternativa de utilizar la energía producida para cocción de alimentos e iluminación.

LIVIRA TOPRES

Bióloga PROYECTO COLONIO ALIADO DE BIOMASA CVC (17)



## CONVENIO CETEC - CIPAV

ESCUELA VERDE      SAN ANTONIO - CAUCA

### ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS CON MANCHA Y AFRECHO DE YUCA

Liliana Ospina G    M.V.Z.

La mancha / el atrecho de yuca son subproductos que resultan de la extracción del almidón de yuca los cuales han sido utilizados de manera ocasional en la alimentación animal se consiguen con facilidad en la zona (Norte del Cauca) y la proporción en que salen de las rallanderías de yuca es de 1:10 (base húmeda), respectivamente. Ahora se pretenden emplear estos recursos en la alimentación de aves / cerdos con el fin de aprovechar su disponibilidad su potencial como fuentes de carbohidratos y superar o igualar la producción de huevos o carne a la de animales consumiendo dietas convencionales, además de observar la selectividad con este tipo de alimentos.

#### LEVANTE Y CEBA DE CERDOS

##### Objetivos:

- \* Evaluar la mancha y el atrecho solos / mezclados (1:1) como fuente energética en dietas de cerdos de engorde.

El ensayo consistió en alimentar 27 cerdos mestizos durante las fases de levante / rinalización con 500 g/d de suplemento proteico / libre acceso a

- \* Mancha
- \* Mancha / Atrecho (1:1, base seca)
- \* Afrecho

Los animales fueron distribuidos por peso en 9 corrales, de manera que cada tratamiento tuviera 3 repeticiones. Tuvieron 7 días de acostumbramiento a la dieta diariamente el alimento se suministraba húmedo pero las cantidades ofrecidas / rechazadas se registraban en base seca. Los animales fueron pesados cada 14 días y no se les realizó ninguna práctica sanitaria diferente a la del aseo diario. Las excretas llegaban a la caja de carga de un biodigestor de flujo continuo.

##### Resultados

En la Tabla 1 se puede apreciar que la mejor respuesta tanto biológica como económica la obtuvieron los animales que consumieron la mezcla de ambos subproductos siendo parecidas las respuestas biológicas con la mancha de yuca pero considerablemente diferentes con el atrecho. Algo similar puede acreciarse también en el rendimiento económico siendo muy bajo para el tratamiento con atrecho de yuca como única fuente energética. Ver tabla 1. Consumiendo estos subproductos no se observó en los animales ningún tipo de patología.

## Observaciones.

Debe considerarse que los costos de alimentacion pueden disminuirse significativamente si en las inmediaciones de las rallanderias se encontraran las instalaciones para la produccion de cerdos ya que este diseño permitiria utilizar los materiales frescos evitando los costos del secado / además los de transporte.

Tabla 1 Concomitamiento de los cerdos alimentados con mancha / afrecho de yuca

	MANCHA	AFRECHO (1:1)	MANCHA	AFRECHO
Peso vivo (kg)				
Inicial	27.6	27.6	27.6	27.5
Final	87.3	85.6	85.6	84.7
Ganancia diaria	0.451	0.427	0.427	0.356
Consumo kg/día				
Mancha	0.8	1.7	--	--
Afrecho	0.8	--	--	1.7
Suplemento	0.5	0.5	0.5	0.5
Costo dieta/día (\$) 207				
Valor incremento/día (\$) 225				
Rentabilidad % 8.2				

Kilo de carne de cerdo en pie a \$720.00

Los mejores resultados tanto biológicos como económicos, se obtuvieron cuando se utilizaron simultáneamente las dos fuentes mancha afrecho. Sin embargo debe buscarse la proporción mancha afrecho que optimice la ganancia económica. La rentabilidad puede mejorar notablemente si se buscan alternativas en la comercialización del cerdo y en la consecución del mismo.

