

40708

1958





PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO

FASE II O DE PROYECTO PILOTO

INFORME ANUAL

(1 JUNIO 1989-30 JUNIO 1990)

UN PROYECTO FINANCIADO POR EL CIID

INSTITUCIONES PARTICIPANTES:

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FONDO DE DESARROLLO RURAL INTEGRADO (DRI)

JULIO 1990

## CONTENIDO

TEMA	PAGINA
I. ANTECEDENTES	3
II. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
III. ESTRATEGIAS O AREAS DE TRABAJO	5
IV. ACTIVIDADES EJECUTADAS	
A. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA PILOTO	6
B. DESARROLLO DE LA PRODUCCION DE YUCA	8
C. DESARROLLO DEL MERCADO	9
D. INVESTIGACION DE APOYO	
1. DESARROLLO DE PRODUCTOS	11
2. MEJORAMIENTO DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO	12
3. DESARROLLO DE EQUIPOS DE MOLIENDA Y DE CLASIFICACION	12
4. ESTUDIOS DE ALMACENAMIENTO	12
5. DESARROLLO DE SISTEMAS DE MEDICION DE HUMEDAD	13
6. ESTUDIOS DE ELIMINACION DE CIANURO	13
E. PRECIOS, COSTOS, Y RENTABILIDAD FINANCIERA	14
F. OTRAS ACTIVIDADES	16
V. PLAN DE ACTIVIDADES SEGUNDO AÑO	16
ANEXOS: INFORMES TECNICOS	
1. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA PILOTO DE HARINA DE YUCA	
2. DESARROLLO DE LA PRODUCCION DE YUCA	
3. DESARROLLO DE MERCADOS	
4. DESARROLLO DE PRODUCTOS	
5. MEJORAMIENTO DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO	
6. DESARROLLO DE EQUIPOS DE MOLIENDA Y CLASIFICACION	
7. ESTUDIOS DE ALMACENAMIENTO	
8. DESARROLLO DE SISTEMAS DE MEDICION DE HUMEDAD	
9. ESTUDIOS DE ELIMINACION DE CIANURO	

## I. ANTECEDENTES

El proceso de urbanización de los últimos 40 años en América Latina ha producido cambios en los hábitos alimenticios: los alimentos básicos rurales farináceos como maíz, plátanos y raíces han dado vía a alimentos urbanos más convenientes como el arroz y productos procesados en base a trigo como pan y pasta.

Aunque la yuca está bien adaptada a los trópicos y es una muy eficiente productora de carbohidratos, el proceso de urbanización ha golpeado la demanda en su mercado debido a su rápida perecibilidad que hace que, en el contexto urbano, la yuca sea un producto costoso y con problemas de calidad.

La yuca se cultiva principalmente por pequeños agricultores en América Latina, usualmente bajo condiciones edafoclimáticas marginales y en asociación con otros cultivos como el maíz. Debido a la demanda inelástica en el mercado urbano de yuca fresca, el mercado principal, la tecnología mejorada de producción no impactará el ingreso del pequeño agricultor a no ser que se identifiquen y desarrollen nuevos mercados para productos de yuca.

La yuca se puede procesar en una harina de alta calidad para ser utilizada como sustituto parcial o total de otras harinas y almidones en formulaciones de menor costo. Por las características de la producción de yuca (pequeños agricultores), proyectos anteriores a gran escala han fracasado principalmente por falta de suficiente materia prima. La estrategia actual es la de crear pequeñas plantas de harina de yuca en zonas en donde la yuca sea un cultivo importante.

El enlace de la producción de yuca con la sustitución de harinas en mercados en crecimiento puede proveer un precio piso o mínimo para la yuca y una oportunidad para expandir la producción e ingresos de los pequeños productores.

CIAT ha desarrollado una tecnología para diseñar e implementar Proyectos Integrados de Yuca en un país o región, consistente en:

- (a) una etapa de Macroplaneación en la cual uno o más productos de yuca con potencial de mercado son identificados, seguida por
  - (b) una etapa de Desarrollo de Productos en tres fases para cada producto de yuca en potencia:
    - (i) la Fase de Investigación, en la cual la tecnología de producción y procesamiento se desarrolla y se determinan oportunidades de mercado
    - (ii) la Fase de Proyecto Piloto o Mercado de Prueba, en la cual el producto se elabora y comercializa en pequeña escala bajo condiciones reales del mercado;
- Y

- (iii) la Fase de Comercialización, en donde la comercialización del producto se expande.

Todas las actividades incluídas en esta metodología corresponden a las funciones de producción, procesamiento y mercadeo.

La etapa de desarrollo de productos para harina de yuca se inició en la Fase de Investigación o Fase I de este proyecto, cuyo objetivo principal era el de determinar las condiciones técnicas y económicas requeridas para el desarrollo de la agroindustria rural de harina de yuca. La Fase I incluyó estudios del sistema de producción de yuca y de mercadeo en la Costa Atlántica de Colombia, ensayos en fincas de tecnología mejorada de producción de yuca, estudios económicos de la industria molinera y de panadería, el desarrollo de una planta procesadora a pequeña escala para la producción de harina de yuca de alta calidad, y ensayos a nivel de laboratorio y de aceptación por parte del consumidor de productos de panadería en base a harina compuesta.

A grandes rasgos, el proceso diseñado consta de los siguientes pasos: selección y adecuación de las raíces de yuca, lavado y pelado mecánico, trozado, secado artificial, premolienda, molienda y clasificación y empaque.

Los resultados de este trabajo indican que, bajo las estructuras de precio y costos de la yuca y trigo prevalecientes en Colombia, es económicamente factible producir harina de yuca a un precio competitivo comparado con harina de trigo. Consecuentemente, se propuso seguir a la Segunda Fase o Fase de Proyecto Piloto. Es importante anotar que en la Fase de Investigación se pensaba que el mercado principal sería panificación, sustituyendo la harina de trigo por la harina de yuca en un 15%. Sin embargo, debido a que el panadero percibe un riesgo alto de desmejorar la calidad de su producto al utilizar harina de yuca, se decidió enfocar la Segunda Fase hacia otras categorías de alimentos en donde la harina de yuca no presentara desventajas funcionales.

## II. OBJETIVOS DEL PROYECTO

La segunda fase del proyecto, la cual se ejecuta por parte del CIAT, Universidad del Valle, y el Fondo de Desarrollo Rural Integrado (DRI), busca integrar los componentes de producción, procesamiento y mercadeo del sistema de harina de yuca bajo las condiciones socioeconómicas reales de una región cultivadora de la yuca. Los resultados serán utilizados por el DRI, si es del caso, para promover la réplica de las plantas rurales procesadoras de harina de yuca y la utilización del producto en la industria alimenticia nacional.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- implementar, ajustar y evaluar, a escala piloto en un contexto rural, la tecnología desarrollada para la producción de trocitos secos de yuca y harina de yuca

- ensayar, a escala comercial, y demostrar a agricultores, la tecnología mejorada y sostenible de producción de yuca en asociación con ñame y/o maíz en la región de la Costa Atlántica, asegurando también así, un suministro adecuado de raíces para la planta piloto
- identificar y estudiar los mercados para la harina de yuca y promover su uso en estos mercados
- estimar la factibilidad de establecer una agroindustria rural de harina de yuca

### III. ESTRATEGIAS DE TRABAJO

Las actividades a implementarse durante la Fase II en las áreas de procesamiento, producción y mercadeo son las siguientes:

#### Procesamiento

La tecnología desarrollada para la producción de trocitos secos y harina de yuca se implementará y evaluará en una planta piloto rural manejada por una cooperativa de agricultores con asistencia inicial por parte del CIAT y el DRI. El escenario de la planta se escogerá usando criterios apropiadas y la planta será construída por una firma local.

La operación de la planta aportará datos confiables sobre costos de producción variables y fijos, y suficiente producto para promoción entre clientes potenciales. El principal parámetro para medir la eficiencia de la planta será el factor de conversión de raíz a trocitos secos, el cual debe estar cerca a 2.75:1. Se pondrá especial atención al seguimiento de la calidad microbiológica del producto final. Las modificaciones al proceso se introducirán de acuerdo a los resultados obtenidos durante el primer año de operaciones.

La planta piloto producirá inicialmente trocitos secos de yuca los cuales se molerán por contrato en un molino de trigo comercial localizado en Barranquilla o Medellín. La evaluación económica y técnica de dos sistemas de molienda a pequeña escala, un molino de martillos mas un tamiz cilíndrico y un molino de rodillos con un tamiz oscilante horizontal, se efectuará con la perspectiva de producir la harina de yuca en la planta. El equipo de molienda más apropiado se transferirá a la planta piloto.

#### Producción

Se llegará a un acuerdo con agricultores locales para suministrar la materia prima para la planta piloto usando tecnología mejorada y sostenible de producción de yuca en asociación con maíz y ñame. Se hará una evaluación comparativa de los sistemas tradicionales y mejorados de producción de yuca en términos de rendimiento y costos de producción para obtener una indicación de la habilidad

del campesino en la implementación de métodos mejorados de producción. Este uso de tecnología mejorada a escala semicomercial o de preproducción también ofrecerá la oportunidad de demostrarla a extensionistas y agricultores.