## ALIMENTACION DE GALLINAS EN LA FASE DE POSTURA

### Objetivos.

- \* Utilizar los subproductos de la rallanderia de yuca (afrecho / mancha) en la alimentacion de gallinas ponedoras
- \* Determinar el consumo promedio de alimento en gallinas alimentadas con mancha y afrecho de yuca durante la fase de produccion
- \* Calcular el óptimo económico de gallinas en producción alimentadas con mancha / afrecho de yuca
- \* Determinar el porcentaje de postura en gallinas alimentadas con mancha / afrecho de yuca

El ensayo inicio con 40 gallinas de la linea Lohmann Brown para ser alimentadas durante la fase de produccion con 45 g/d de suplemento proteico del 30% / proporciones de

\* Mancha Afrecho (1 1 base fresca)

\* Mancha Afrecho (1 2 base fresca)

/ 2) gallinas de la misma linea y edad como tratamiento testigo alimentadas con un concentrado del 15.5% de proteina

Fueron distribuidas en 6 corralitos de 10 aves cada uno de manera que cada tratamiento tuviera 2 repeticiones tuvieron 15 dias de acostumbramiento a la dieta Las gallinas fueron pesadas cada 11 semanas para controlar peso corporal / contrastarlo con las comerciales la produccion de huevos se registró diariamente y cada semana se pesaban 10 huevos de cada tratamiento y se registró el consumo de todos los alimentos por corralito Se vermifugaron cada 4 meses / la mortalidad que se obtuvo fue igual a la esperada (5%) La cama se cambio semanalmente / la gallinaza se utilizo como abono orgánico en los cultivos de la misma oranja

### Resultados.

Las aves tuvieron una curva de postura / de consumo de materia seca similar a la de e plantaciones comerciales pero ligeramente inferior El mejor resultado tanto biológico como economico sigue siendo con la dieta convencional no obstante las aves que consumieron mancha / afrecho en proporción 1.2 tuvieron un comportamiento superior aunque no significativo al de las aves del tratamiento 1 1 Ver tablas 2 / 3

Tabla 2 Efecto de la mancha / el afrecho de yuca como unica fuente de carbohidratos en ponedoras semipesadas

	TESTIGO	MAN AFF (1 1)	MAN AFF (1 2)
Peso vivo (kg)			
Inicial (18 semanas)	1.48	1.41	1.42
Final (60 semanas)	2.04	1.84	1.87
Postura (%)			
Fico	95	82.9	78.6
Ave-dia	74.4	52.8	59.6
Consumo (g/d)			
Concentrado	117.2	--	--
Mancha	--	33.6	16.9
Afrecho	--	33.6	50.8
Suplemento	--	41.4	41.4
M S Total	117.2	108.7	109.1
M S /huevo	152.1	205.9	183.1

## CULTIVO DE LA YUCA EN LADERAS Y FORMAS ORGANIZATIVAS

### DE LOS AGRICULTORES EN SAN ANTONIO - CAUCA

Gentil Romero - CETEC.

La vereda de San Antonio, Cauca esta localizada a 1 050 metros S N M , en el predomine de la cordillera Occidental, a unos 8 Kms de la cabecera Municipal (santander de Quilichao) zona de ladera con pendientes entre el 20 - 60%. Su poblacion es de cerca de 3 000 personas

Hace cerca de 5 años se construyo en San Antonio una rallandería con el grupo Asociativo La Unión Comunitaria de San Antonio. Este hecho ha motivado el trabajo colectivo, en términos económicos , además de generar empleo (3 puestos permanentes) posibilita el mercado directo de la yuca cultivada en la vereda prescindiendo de los intermediarios

El 90% de la yuca cultivada en la zona se utiliza para la producción de almidón

Con el propósito de establecer la cadena directa en este proceso de la agroindustria del almidón de yuca y sus derivados, CETEC impulsó el desarrollo de innovaciones tecnológicas en el cultivo de la yuca de esta zona, caracterizada por el minifundio con baja productividad dadas las practicas agrícolas que se llevaban a cabo anteriormente

Se realizó inicialmente una evaluación del sistema de cultivo tradicional lo cual nos llevó a trazarnos los siguientes objetivos

Desarrollar innovaciones tecnológicas en las áreas de manejo de aguas, suelos y creación de maquinaria o herramientas, que permitan impulsar el potencial agronomico de la localidad

- El proceso de innovación que lleve consigo el aspecto de capacitación permanente del agricultor para desarrollar tecnologías apropiadas a las condiciones locales y para fortalecer el proceso organizativo de los grupos que lleve a cabo estos proyectos se deben promover actividades relacionadas con la educación ambiental para generar actitudes que permitan un manejo más racional de los recursos naturales.