### Mercadeo

Se realizará un estudio de mercados a nivel nacional, regional y local para identificar usuarios potenciales de la harina de yuca entre procesadores de alimentos. Un grupo de categorías de alimentos que incluyan materias primas farináceas en su formulación serán seleccionadas a priori y los procesadores correspondientes se encuestarán en dos etapas. En la primera etapa se obtiene información general respecto a las industrias (tipos de productos, procesos, volúmenes y precios de materias primas, etc.) y se suministra una muestra de harina de yuca para uso en ensayos de sustitución. Posteriormente, en la segunda etapa, los procesadores reportarán sobre los resultados obtenidos, el nivel de sustitución, y su intención de compra. Esta investigación debe identificar categorías de alimentos a los cuales se debe dirigir la producción de la planta piloto. Es posible que sea necesario efectuar ensayos en mayor escala con estos clientes.

Para procesadores de alimentos a pequeña y mediana escala sin la infraestructura para llevar a cabo el desarrollo de productos, UNIVALLE será responsable por los estudios de laboratorio referente a formulaciones de productos a ser utilizadas en trabajo promocional y para asistencia técnica a estos procesadores. Inicialmente, los estudios se concentrarán en la inclusión de harina de yuca en manjarblanco, fideos, coladas y galletas. El estudio de mercados indicará otras prioridades en el desarrollo de productos.

## IV. ACTIVIDADES EJECUTADAS

### A. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA PILOTO

El establecimiento de la planta piloto en la Costa Atlántica comenzó con la selección del sitio y la organización campesina coejecutora del proyecto. Los siguientes criterios se usaron para seleccionar un escenario apropiado para la planta piloto: disponibilidad de tierras, potencial para aumentar los rendimientos de la yuca, disponibilidad de raíces de yuca, potencial para obtener yuca durante la mayor parte del año, infraestructura de servicios, proximidad a mercados terminales, presencia institucional, importancia socioeconómica de la yuca, y apoyo institucional actual. Se propusieron seis escenarios en la Costa Atlántica originalmente pero se descartaron dos. Se diseñó e implementó un cuestionario para recoger información en las cuatro sedes restantes: Chinú (Córdoba), San Juan de Betulia (Sucre), Palmar de Varela (Atlántico), y Pivijay (Magdalena), con el fin de evaluarlas de acuerdo a los criterios anteriores. La selección del sitio se efectuó entre Febrero a Marzo de 1989 y se

escogió a Chinú (Corregimiento de los Algarrobos) para realizar la obra; como coejecutora se vinculó a COOPROALGA (Cooperativa de Productores de los Algarrobos). Chinú cuenta con tres cooperativas de agricultores. COOPROALGA opera en la actualidad una planta de trozos de yuca para alimentación animal.

Internamente en el CIAT se hizo un diseño preliminar de la planta piloto con capacidad para 300 ton, la cual se entregó a una firma de arquitectos de Sincelejo en Junio 1989, contratada para efectuar el diseño final (planos arquitectónicos, hidráulicos y eléctricos, cantidades de obra y presupuesto). El presupuesto del primer diseño propuesto, incluyendo obra y equipos, sumaba US\$ 80.000, por lo que se optó por abaratarla y rebajar su capacidad a 150 ton., con un costo de cerca a US\$ 48.000. Este diseño final se entregó a finales de Julio 1989 y prevee incrementos futuros en la capacidad de la planta, los cuales serán posibles a bajo costo ya que consisten en la ampliación de las cámaras de secado artificial principalmente.

En Agosto y Septiembre de 1989 se solicitaron y obtuvieron tres cotizaciones para la construcción de la obra y se escogió una firma de ingeniería civil de Sincelejo con amplia experiencia. Posteriormente, se propusieron obras adicionales menores. La obra se construyó de Enero a Marzo de 1990 con la supervisión de un interventor (maestro de obra) local y del interventor (ingeniero civil) del CIAT. En Abril se efectuó el traslado y montaje de los equipos y el arranque de la planta se inició el 23 de Abril. El arranque de la planta se atrasó dos meses con respecto al cronograma original; este atraso se debió principalmente al rediseño que fue necesario para rebajar el costo de la planta y a la demora en obtener las cotizaciones para la construcción.

Desde esta fecha, se han hecho pruebas y ajustes en la operación de los equipos y se ha organizado y capacitado al personal de la planta. El personal está conformado por un Jefe de Planta, un Jefe de Producción, 3 operarios y un vigilante. Este personal fue seleccionado por el Consejo de Administración de COOPROALGA.

En el arranque se capacitó al personal de la planta en el manejo del proceso por parte del representante de CIAT en Chinú y un técnico de CIAT, quien permaneció por espacio de un mes en la zona. El administrador de la planta, Calixto Arcía, recibió además capacitación especial en el CIAT en las áreas de procesamiento, control de calidad, estructura de costos, precios y mercadeo, y participó en la reunión anual del proyecto en el CIAT.

Algunos equipos (lavadora, picadora, premoledora, mesa de selección, carrito) fueron diseñados, adaptados o mejorados con la participación de la Universidad del Valle y fueron construidos en Cali y Palmira. El sistema de generación y transmisión de calor (quemador de carbon coke, ventilador, motor y ducto) fué vendida por una empresa en Bogotá. Los equipos fueron reformados o ajustados de acuerdo a la exigencia del proceso. La lavadora

se selló para evitar escapes de agua, los carros de transporte fueron reforzados en sus estructuras y se mejoró el acabado de las cámaras de secado. A la premoledora se le reforzó con soldadura el ajuste entre las mallas y los rodillos, al quemador del carbón se dotó de una parrilla adicional para la combustión de carbón mineral. Durante el funcionamiento de la planta se continuará con la evaluación de los equipos.

El suministro de agua a la planta piloto se ha convertido en un cuello de botella. Originalmente, se pretendía obtener agua de un pozo construido por el DRI que sirve a dos corregimientos. Sin embargo, el corregimiento en donde se localiza el pozo se niega a suministrar agua a la planta, alegando falta de capacidad. A pesar de que un funcionario del DRI habló con el alcalde del corregimiento aludido, ha sido imposible este suministro de agua.

Como reacción a este problema, para dotar de agua a la planta piloto se construyeron dos pozos someros de 10 metros de profundidad en un acuífero localizado a 2 kms de la planta piloto. El servicio aún no se ha instalado en la planta por falta de presupuesto para la acometida de la tubería y compra de la motobomba. Se pretende suministrar agua tanto a la planta como a la comunidad de Algarrobos a un costo de \$7.200.000. El costo de abastecer solamente a la planta piloto de agua es aproximadamente la mitad de esta suma. Se espera tener la planta con agua en October 1990; sin agua la planta no puede producir trocitos de yuca para consumo humano. Esto significa que la experiencia piloto del proyecto comenzará realmente en esta fecha.

Los costos reales de inversión de la planta, excluyendo la dotación de agua, son de \$23.987.479 desglosados así:  
ingeniería: \$1.887.479 y activos: 22.100.000.

## B. DESARROLLO DE LA PRODUCCION DE YUCA

En la Costa Atlántica de Colombia, la yuca se produce asociada con otras especies, principalmente maíz y ñame.

El aumento en la demanda por yuca que podría derivarse de un proyecto integrado basado en harina para consumo humano, implica una modificación técnica en la forma de producir yuca que necesariamente debe incluir a las otras especies que se asocien con la yuca.

Existen ciertos componentes tecnológicos que podrían mejorar en el futuro la producción de yuca, pero muchos de ellos no han sido aún validados en condiciones de agricultores.

Como un complemento al establecimiento de una planta procesadora de harina de yuca, se establecieron en 1989, un total de cerca a 22 has de yuca en asocio con maíz y con maíz y ñame en 20 localidades diferentes. En estas parcelas y bajo el manejo de

los agricultores, se incluyó toda la tecnología disponible, producto de la investigación realizada por diversas instituciones.

Los rendimientos de yuca oscilaron entre 8 y 25 ton/ha y 4 y 11 ton/ha para los sistemas de yuca/maíz y yuca-ñame respectivamente. Los rendimientos de maíz llegaron a un máximo de 3.4 y un mínimo de 0.3 ton-ha en todos los sistemas probados. Por último, el rendimiento de ñame varió entre 4 y 11 ton-ha.

La producción de estas parcelas sirve de materia prima para la planta de harina para consumo humano y al mismo tiempo de comprobación y mejora tecnológica en caso que el proyecto se expanda posteriormente y aumente significativamente la demanda por yuca en la región.

### C. DESARROLLO DEL MERCADO

El componente de desarrollo de mercados para la harina de yuca tiene como objetivo el de crear un mercado para el producto harina de yuca en Colombia. La primera actividad dentro de este componente ha sido la investigación de mercados que tiene como fin detectar las oportunidades existentes para la harina de yuca como sustituto de materias primas farináceas para la industria nacional de alimentos. Una vez detectadas estas oportunidades, se procederá a promover la utilización de la harina de yuca en estos mercados detectados. Esta promoción implica también el desarrollo de canales de mercadeo que permita el flujo de la harina de yuca entre el fabricante y el procesador de alimentos.

#### El Estudio de Mercados

Este se realizó entre fabricantes de productos alimenticios cuya formulación incluye materias primas farináceas e incluyó las siguientes áreas geográficas:

- nacionalmente en las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali)
- en la Costa Atlántica (Barranquilla, Cartagena, Santa Marta)
- en el área próxima a la planta piloto localizada en Chinú, Córdoba (Montería, Sincelejo, Corozal, Chinú, Sampedra, Sahagún, San Andrés)

A los fabricantes se les suministró muestras de harina de yuca con el fin de que efectuaran ensayos de sustitución de ingredientes farináceos con harina de yuca en sus formulaciones, y posteriormente se les preguntó sobre los resultados obtenidos. Las principales conclusiones se presentan a continuación:

- Un estimado preliminar de la demanda nacional para harina de yuca como sustituto de otras materias primas en el sector alimenticio industrial y artesanal es de 40.000 toneladas anuales.

- Los productos alimenticios en donde es más viable la incorporación de la harina de yuca en su formulación son: carne procesada, galletería de todo tipo, pastas y fideos, panificación, ponqués y pastelería en general, condimentos, empanadas, productos de panadería elaborados con almidón de yuca agrio (pandebono, etc.), mezclas para coladas, mezclas para sopas, mezclas para freír, mezclas para hornear, mezclas para apanar, dulces blandos, conos, y salsas.
- Los productos en donde la harina de yuca exhibe ventajas claras de tipo funcional sobre la materia prima sustituida son: carne procesada, galletería de todo tipo, conos, condimentos, empanadas y mezclas para apanar.
- La principal materia prima sustituida sería la harina de trigo; cerca del 80% del volumen demandado de harina de yuca (32.000 toneladas) se destinaría a sustituir esta materia prima importada. Otras materias primas sustituidas serían la harina de arroz, almidón de maíz, y el almidón de yuca dulce y agrio.
- La harina de yuca se debe empacar en presentaciones de bolsas de papel de 50 kgs.
- La harina de yuca se puede vender rentablemente a un precio inferior al de todas las materias primas ya mencionadas. Su precio puede estar entre un 15 a un 20% por debajo del precio de la harina de trigo. Respecto a las materias primas restantes, esta diferencia de precios sería mayor.
- De las dos grandes ciudades más cercanas a la zona de producción de trocitos de yuca (Barranquilla y Medellín), esta última presenta una demanda mucho mayor y más concentrada (clientes de mayor volumen).

#### Desarrollo de canales de mercadeo

El Estudio de Mercados arroja información que lleva a concluir que se requieren de dos tipos de sistemas de distribución para la harina de yuca:

1. planta-molino de trigo-cliente volumen grande
2. planta-molino de trigo-mayorista-cliente volumen pequeño

La planta piloto tiene dos alternativas: (a) vender trocitos de yuca al molino de trigo o, (b) vender harina de yuca, subcontratando la molienda con el molino de trigo.

En Diciembre 1989 se iniciaron contactos con uno de estos molinos de trigo en Barranquilla, Generoso Mancini, con el fin de interesarlo en la molienda de los trocitos de yuca. En Enero 1990 se les entregó una tonelada de trocitos de yuca los cuales procesaron, logrando un 70% de conversión a harina de yuca. Al respecto, manifestaron tener confianza en lograr un 90% de conversión mediante ajustes menores en el diagrama.

Debido a las conclusiones arrojadas por el Estudio de Mercados, la actividad prioritaria será la de contactar dos molinos de trigo en Medellín para que procesen los trocitos.

Otra actividad será la de contactar un mayorista especializado en materias primas farináceas en Sincelejo con el fin de que inicie comercialización de la harina de yuca. Se han detectado dos mayoristas, Oscar Villegas y Rafael Vargas.

#### Promoción de producto

La actividad de promoción de producto para la harina de yuca comenzó con el diseño e impresión de un volante informativo dirigido a empresas del sector alimenticio. Este folleto, junto con una muestra de harina de yuca de 100 gramos, se repartió a casi 300 empresas grandes, medianas y pequeñas en el marco del Estudio de Mercados entre los meses de Marzo 1989 y Enero 1990.

En los meses siguientes las actividades promocionales se concentrarán en la ciudad de Medellín ya que, según indicaciones del Estudio de Mercados, este es el mercado promisorio más cercano.

En la ciudad de Sincelejo, donde se buscará que un mayorista ya establecido comercialice la harina de yuca, el proyecto y la ANPPY deberán informar al respecto a clientes potenciales ya detectados por el Estudio.

#### D. INVESTIGACION DE APOYO

##### 1. DESARROLLO DE PRODUCTOS

Se evaluó la posibilidad de sacar el mejor partido posible de la harina de yuca, utilizándola como ingrediente de bajo costo en algunas formulaciones que representan un mercado potencial para la harina de yuca, la cual ha venido promoviéndose a nivel de las industrias de alimentos.

Las categorías de alimentos identificadas para iniciar el estudio son: harinas para coladas, manjarblanco, y fideos para sopas.

Se han caracterizado en su composición tres harinas para coladas de amplio consumo. Se han evaluado las formulaciones preparadas con niveles de sustitución entre 5 y 20% en su peso, que garanticen poco cambio en la composición del producto, así como una buena estabilidad en la preparación. Usando proporciones de 1:10 mezcla de harina:agua y tiempos de cocción de 5 minutos para la elaboración de coladas, se encuentra que las preparaciones presentan estabilidad en 24 horas. Su consistencia es más blanda, la textura levemente granulosa.

El manjarblanco producido con harina de yuca con niveles de sustitución del 25 al 100%, presentan buenos resultados,

conservando su calida organoléptica. Hay que ajustar el tiempo de procesamiento para alcanzar la consistencia del patrón.

## 2. MEJORAMIENTO DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO

En esta actividad participó un equipo compuesto por un profesor de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Valle y dos estudiantes de último año, como proyecto de grado.

El énfasis en los criterios de diseño tendieron en esta Fase II más hacia la confiabilidad, eficiencia, seguridad, estética, productividad y calidad sanitaria.

Las actividades de mejoramiento de equipos se enfocaron principalmente hacia la lavadora de raíces, acople de máquinas lavadora y trozadora, y trozadora. La premoledora no ha requerido cambios debido a su funcionamiento satisfactorio.

Se presentaron problemas con el fabricante de la maquinaria, ya que existe una resistencia natural a acatar la documentación técnica (planos).

## 3. DESARROLLO DE EQUIPOS DE MOLIENDA Y DE CLASIFICACION

Se trabajó en la organización de los equipos y dispositivos experimentales para los estudios de producción de harina. Se instaló un molino de rodillos equipado con sistema de tamizado, el cual se alimentará con pequeños trozos secos, producto de una segunda reducción de la yuca en un molino de rodillos diseñado para este fin. El sistema completo experimental, con capacidad de 200-300 kg/hr, constará de un elevador-alimentador, un triturador de trozos (un molino de rodillos), elevador-alimentador y el productor de harina (molino de rodillos-tamizador). Se reacondicionó el molino de martillos usado en los estudios de la Fase I. Operará a velocidades entre 3800 y 7000 rpm, disponiéndose de esta manera de mayor energía para la reducción de tamaño, con lo cual se busca un incremento de la extracción de harina sin detrimento de su calidad físico-química. Adicionalmente, se le adicionó un sistema neumático para la evacuación de las harinas.

## 4. ESTUDIOS DE ALMACENAMIENTO

Con el objeto de recoger información sobre la estabilidad de la yuca seca durante su almacenamiento, se prepararon tres lotes caracterizados así: Lote 1, compuesto de yuca seca en trozos para consumo humano; Lote 2, con harina de yuca de la calidad anterior, y Lote 3, con trozos de yuca seca para alimentación animal. Cantidades de aproximadamente 900 kgs de cada lote se ubicaron en bodegas del IDEMA, localizadas en tres ciudades del país con marcadas diferencias climáticas, Montería, Fontibón y Palmira.

Desde el 4 de Febrero, a partir de muestreos cada 30-40 días, se está analizando la evolución de la calidad microbiológica, y

físico-química de cada lote. La humedad de la yuca almacenada está entre 11.0 y 12.2%, las cenizas entre 2.0 y 3.4%, la proteína entre 3.8 y 4.1%, los azúcares reductores entre 1.0 y 1.2%. Se busca, fundamentalmente, detectar cambios importantes en la cantidad de azúcares y almidones y poder así evaluar comparativamente el almacenamiento de la yuca en los diferentes lugares. En estas evaluaciones, un factor importante que se debe considerar es la población de microorganismos. Los primeros análisis de hongos y levaduras indican un cambio desde un orden de 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup>, inicialmente, hasta 10 después de 90-100 días de almacenamiento. Esta aparente esterilización de las muestras no es explicable dadas las condiciones ambientales de almacenamiento, 18-32° C, más bien es un resultado de la variabilidad esperada de los muestreos y del manejo de las muestras antes de los análisis. No se han encontrado bacterias patógenas como Salmonellas y E. Coli en las muestras de calidad para uso en alimentos para humanos, en cambio en las muestras procedentes del lote 3 (materia prima para alimentos de animales) se han detectado algunas poblaciones entre 100 y 250 de E. Coli. (Explicable por el proceso que conlleva la elaboración de este producto: secado natural en patios de cemento por más de 40 horas).

#### 5. DESARROLLO DE SISTEMAS DE MEDICION DE HUMEDAD

Para la comercialización de trozos secos y harina de yuca, el IDEMA precisa conocer en forma rápida y confiable la humedad de estos productos. Como respuesta a esta necesidad, se decidió realizar ensayos con equipos disponibles en las plantas y usados comúnmente para determinar humedades en granos, con el fin de adecuarlos para los productos de yuca.

Se trabajó para ello con el MOTOMCO y la Balanza OHAUS. Con el primero, se consiguió generar una tabla de humedades a diferentes temperaturas y lecturas del equipo utilizando como patrón de comparación el liofilizador. Con la balanza OHAUS, se encontraron las condiciones de funcionamiento del equipo, con resultados de humedad aceptables, comparados con el método patrón.