Para el desarrollo de los objetivos se adelantó un trabajo en conjunto con los técnicos de CIAI-CVCI para elaborar una propuesta tecnológica adaptada a las condiciones del cultivo de yuca en zona de ladera donde son comunes los procesos de erosión acelerada o antropica.

Como resultado de las discusiones se conformó una propuesta técnica que se ha desarrollado en las parcelas de los agricultores.

Se propuso entonces esta idea a los agricultores quienes en muchos casos no estuvieron de acuerdo con algunas de las sugerencias. Se optó por un compromiso que consistió en que si bien el agricultor cultiva su lote en la forma que él propone también permite que en un espacio no mayor de 500 m<sup>2</sup> se aplique la recomendación de los técnicos con el fin de que posteriormente se puedan confrontar resultados.

Para la ejecución del programa fue necesario abrir un crédito Rotatorio con cada grupo familiar a través de (Anexo No. 1) ya que de otra forma era prácticamente imposible hacer las inversiones requeridas por la falta de recursos del campesinado en cuestión.

A continuación presentare la propuesta general para el cultivo de la yuca en zona de ladera.

### OBJETIVOS DE LA PROPUESTA GENERAL

Plan estacional hídrico para solucionar los problemas que se presentan con el manejo de los cultivos y de los suelos en la zona podemos presentar como objetivos fundamentales de la propuesta los siguientes:

### Trazamiento de caballones

Se harán en curvas a nivel

### b) Planificación de la siembra

Siembra de la yuca Se sembrarán estacas de 25-30 cms de largo (6-7 yemas), en forma vertical y con inclinación de  $60^{\circ}$  -  $70^{\circ}$

Distancia de siembra Distancia entre plantas entre 0.70 mts-0.80 m y distancia entre surcos de 1.0m

Siembra de cultivo asociado Se sembrará una leguminosa frijol caupi (*Vigna sinensis*, *V umbiculata*) Estará plantado en medio de los surcos de yuca a 0.50 m entre plantas

### c) Barreras para control de erosión

Se utilizarán barreras vivas sembrando surcos dobles y de acuerdo a la pendiente del terreno cada 10 metros para los de más de 15% de pendiente y cada 15 metros para los de menor pendiente (12%)

Estas barreras serán las siguientes

- PINA (*Ananas comosus* (L) Merryl)
- CANNAVALIA (*Cannavalia ensiflora*)
- GUANDUL (*Cajanus indicus* spr)
- CITRONELA (*Sintopogon nardus*)

Se utilizan estas plantas ya que son resistentes a suelos ácidos y a escasa pluviosidad (1 500 mm de precipitación anual), además se trató que estas barreras tuviesen una utilidad para los cultivadores

Aporramiento de la yuca Esto permite la formación de barreras cada metro que frenará el impulso del agua y adicionalmente proporciona una mejor absorción del agua por parte de la planta

- a) Aumentar la productividad de la yuca
- b) Mejorar el contenido y la calidad del almidón en la yuca
- c) Mejorar la utilización y conservación de los suelos
- d) Seleccionar las mejores variedades de yuca para la región que tengan las características siguientes: Alta producción, alto contenido (uso industrial y consumo humano)
- e) Introducir innovaciones tecnológicas para el impulso de tecnologías apropiadas dirigidas a hacer más eficiente el cultivo de la yuca y el manejo de los suelos
- f) Disminuir los costos de inversión en los cultivos.