Se inició el trabajo con un equipo alternativo de medición de humedad, con un principio de funcionamiento semejante al de la balanza OHAUS, de construcción y manejo más simples, como alternativa para las plantas productoras de trozos secos y harina de yuca.

Paralelamente, se desarrolló un método estándar y se preparó un instructivo para la determinación de humedad en el laboratorio, utilizando estufa sin circulación de aire.

#### 6. ESTUDIOS DE ELIMINACION DE CIANURO

Uno de los limitantes de calidad para el mercadeo de los productos de yuca es su contenido final de cianuro. Dado que muchas variedades presentan niveles por encima de los límites

permisibles, se han adelantado ensayos con el fin de encontrar las condiciones de secado más adecuadas que permitan obtener un producto final con niveles de cianuro ligado cercano a 50 ppm. La variedad "Venezolana", la más utilizada en la zona de influencia de la planta piloto, presenta, con los métodos de secado utilizados hasta ahora, niveles de cianuro ligado entre 50 y 100 ppm.

#### E. PRECIOS, COSTOS, Y RENTABILIDAD FINANCIERA

##### Precios

Según el estudio de mercados, la premisa fundamental para establecer un precio para tanto el trocito como la harina de yuca es la de que debe competir principalmente con el grano de trigo y la harina de trigo respectivamente. Se propone que el trocito de yuca se venda con un descuento del 12% frente al grano de trigo. Se debe tener en cuenta que el trocito presenta un factor de conversión en harina del 90% versus 75% para el trigo. Esto quiere decir que el trocito de yuca será una materia prima alterna económicamente atractiva para el molino de trigo. El precio de la harina de yuca se propone que sea un 18% menor a la de la harina de trigo. Estos precios para los productos de yuca corresponden a una estrategia de penetración del mercado. Hay que tener en cuenta la plaza en la cual se va a vender (Medellín o Barranquilla), ya que los precios de tanto el grano de trigo y harina de trigo son diferentes. Los precios propuestos y reales de las materias primas de trigo y yuca se presentan a continuación:

	Precios por tonelada					
	Trigo	Trocito de yuca	%	Harina de trigo	Harina de yuca	%
Barranquilla	150.000	132.000	88	235.000	192.700	82
Medellín	159.200	140.000	88	224.000	183.700	82

##### Costos

La estructura de costos y margen correspondiente al trocito de yuca puesto en Medellín es la siguiente:

Materia prima	\$74.100	52%
Transporte	12.000	9%
Carbón coke	9.196	7%
Otros costos variables	4.437	3%
Subtotal C. Variables	99.733	71%

Costos fijos (incluye mano de obra)	12.416	9%
Subtotal Costos	112.149	80%
Margen neto (excluye costos financieros)	27.951	20%
	=====	
Total	140.100	100%
	=====	

### Rentabilidad Financiera

Se desarrolló un modelo para calcular la Tasa Financiera de Retorno (TFR) de la planta de trocitos de yuca en Chinú. La vida del proyecto se asumió de 8 años, se utilizó una inflación anual del 25% y la capacidad de la planta se fijó en 300 toneladas. El modelo considera varias alternativas: venta de trocitos de yuca o harina de yuca en Barranquilla o Medellín. En el caso de venta de harina de yuca, considera tres sistemas de molienda, a saber: subcontratando un molino de trigo, y utilizando un molino de martillos o molino de rodillos en planta.

Se consideró que la TFR mínima para este proyecto debería ser del 15%, ya que este porcentaje es el resultado de la resta entre el costo de oportunidad del capital en Colombia (32%) y la tasa promedio de interés subsidiado del préstamo otorgado por CORFAS (17%). El modelo arrojó TFRs por encima de este mínimo y se resumen a continuación:

	Tasa Financiera de Retorno (%)	
	Barranquilla	Medellin
Venta de trocitos de yuca	27	30
Venta de harina de yuca		
Usando molino de martillos en planta	43	33
Subcontratando molino de trigo	47	35
Usando molino de rodillos	56	45

Se puede concluir lo siguiente en vista de estos resultados:

- es más rentable para la planta piloto vender harina de yuca en vez de trocitos

- el sistema más rentable de molienda es el de molino de rodillos en planta, seguido por subcontratación de molino de trigo y molino de martillos en planta
- es más rentable vender trocitos en Medellín que en Barranquilla
- es más rentable vender harina de yuca en Barranquilla que en Medellín

Se efectuó un análisis de sensibilidad para el caso de venta de trocitos de yuca en Medellín. Los resultados indican que la TFR es altamente sensible a la capacidad de la planta, utilización de la capacidad, precio de la materia prima, y factor de conversión de yuca fresca a trocito. La TFR es moderadamente sensible al precio de venta del trocito.

#### F. OTRAS ACTIVIDADES

##### Reunión semestral de evaluación

La primera reunión semestral de la Fase II de este proyecto se efectuó en la sede del CIAT del 31 de Agosto al 1 de Septiembre de 1989 con 14 participantes del DRI, CIAT, UNIVALLE y ANPPY (Asociación Nacional de Productores y Procesadores de Yuca). Los objetivos de esta reunión fueron los de informar a los participantes en el proyecto respecto a las actividades planeadas en la Fase II y de los resultados obtenidos a la fecha; además, evaluar el progreso del proyecto e introducir cambios si es del caso. Se preparó un informe que incluía resúmenes de las presentaciones individuales (Ver "Informe Final de la Primera Reunión Semestral del Proyecto sobre la Producción, Procesamiento y Mercadeo de Harina de Yuca para Consumo Humano", CIAT, Octubre 1989).

##### Reunión anual de evaluación

La primera reunión anual de evaluación se realizó en la sede del CIAT los días 7 y 8 de Junio 1990 con la participación de 14 profesionales del CIID, DRI, UNIVALLE, CIAT, ANPPY y COOPROALGA. El principal objetivo de la reunión fue el de presentar y evaluar los resultados obtenidos a la fecha. La reunión sirvió para conocer los cuellos de botella, buscar soluciones, y obtener un consenso general de las perspectivas del proyecto. Otro objetivo fue el de planear las actividades para los seis meses siguientes. Se propuso y aceptó que la próxima reunión semestral se debía llevar a cabo en la semana del 13 de Enero 1991.

##### Reuniones mensuales UNIVALLE-CIAT

Los participantes en el proyecto de UNIVALLE y CIAT se reúnen mensualmente en la sede de la Sección de Tecnología de Alimentos de UNIVALLE con el fin de mantener comunicación y coordinación entre los participantes. Se lleva un registro de las discusiones y las tareas a realizar antes de la siguiente reunión.

## V. PLAN DE ACTIVIDADES SEGUNDO AÑO

A continuación se presenta un cronograma de las principales actividades a ejecutarse durante el segundo semestre de 1990.

Actividad	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>1. Mejoramiento equipos</b>							
-Quemador carbon coke listo	===						
-Manual construcción lavadora y picadora listo			===				
-Manual premoledora lista			===				
<b>2. Sistemas de molienda</b>							
-Pruebas molienda y clasificación		=====					
-Informe							===
-Diseño molino rodillos a pequeña escala				=====			
<b>3. Producción yuca</b>							
-Siembra	===		=====				
-Cosecha				===			
<b>4. Almacenamiento</b>							
-Pruebas		=====					
-Informe							===
<b>5. Medición Humedad</b>							
-Pruebas		=====					
-Informe							===
<b>6. Desarrollo de productos</b>							
-Muestras de harina y almidón	=	=	=	=	=	=	=
-Caracterización harina y almidón yuca			=====				
-Formulaciones productos de Chinú					===		
-Composición funcional de productos						=====	
<b>7. Desarrollo de mercados</b>							
-Ensayos molino Medellín			===				
-Entrevistas empresas			===				
-Informe final estudio				===			
-Muestras empresas				=====			

Actividad	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
8. Planta piloto							
-Abastecimiento agua					===		
-Producción comercial							=====
-Capacitación personal							=====

Debido a las demoras ya mencionadas en la instalación de la planta y en la consecución de agua para la planta piloto, es necesario alargar el proyecto por un período de seis meses.

## ANEXO 1.

### ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTA PILOTO DE HARINA DE YUCA PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

Este informe contiene la descripción de las actividades realizadas en la Costa Atlántica en el establecimiento de la planta piloto. Las actividades descritas se llevaron a cabo entre Febrero 1989 a Mayo de 1990, período que cubre este informe.

#### 1. Selección del sitio

El establecimiento de la planta piloto en la Costa Atlántica comenzó con la selección del sitio y la organización campesina coejecutora del proyecto. Los siguientes criterios se usaron para seleccionar un escenario apropiado para la planta piloto: disponibilidad de tierras, potencial para aumentar los rendimientos de la yuca, disponibilidad de raíces de yuca, potencial para obtener yuca durante la mayor parte del año, infraestructura de servicios, proximidad a mercados terminales, presencia institucional, importancia socioeconómica de la yuca, y apoyo institucional actual. Se propusieron seis escenarios en la Costa Atlántica originalmente pero se descartaron dos. Se diseñó e implementó un cuestionario para recoger información en las cuatro sedes restantes: Chinú (Córdoba), San Juan de Betulia (Sucre), Palmar de Varela (Atlántico), y Pivijay (Magdalena), con el fin de evaluarlas de acuerdo a los criterios anteriores. La selección del sitio se efectuó entre Febrero a Marzo de 1989 y se escogió a Chinú (Corregimiento de los Algarrobos) para realizar la obra; como coejecutora se vinculó a COOPROALGA (Cooperativa de Productores de los Algarrobos).

#### 2. Diseño final de la planta piloto

Entre Mayo, Junio y Julio de 1989 se contrató a una firma de Arquitectos de Sincelejo (Sucre) para realizar el diseño final de la planta piloto, resultando el paquete de planos técnicos y arquitectónicos, cantidades de materiales y presupuesto estimado para la construcción de la planta y los estudios topográficos y de suelos del terreno necesario para el diseño.

#### 3. Selección del constructor

Una vez realizado el diseño final de la planta, se escogió a un constructor para llevar a cabo la obra. Para hacer esta selección, se preparó una lista de 10 constructores (naturales o sociedades) sacados del directorio telefónico. De esta lista con el apoyo del DRI Regional de Sucre, se escogieron 6 constructores, quienes fueron invitados a cotizar la construcción de la planta piloto. A cada constructor se le entregó un paquete de planos de construcción, las cantidades de materiales y las especificaciones de la obra. De estos 6 constructores, 3 presentaron las propuestas para la construcción de la planta, de

éstas se seleccionó la mejor de acuerdo con el menor tiempo de entrega de la obra, menos costo del proyecto y la experiencia en construcciones.

Seleccionado el constructor, se realizaron los trámites para su contratación. Todo este proceso demoró cuatro meses, desde Agosto a Noviembre de 1989.

#### 4. Proceso de construcción

La construcción duró tres meses, iniciándose el 22 de Diciembre de 1989 y terminándose el 22 de Marzo de 1990. Para supervisar la construcción de la planta se contrató a un inspector de obra de tiempo completo durante cuatro meses (Enero a Abril) para evitar demoras en la obra. La interventoría fué realizada por el CIAT.

En la TABLA 1 se presenta el cronograma de la construcción de la planta piloto. En el transcurso de la construcción hubo necesidad de realizar algunas obras adicionales para mayor estabilidad de la obra y para satisfacer algunas demandas del proceso. Estas obras fueron: dos vigas de refuerzo, canales y andenes laterales para evitar el deterioro de la obra por las lluvias y una columna para techar la zona de los quemadores de carbón.

El traslado y montaje de los equipos de la planta se hizo entre Marzo y Abril y la planta estuvo lista para su arranque el 23 de Abril. Los costos totales de inversión se presentan en la TABLA 2.

Todos los equipos del proceso, excepto la unidad de calor, fueron diseñados por la Universidad del Valle y construidos por el CIAT. La unidad de calor, conformada por un ventilador y un quemador con intercambiador de calor, se compró a un fabricante nacional.

Aunque se consideró realizar el diseño de un quemador de carbón aprovechando la experiencia obtenida en este campo por el grupo técnico del CIAT, se descartó esta alternativa por dos factores. El primero, la falta de tiempo para diseñar, construir y probar un quemador de carbón y el segundo, la pérdida de replicabilidad del proyecto ya que el equipo no sería comercial y habría que repetir el diseño cuando cambiara la capacidad de la planta. En cambio, seleccionar y probar un equipo existente en el mercado en modelos para una gama de capacidades de producción, es conveniente porque se empieza a crear la oferta. Entonces, se buscó a un fabricante de quemadores de carbón que tuviera experiencia en el diseño de estos equipos para el secado de yuca y deseos de colaborar con el proyecto. A este fabricante, localizado en la ciudad de Bogotá, se le compró la unidad de calor.

## 5. Selección del personal

Se le encargó al Consejo de Administración de COOPROALGA la selección, contratación y liquidación del personal de la planta piloto. Este personal está conformado por un Jefe de Planta, un Jefe de Producción, tres operarios y un vigilante para las horas de la noche.

En la FIGURA 1 se presenta el organigrama general propuesto para COOPROALGA. Como se puede concebir de este organigrama, si el Gerente es eficiente y capacitado para administrar ambas plantas, se puede suprimir el Jefe de Planta del proceso para consumo humano y contratar a una aseadora y a otro operario para el almacenamiento, molienda y empaque.

En las TABLAS 3, 4, 5, 6 y 7 se describen las funciones del personal de la planta. A pesar de que el proceso es por tandas, se puede organizar la producción por secciones y mantener a los operarios en puestos fijos; obviamente, es necesario hacer algunas reformas, tales como vincular un empleado más para el proceso y a una aseadora y eliminar el cargo de Jefe de Planta para que la nómina no se incremente.

El recurso económico tanto para el pago del personal y capital de trabajo fue prestado por el proyecto y está siendo manejado conjuntamente entre el CIAT y el Presidente del Consejo de Administración de la Cooperativa. Este fondo se espera recuperar al finalizar la fase piloto del proyecto.

## 6. Arranque de planta

La planta piloto despegó el 28 de Abril y esta fase duró hasta el 31 de Mayo, durante la cual se probaron y ajustaron los equipos y se acondicionó la planta piloto con los elementos necesarios para su funcionamiento.

La lavadora presentó escapes de agua por la cubierta y hubo que sellarla con masilla para evitar la formación de pozos en el piso. La capacidad de la lavadora es por tandas de 120 kilos en 3 minutos. Los secadores son dos cámaras de 1 metro de ancho por 10 metros de largo (medidas interiores) para un total de 20 mts cuadrados (10 m<sup>2</sup>/cámara) y para una capacidad de 3.000 kg de yuca fresca.

Las condiciones de operación que se determinaron en el arranque con los cuatro jornales directos, un Jefe de Producción y 3 operarios, para 3 toneladas de yuca fresca, se resumen a continuación:

- Recepción y pesaje: 2 operarios, 1/2 hora.
- Selección y adecuación: 2 operarios, 2 horas.
- Lavado, trozado y montaje a secador: 3 operarios, 2 horas.

Con estos tiempos, el proceso se desarrolla de la siguiente manera: las 3 toneladas de yuca fresca llegan entre las 7 am a

las 9 am; de 9 am a 9:30 am se hace la recepción y pesaje. Entre 9:30 am a 11:30 am se realiza la selección y adecuación y se prepara la materia prima para el lavado y trozado. De 11:30 am a 12 m hay un descanso para que los trabajadores almuercen. Entre 12 m a 2 pm se realiza el lavado, trozado y cargue del secador, el secamiento durante el primer día se realiza de 2 pm a 9 pm. A las 2 horas de iniciar el secado (a las 4 pm), se realiza la primera revuelta de la yuca, que tarda 15 minutos. Luego se continua revolviendo cada hora.

El segundo día se continua el secado desde las 7 am hasta las 12 m. De 12 m a 2 pm, un operario realiza el descargue y empaque de la yuca seca y desocupa y limpia las cámaras para recibir el lote siguiente.

Para ejecutar estas labores, se han asignado 2 turnos de 10 horas cada uno. El operario del quemador trabaja de 6 am a 4 pm; los otros 3 operarios, quienes son los que manipulan la materia prima, trabajan de 9 am a 7 pm. A las 6 pm entra el vigilante y éste se encarga de alimentar el quemador de carbón y continuar el secado hasta las 9 pm.

#### 7. Limitaciones en el suministro de agua para la planta

Este esquema de operación funcionó los primeros días del arranque, pero no se pudo continuar por la falta de agua en la planta. Este problema de la falta de agua se manifestó en la construcción de la obra. Cuando se hizo la encuesta de la selección del sitio, se entrevistó a los miembros de la Junta Administradora del acueducto veredal, a quienes se les solicitó el servicio de agua para la planta. Desde esa época (Febrero a Abril de 1989) hasta Marzo de 1990, las condiciones cambiaron; los miembros de la Junta Administradora fueron sustituidos por personas de San Mateo, cuando antes estaba conformada por representantes de las tres veredas que utilizan el servicio (San Mateo, Algarrobos y Pajonal). Esta nueva Junta aprobó el suministro de agua durante la construcción y para la operación de la planta, pero la comunidad de San Mateo en Asamblea General de Socios decidió suspender el servicio con el pretexto del agotamiento del pozo por el consumo de agua de la planta. Ante este inconveniente, las directivas de la cooperativa (COOPROALGA) decidieron apoyar la idea de dotar a la planta piloto de un pozo propio. Con esta iniciativa, se construyeron 2 pozos someros de 10m de profundidad cada uno distanciados 100 m entre si, localizados a 2 km de la planta piloto. De este mismo acuífero se surte el acueducto de la cabecera municipal de Chinú.

Esta alternativa ya iniciada requiere un monto de Col.\$7.200.000 para su culminación, incluyendo la construcción de un tanque elevado para suministrar el servicio de agua a la comunidad de Algarrobos. En la TABLA 8 se desglosa este presupuesto; del primer punto (sondeo y pozo definitivo) ya ejecutado, COOPROALGA debe \$1.600.000 (el 50%) y falta el dinero para realizar los otros puntos. Por ahora, para al menos dotar de agua a la planta, se necesitan Col. \$3.060.000 para pagar el saldo por la

perforación de los pozos, adquirir la motobomba y la manguera para transportar el agua hasta la planta; el tanque elevado puede esperar.

Por la falta de agua, la yuca seca producida se ha destinado para el consumo animal, que se está vendiendo a \$88/kilo, empacada y puesta en Medellín.