### PROPUESTA GENERAL

Para el desarrollo de los objetivos anteriores se diseñó la siguiente propuesta general siguiendo las evaluaciones llevadas a cabo por el CIAT (1), en la región de Mondomo y cuyos resultados fueron satisfactorios en el manejo de suelos de ladera cultivados con yuca (Manihot esculenta Crantz)

#### a) Preparación del lote

##### Desmonte y desyerba

Se hace manualmente utilizando herramientas tales como palas, machete y hachas

##### Arado y Rastrillado

Se utiliza maquinaria agrícola (tractor) Profundidad de preparación 15 - 20 cms

##### Control de acidez

Se utiliza de cal dolomítica antes de rastrillar 500-600 Kg por Ha

##### Aplicación de abono

Se desarrolla con base en NPK (10-20-20) + B Uso de microelementos por aspersión 300 kgs/Ha

Construcción de canales Se construirán en los alrededores de los lotes para recibir el agua de escorrentía y dirigirlas hacia reservorios

d) Control del cultivo

Maleza Se harán desyerbas manuales y de acuerdo al porcentaje de enmalezamiento. Se realizará hasta que el cultivo asociado cubra suficientemente el espacio entre surcos de yuca y la incidencia de la maleza sea mínima. Al cortarse forman un colchón protector del suelo que al descomponerse forma materia orgánica que aporta al suelo y también hace que se tenga menor evapotranspiración.

Plagas y enfermedades. Basado en el ítem No. 4 se desarrollará control integrado de las principales plagas detectadas en la región y que causan daño económico en la yuca, como en el caso de la "MOSCA BLANCA" (*Aleurothracellus* sp.) y los trips (*Flacothripidae*). Se aplican extractos de plantas insectiles: p.e. Tabaco (*Nicotina tabacum*) y ajo (*Allium sativum*). Además se hacen liberaciones de predadores naturales tales como, *trichograma* y *polystex*, este último se colecta en la región y es predador natural de huevos de *Aleurothracellus* sp.

Por otro lado se trata de controlar la "hormiga arriera" (*Atta* sp.), Orden Himenóptera, Fam. Formicidae sub-familia Mirmicinae con la siembra alrededor de los lotes de una leguminosa llamada *Cannavalia* (*Cannavalia ensiflora*) que al ser ingeridas las hojas por la hormiga, les produce la muerte (tiene un alto contenido de cianuro). También se hacen ensayos con hoja de cabuya (*Agave americana*) para el control de la hormiga.



## R E S U M E N

El programa se inicio con la participacion de 5 grupos familiares en el primer ano, para el segundo ano el numero aumentó a 22 familias y en este momento participan 41 grupos familiares con un area apróximada de 30 Ha.

Los resultados en produccion han sido buenos obteniendo un promedio de 15 toneladas por Ha. logicamente se deben solucionar algunos aspectos en la propuesta tecnologica como es la seleccion de semilla, el cumplimiento por parte del agricultor del cronograma de manejo del cultivo y el desarrollo del control integrado de plagas. Para poder aspirar a lograr una produccion promedio de 25-30 ton por Ha que sería muy buena para la region.

### ASPECTOS ORGANIZATIVOS

En los aspectos organizativos se está trabajando en la creación de la asociación de cultivadores de San Antonio con el objetivo de generar un proceso organizativo que permita a la comunidad intervenir con mejores posibilidades en el mercado tanto para la compra de insumos como para la venta de sus productos.

Por otro lado los agricultores llevan un registro que les permite contabilizar los jornales y el dinero invertido en la siembra y poder así establecer la rentabilidad del cultivo.

Se está intentando además que se valore el trabajo de la mujer y el niño ya que el 70% de las labores prácticamente las realizan ellos pero al momento de la cosecha es el padre de la familia quien recibe todo el dinero por la venta del producto y en la mayoría de los casos no les da ninguna participación.