## 8. Costos de producción

Entre el 23 de Abril y el 31 de Mayo se procesaron 24 lotes, un total de 43.405 kilos de yuca fresca para un total de 13.067 kilos de yuca seca, lo que da un factor de conversión promedio de 3.322. Este factor de conversión es alto debido a la inexperiencia de los operarios para realizar la selección y adecuación, a la alta humedad de la yuca cosechada en épocas de lluvias (especialmente la variedad P12), y a las pérdidas de materia prima en el proceso.

Los costos de producción se presentan en la TABLA 9, y el precio de la materia prima puesta en la planta se da en la TABLA 10. Los precios de la materia prima fueron pactados con los agricultores vinculados al proyecto mediante las parcelas de preproducción en Diciembre de 1989, esperando que las fuerzas del mercado incrementaran el precio entre \$2 a \$4 por kilo con respecto al precio en época de cosecha (\$20 por kilo). El flete se estimó en \$3.500 por tonelada pero resultó más alto debido a la poca cantidad de materia prima que demanda la planta. Esto, más la venta de la yuca seca al mercado para consumo animal a un precio más bajo, produjo pérdidas que alcanzaron aproximadamente a los \$1.100.000.

Por lo anterior, es necesario bajar el precio de la materia prima para hacer rentable el proyecto, que actualmente está en \$21 por kilo debido a que la producción de yuca seca este año fue buena. La yuca fresca se puede adquirir puesta en planta a este precio, sin pagar flete y en épocas de cosecha (Diciembre-Abril) al precio que pagan las plantas de secado para consumo animal. También es posible adquirir durante la cosecha la materia prima seleccionada para bajar el factor de conversión.

Además de la materia prima, otros factores que se pueden controlar se mencionan en la TABLA 11. Para reducir el consumo del carbón (en este periodo del arranque se utilizó carbón mineral a \$20.500 por tonelada puesto en planta) es fundamental la adquisición de experiencia en el manejo del quemador; otro factor es que el equipo fue diseñado para quemar carbón coque y se ha estado probando con carbón mineral.

## 9. Capacitación del personal de la planta

La capacitación del personal de la planta se está solicitando al SENA, entidad encargada de esta función dentro de los proyectos con campesinos que coordina el fondo DRI. El SENA ha cambiado de estrategia en los programas de capacitación; antes se programaban

cursos sin conocer las necesidades de la organización campesina. Ahora, primero se hace un diagnóstico y luego se programan los cursos.

Por lo anterior, primero se debe conocer qué capacitación demanda el proyecto para luego preparar el paquete de cursos. Este paquete debe contener los siguientes puntos:

- Producción
- Mercadeo
- Finanzas
- Personal (relaciones humanas)
- Administración
- Gerencia
- Higiene y seguridad industrial

En el área de proceso y manejo de la planta, la capacitación la está haciendo el CIAT con los operarios en servicio.

El SENA, mediante convenio con el Fondo DRI, ha capacitado a más de 40 jóvenes hijos de socios o socios de las organizaciones campesinas de toda la Costa Atlántica, en Promotoría de Proyectos Asociativos. Los cursos fueron dictados en Armenia (Quindío), con una duración de 4 meses y las organizaciones pagaron parte del sostenimiento de sus enviados. COOPROALGA, por ser ejecutora de este proyecto, se benefició enviando a dos socios jóvenes a estos cursos. Actualmente, uno de estos jóvenes que terminó el curso es el gerente de COOPROALGA y está colaborando con el manejo de la contabilidad de la planta piloto.

#### 10. Recomendaciones y conclusiones

Para el período de operación de la planta piloto que cubre este informe, desde el 23 de Abril hasta el 31 de Mayo, la información obtenida permite ajustar factores del proyecto para que todo salga bien, más no permite obtener conclusiones definitivas.

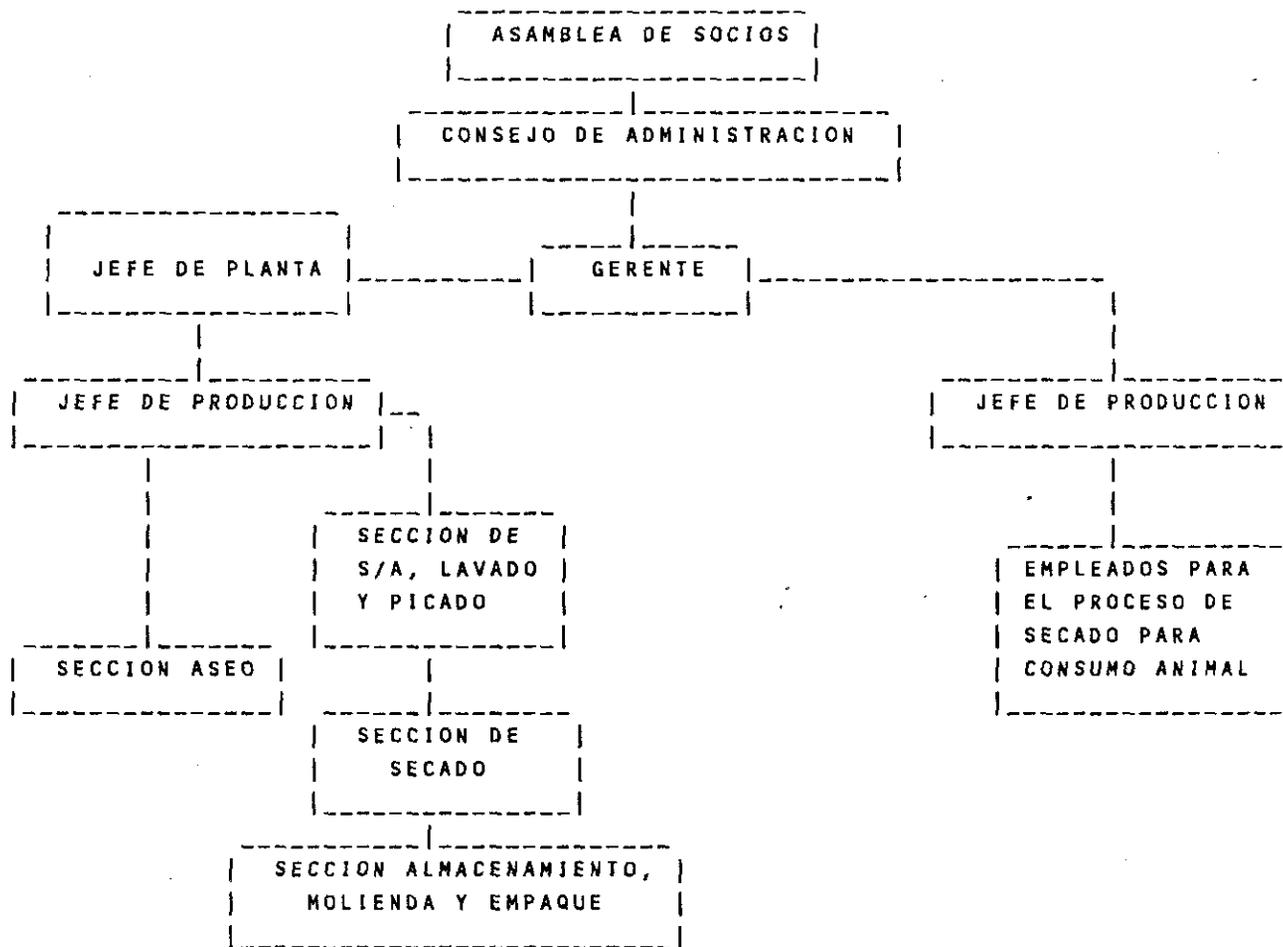
Las funciones que se han asignado al personal de la planta no son un límite a las funciones que un empleado pueda desempeñar, si no una guía para la evaluación.

El quemador de carbón se va a operar con carbón coque para establecer comparaciones entre este combustible y el carbón mineral, y hacer la selección en base al costo.

La compra de materia prima se ajustará a las condiciones reales del mercado; en épocas de cosecha (Diciembre-Abril), se adquirirá puesta en planta al precio que estén pagando las plantas de secado para consumo animal, aunque es posible comprar yuca seleccionada a un precio mejor (1 a 2 \$/kg por encima). En épocas de no cosecha se comprará al precio del mercado.



FIGURA 1. ORGANIGRAMA GENERAL.



PLANTA DE HARINA DE YUCA PARA EL CONSUMO HUMANO

PLANTA DE TROZOS DE YUCA SECA PARA CONSUMO ANIMAL

TABLA 2. INVERSION PLANTA PILOTO DE CHINU.

1. INGENIERIA.

	Col. \$
a) Diseño de la planta	500.000
b) Estudio de suelos	100.000
c) Levantamiento topográfico	75.000
d) Interventoría (inspector de obra por 4 meses)	750.000
e) Montaje de equipos	<u>462.479</u>
SUBTOTAL	1.887.479

2. ACTIVOS.

a) Construcción de obra (aprox.)	17.000.000
b) Equipos*	<u>5.100.000</u>
SUBTOTAL	22.100.000
TOTAL	23.987.479

(\*) No se incluye transformador ni sub-estación (costo aprox. \$2.500.000).

TABLA 3. DESCRIPCION DE FUNCIONES DEL JEFE DE PLANTA.

NOMBRE DEL CARGO:	Jefe de Planta
DEPARTAMENTO :	Administrativo
SUPERVISADO POR :	Consejo de Administración
SECCION :	
SUELDO :	\$55.000

FUNCION PRINCIPAL:

Dirigir la empresa, integrando los factores humanos, físicos y económicos.

DETALLE DE FUNCIONES:

- 1- Fijar las políticas de producción y ventas.
- 2- Autorizar el pago de las obligaciones contraídas por la empresa.
- 3- Fijar políticas de desarrollo de personal e incentivos.
- 4- Analizar los estados financieros.
- 5- Elaborar en compañía del Consejo de Administración el presupuesto de la empresa.
- 6- Elaborar estudios de inversión.
- 7- Mantenerse informado de las políticas de cambio que se presenten.
- 8- Controlar los stocks de producto final.
- 9- Satisfacer oportunamente las pérdidas.
- 10- Elaborar la facturación de los productos vendidos.
- 11- Elaborar las cotizaciones requeridas por los clientes y, en general ser el intermediario entre la empresa y los clientes.
- 12- Solicitar al Consejo de Administración el nombramiento o remoción del personal al servicio de la empresa.

TABLA 4. DESCRIPCION DE FUNCIONES DEL JEFE DE PRODUCCION.

NOMBRE DEL CARGO:	Jefe de Producción
DEPARTAMENTO :	Producción
SUPERVISADO POR :	Jefe de Planta
SECCION :	
SUELDO :	\$50.000

FUNCION PRINCIPAL:

Planear, organizar y dirigir la producción.

DETALLE DE FUNCIONES:

- 1- Recibir y controlar la calidad de la materia prima que entra.
- 2- Llevar las ordenes de necesidades de materia prima de acuerdo a las existencias.
- 3- Llevar registros de producción.
- 4- Organizar las tareas de producción.
- 5- Cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad.
- 6- Analizar las órdenes de producción y asignarlas al personal.
- 7- Atender las consultas que sobre las órdenes le haga el personal.
- 8- Llevar estadísticas de producción.
- 9- Elaborar el presupuesto en compañía del Jefe de Planta.
- 10- Entregar oportunamente materiales, herramientas y elementos a los operarios.
- 11- Elaborar las cotizaciones requeridas por los clientes y, en general ser el intermediario entre la empresa y los clientes.
- 12- Solicitar al Consejo de Administración el nombramiento o remoción del personal al servicio de la empresa.

TABLA 5. DESCRIPCION DE FUNCIONES DE OPERARIOS DE S/A, LAVADO Y PICADO.

NOMBRE DEL CARGO:	Operario de S/A, lavado y picado
DEPARTAMENTO :	Producción
SUPERVISADO POR :	Jefe de Producción
SECCION :	Lavado y picado
SUELDO :	\$41.000

FUNCION PRINCIPAL:

Ejecutar correctamente el manejo de la máquina asignada.

DETALLE DE FUNCIONES:

- 1- Recibir y preparar la materia prima.
- 2- Preparar la maquinaria y elementos y realizar las operaciones de transformación.
- 3- Mantener en orden el puesto de trabajo.
- 4- Verificar la cantidad y calidad de la materia prima.
- 5- Cumplir con las normas de seguridad.
- 6- Responder por equipos y herramientas bajo su cuidado.

TABLA 6. DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES DEL OPERARIO DE SECADO.

NOMBRE DEL CARGO:	Operador de secado
DEPARTAMENTO :	Producción
SUPERVISADO POR :	Jefe de Producción
SECCION :	Secado
SUELDO :	\$41.000

FUNCION PRINCIPAL:

Realizar correctamente la operación.

DETALLE DE FUNCIONES:

- 1- Realizar la operación asignada.
- 2- Verificar el grado de humedad.
- 3- Ordenar y asear el puesto de trabajo.
- 4- Cumplir con las órdenes de producción.

TABLA 7. DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES DEL OPERARIO DE MOLIENDA,  
EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO.

NOMBRE DEL CARGO:	Operador de molienda y empaque
DEPARTAMENTO :	Producción
SUPERVISADO POR :	Jefe de Producción
SECCION :	Molienda y empaque
SUELDO :	\$41.000

FUNCION PRINCIPAL:

Moler y almacenar el producto.

DETALLE DE FUNCIONES:

- 1- Recibir y controlar la calidad de los productos que entran a la bodega.
- 2- Hacer muestreos y determinaciones de humedad de los productos que entran y permanecen en bodega.
- 3- Almacenar y realizar los despachos de productos.
- 4- Manejar la máquina que realiza la operación de molienda y empacar el producto.
- 5- Verificar el funcionamiento adecuado de la maquinaria.
- 6- Cumplir con las normas de seguridad.

Tabla 8. Presupuesto para dotación de agua a planta Piloto Chinú

Descripción	\$ Col. 1990
1. Sondeo (pozo de prueba) y pozo definitivo	3.200.000
2. Tanque elevado de 12 M <sup>3</sup> y altura de 14M	2.352.341
3. Motobomba a gasolina marca Barnes	500.000
4. 2.000 m de manguera de 1-1/2" a \$480M	960.000
	-----
Subtotal	\$ 7.012.341
Imprevistos (5% sobre item 2, 3 y 4)	187.659
	-----
Total	\$ 7.200.000

Tabla 9. Costos de Producción de yuca seca en planta piloto de Chinú

Lote	Yuca Fresca	Yuca seca	Factor de conversión	M. Prima \$/ton.	Carbon kg/ton	Carbon \$/ton	Costo variable	Costo total	Pérdidas
1	1799	487	3,694	97695	832	16454	131886	146313	-71073
2	1866	550	3,393	89192	864	17087	124016	138443	-63203
3	1775	532	3,336	88427	902	17847	124011	138438	-63198
4	1810	469	3,859	124595	1055	20873	163205	177632	-102392
5	1700	536	3,172	84711	1418	28056	130504	144931	-69691
6	1779	465	3,826	124085	1122	22200	164022	178449	-103209
7	1798	523	3,438	111195	1071	21190	150122	164549	-893909
8	2465	870	2,833	90990	1046	20696	129423	143850	-68610
9	1528	441	3,465	117176	964	19074	153987	168414	-93174
10	1878	460	4,083	130603	1663	32904	181244	195671	-120431
11	1521	628	2,422	82014	677	13395	113146	127573	-52333
12	1521	568	2,678	90682	1303	25781	134200	148627	-73387
13	1656	459	3,608	119280	924	18282	155299	169726	-94486
14	1748	540	3,237	86030	0	0	103767	118194	-42954
15	1763	435	4,053	131755	1069	21914	171406	185833	-110593
16	1663	541	3,074	101503	795	16297	135537	149964	-74724
17	1505	406	3,707	125915	1010	20705	164357	178784	-103544
18	1503	387	3,884	131978	0	0	149715	164142	-88902
19	1524	423	3,603	121933	1170	23985	163655	178082	-102842
20	1509	430	3,509	119095	1000	20500	157332	171759	-96519
21	1517	401	3,783	128198	1122	23001	168936	183363	-108123
22	1309	337	3,884	137723	1365	27982	183442	197869	-122629
23	3231	1108	2,916	84809	866	17753	120299	134726	-59486
24	3037	1071	2,836	85806	784	16072	119615	134042	-58802
	43405	13067	3,322				145546,92	159973,92	-84733,92

\$/Ton

NOTAS	Mano de obra	15307
	Empaques	2430
	Costos fijos	14427
	Precio de venta en Planta	75240

Tabla 10. Costo de la Materia Prima Puesta en Planta  
Piloto de Chinú.

Lote	Precio	Flete	Total
1	22.0	4.5	26.5
2	22.0	4.3	26.3
3	22.0	4.5	26.5
4	24.0	8.3	32.3
5	22.0	4.7	26.7
6	24.0	8.4	32.4
7	24.0	8.3	32.3
8	23.6	8.5	32.1
9	24.0	9.8	33.8
10	24.0	8.0	32.0
11	24.0	9.8	33.8
12	24.0	9.8	33.8
13	24.0	4.6	28.6
14	24.0	8.5	32.5
15	22.0	9.0	31.0
16	24.0	10.0	34.0
17	24.0	10.0	34.0
18	24.0	9.8	33.8
19	24.0	10.0	34.0
20	24.0	9.9	33.9
21	24.0	11.4	35.4
22	24.0	4.6	28.6
23	24.0	6.3	30.3
24	24.0	5.0	29.0

Tabla 11. Factores de control

Reducir flete de M.P.	-   Sembrar cerca a   planta piloto <   Transportar mayor   cantidad por lote  _
Reducir consumo de carbón	-   Evaluar otros tipos   de carbón <   Capacitar operarios  _
Reducir factor de conversión	-   Capacitación de   personal   < Adquisición de M.P.   seleccionada     Control de pérdidas   en proceso  _

## ANEXO 2.

### DESARROLLO DE LA PRODUCCION DE YUCA PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

#### Introducción

En un proyecto integrado de yuca, la apertura de un mercado adicional, supone mayor demanda por el producto que puede derivar a su vez, en mayor demanda por mejor tecnología para producirla. En la Costa Atlántica de Colombia ya se cuenta con un mercado adicional para la yuca fresca de consumo humano, que es el de trozos secos para alimentación animal, además de un mercado de yuca envasada en bolsas de plástico, que tiene gran potencial. Aparte de los mercados anteriores, se cuenta ahora con la posibilidad de elaboración de harina para consumo humano, cuyos resultados se verán en pocos años.

Si todos los mercados llegan a desarrollarse como se espera, indudablemente ejercerán una mayor demanda que es necesario satisfacer a través ya de incrementos en producción, mejoramiento en la calidad de la materia prima o modificaciones en la oportunidad con que la materia prima está disponible. Cualquier combinación de las posibilidades anteriores, implica que es necesario modificar en parte algunos sistemas de producción en uso actual por los agricultores. Estas modificaciones sólo pueden lograrse a través del empleo de tecnología diferente para producir.