# C E T E C

Corporación para Estudios Interdisciplinarios  
y Asesoría Técnica

Calle 4B No 38 35 Teléfono 577018  
Avenida Aérea 26279 Cali Colombia

## CONVENIO PARA FONDO ROTATIVO DE CREDITO PARA

### C U L T I V O S

Entre El Grupo Asociativo "Unión Comunitaria de San Antonio" con la asesoría de la Corporación para Estudios Interdisciplinarios y Asesoría Técnica - CETEC, representada por el Sr ALBERTO RODRIGUEZ P identificado con la cédula de ciudadanía No. 19 247.920 de Bogota, en el marco del Programa del Fondo Rotatorio de San Antonio, y los señores

Se convienen los siguientes puntos

1 Los señores

conforman un grupo para el cultivo de yuca en forma asociativa en un lote de aproximadamente m<sup>2</sup>, ubicados en , Municipio de Santander de Quilichao departamento del Cauca

2 Dicho lote es propiedad del grupo y no tiene ningún costo por arrendamiento

3 El Grupo Asociativo Unión Comunitaria San Antonio con la asesoría de CETEC, se compromete a abrir un cupo de crédito rotativo al grupo de agricultores mencionado por un valor máximo de , con el siguiente destino específico

3 1 Costo hasta ( ) horas/tractor por

3 2 Una partida para abonos hasta por

3 3 Una partida para semillas (yuca, frijol, maíz otras) hasta por

4 Las condiciones bajo las cuales se otorga el crédito arriba mencionado son las siguientes

4 1 Se entregaran en calidad de crédito únicamente aquellos montos que efectivamente se requieran para cada uno de los rubros previstos en los puntos 3 1, 3 2 y 3 3.

4 2 Este crédito se otorga sin interés monetario para su restitución, dado el carácter del Fondo Rotatorio, se debiera hacer en especie , es decir vencido el plazo de la cosecha, el grupo restituirá al Fondo Rotatorio

- El valor equivalente a esa fecha para horas/tractor

- El valor equivalente a bultos de abono bultos de cal dolomítica

- El valor equivalente a galones de nutrimins

- El valor equivalente a la cantidad de semilla utilizada en el cultivo

5 CETEC se compromete a facilitar la asesoría técnica necesaria para el establecimiento de cultivos asociados, participación y preparación en un programa de control biológico, desarrollando prácticas de cultivo donde intervengan factores que no contaminen el medio ambiente

Cria y reproducción de insectos benéficos, conocimientos y usos de plantas repelentes y con propiedades insecticidas, procesos biológicos en el manejo de abonos orgánicos

Técnicas para el manejo de los cultivos que tienen que ver con Manejo de variedades rendidoras en la producción de almidón, distancia de siembra, usos posteriores del suelo .

6 El Grupo se compromete a aportar su mano de obra para las labores de siembra de los cultivos, siembra de barreras vivas, montaje de los cultivos asociados, montaje de aboneras orgánicas incluida la producción y reproducción de lombrices de tierra, - deshierbas, aporques, uso de control biológico de plagas, conocimiento y control de enfermedades. .etc.'

7 Todos los productos obtenidos de la siembra son propiedad del grupo y serán distribuidos de acuerdo a los tiempos de trabajo en el cultivo desarrollados por los socios.

8 La cosecha debe ser vendida en su totalidad al Grupo Asociativo de la Rallandería de San Antonio.

9. La diversidad de opiniones frente al establecimiento y desarrollo de los cultivos (yuca & asociados) se discutirá y aprobará de acuerdo con los resultados del curso teórico-práctico que se realiza en los lotes experimentales con la presencia de los antiguos y nuevos socios del Fondo Rotatorio, acogiendo las técnicas que globalicen la especificidad de los lotes y las técnicas que garanticen un incremento en la producción con la preserva-ción de los suelos

También se solicita cosechar cuando el cultivo cumpla su ciclo vegetativo

Para constancia se firma en San Antonio (Cauca)

DIMAS BALANTA

Presidente

Por el Grupo Asociativo  
Unión Comunitaria de  
San Antonio

Por el Grupo Asociativo de  
Cultivadores de Yuca

POR CETEC  
ALBERTO RODRIGUEZ P