#### Producción de yuca en la Costa Atlántica

En los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar y Atlántico, la yuca se produce siempre en sistemas de policultivo, es decir, en asocio con maíz y con maíz y ñame simultáneamente. Estos sistemas son propios de agricultura en pequeña escala, dependientes principalmente de la precipitación y de la fertilidad natural del suelo. La precipitación determina el comienzo y final del período de cultivo y la fertilidad del suelo es uno de los factores más importantes que modifican el rendimiento. La precipitación es uno de los factores inmodificables por el hombre, mientras que la fertilidad del suelo se trata de mantener a través de la alternación de períodos de cultivo y períodos de descanso en un mismo lote de terreno, a través de los años.

Debido a la desigual distribución de la tierra entre diferentes tipos de propietarios en la región, la producción agrícola se lleva a cabo en fincas relativamente pequeñas con el máximo uso de la mano de obra y el mínimo posible de capital y tecnología. El resto de las fincas se dedica a la producción ganadera intensiva.

Un aumento en la demanda por yuca, posible consecuencia de un proyecto integrado, pondría necesariamente más exigencias sobre el limitado recurso suelo, acortando los períodos de descanso y provocando así la disminución más acelerada de la fertilidad natural, a menos que esta se restituya a través de la fertilización o de otras prácticas agronómicas.

### Producción y tecnología

En la Costa Atlántica, hay varias instituciones regionales encargadas del desarrollo de tecnología para mejorar la producción de yuca y de las otras especies que se asocian con ella.

A través de los años, estas instituciones han desarrollado diversos componentes de tecnología. Algunos de estos componentes están en uso actual por los agricultores, mientras que otros son raramente aplicados.

La mayor parte de estos componentes de tecnología han sido desarrollados por medio de experimentación de campo en la cual sólo se incluyen algunas variables a la vez, para facilitar su manejo experimental. Además, no siempre la tecnología desarrollada es validada en forma masiva con los agricultores, aunque estos si participan en las diversas fases experimentales. Una forma de validar tecnología es por medio de parcelas de pre-producción.

Se entiende por parcela de pre-producción en el caso de la yuca, aquella en la cual se incorporan todos los componentes de tecnología disponibles para mejorar la producción de yuca y los cultivos que con ella se asocian.

En estas parcelas, que son de tamaño relativamente grandes, se pueden identificar interacciones importantes entre componentes de tecnología que pueden pasar inadvertidos en parcelas experimentales de menor tamaño.

El establecimiento de parcelas de pre-producción se ha considerado importante para este proyecto de harina de yuca para consumo humano.

### Parcelas de pre-producción y el proyecto de harina para consumo humano

El proyecto de harina panificable para uso humano inicialmente necesita abastecimiento, ojalá continuo, de materia prima a fin de ajustar su tecnología a medida que opera.

En caso que esta experiencia piloto resulte positiva, se espera replicar este proyecto a otras áreas a fin de extender los beneficios a otros campesinos.

Las parcelas de pre-producción sirven inicialmente, durante esta fase de ajuste de la operación de la planta, como simples abastecedoras de materia prima para la planta piloto. Pero al mismo tiempo, a través de su operación y en conjunto con otras actividades de investigación, permiten desarrollar mejor tecnología que se pueda aplicar para mejorar la producción, en caso que el proyecto se expanda y aumente significativamente la demanda por materia prima.

### Métodos usados para definir la tecnología probada en las parcelas

Desde hace más o menos 5 años, en la Costa Atlántica se reúnen con cierta frecuencia técnicos del ICA, Secretarías de Agricultura, Universidades de Sucre y Córdoba y del CIAT. Una de las labores importantes de este Grupo, ha sido la identificación de los componentes de tecnología que están disponibles como producto de investigación ya realizada y que si se aplicaran en los sistemas actuales, podrían mejorar la producción de yuca y sus cultivos asociados.

Después de varias sesiones de discusión se llegó a estructurar el siguiente conjunto de recomendaciones técnicas probadas por dos sistemas de producción.

#### Sistema yuca/maíz

##### 1. Preparación del suelo

Arada y rastreada

##### 2. Selección de semilla

Maíz: V-156 o V-109

Yuca: Venezolana o P-12

Tratamiento y selección

##### 3. Distancias de siembra

Maíz: 2.8 x 1.0

Yuca: 1.4 x 1.0

##### 4. Control de malas hierbas

Karmex + Lasso ( 1 kg + 2 l )

o

Karmex + Dual (1 kg + 1 l)

Una o dos deshieras como complemento

##### 5. Control de plagas

Orthoporus en yuca

Cogollero en maíz (cortador)

## Sistema yuca/maíz/ñame

### 1. Preparación del suelo

Arada y rastreada

### 2. Selección de semilla

Maíz: V-156 o V-109

Yuca: Venezolana o P-12

Ñame : Pelado

Tratamiento (Dithane y Malathion) y selección antes de sembrar

### 3. Distancias de siembra

Maíz: 1.2 x 1.0 (4 semillas/golpe)

Ñame: 1.2 x 1.4

Yuca: 1.2 x 1.4

### 4. Fertilización

Dos bultos de úrea al ñame 60-70 días después de la siembra

### 5. Control de malezas

Karmex + Lasso (1.0 kg + 2l)

Complemento de dos limpiezas a mano

### 6. Control de insectos/enfermedades

Maíz: cogollero (cortador)

Yuca: Ortophorus

Ñame: Dithane (antracnosis)

Aparte de la definición de la tecnología a usar, se estructuraron dos formatos compatibles con los programas de DBASE para recabar la información.

Posteriormente se procedió a la selección de los agricultores y sus testigos; caracterización de los suelos y por último a la siembra de las parcelas e identificación de los agricultores testigo.

Sitios y extensión sembrada en 1989/1990 con parcelas de pre-producción

Municipio	Localidad	Area sembrada
Ciénaga de Oro Sahagún	El Salado	2.00
	San Antonio	1.50
	El Olivo	0.25
Chinú	Nova	3.95
	Algarrobo	1.50
	Arrimadero	1.00
Palmito	Palmito	0.50
	Bejucal	1.00
	San Rafael	0.50
	Pueblecito	1.00
Sincelejo	La Arena	0.50
	Las Palmas	1.55
	Moquen	0.50
Toluviejo	Bremen	1.45
Morroa	Cantagallo	0.50
Corozal	Betulia	1.18
	Albania	0.20
Betulia	Achiote	1.00
	Los Perez	0.75
	Segovia	1.60
Total		22.43

De este total de área sembrada, 15.7 ha se sembraron con el sistema de yuca/maíz y 6.7 ha con el de yuca/maíz/ñame. Esta proporción corresponde aproximadamente a las áreas sembradas en la región con estos arreglos entre cultivos.

Como dos variedades de yuca (Venezolana y P-12) se recomiendan para diferentes regiones de la Costa, la distribución de estas variedades fue como sigue:

Variedades	Arreglos (ha)		Area total (ha)
	Y/M	Y/M/N	
Venezolana	10.73	4.1	14.83
P-12	5.0	2.6	7.60
Total	15.73	6.7	22.43

Esta distribución entre variedades no corresponde exactamente a la distribución real en la región, pues la variedad P-12 es de reciente introducción en la zona y aún ocupa poca superficie cultivada.

### Resultados

El primer grupo de datos correspondiente a la cosecha de maíz se recibió en Septiembre de 1989, los correspondientes a ñame se recibieron hasta Diciembre de ese año y por último los de yuca sólo en Mayo de este año, pues algunos agricultores sólo cosecharon en Abril.

Sólo se dispone actualmente de rangos de rendimientos obtenidos:

Arreglo	Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	
		Máximo	Mínimo
Y/M	Maíz	2246	315
	Yuca	24660	7660
Y/M/N	Maíz	3433	1326
	Ñame	11181	3930
	Yuca	10111	3777

Los rendimientos generales de maíz de la región resultaron este año menores que en otros debido a sequía en el período coincidente con el llenado del grano. El ñame en la Costa ha venido progresivamente disminuyendo sus rendimientos promedio y los obtenidos en estas parcelas de preproducción se consideran aceptables.

Los rendimientos de yuca están en los niveles esperados.

### Proyecciones para 1990

En lo que va transcurrido del año, se han establecido ya 11 parcelas con un área total de 6.75 has y en este momento se continúa con la siembra.

## ANEXO 3.

### DESARROLLO DE MERCADOS PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

#### 1. INTRODUCCION

El componente de desarrollo de mercados para la harina de yuca tiene como objetivo el de crear un mercado para el producto harina de yuca en Colombia. La primera actividad dentro de este componente ha sido la investigación de mercados que tiene como fin detectar las oportunidades existentes para la harina de yuca como sustituto de materias primas farináceas para la industria nacional de alimentos. Una vez detectadas estas oportunidades, se procederá a promover la utilización de la harina de yuca en estos mercados detectados. Esta promoción implica también el desarrollo de canales de mercadeo que permita el flujo de la harina de yuca entre el fabricante y el procesador de alimentos.

Por consiguiente, bajo el título de "Desarrollo de Mercados" se desea abarcar esos temas, a saber: Estudio de Mercados, Desarrollo de Canales de Mercadeo, y Promoción de Producto. Aunque los últimos dos temas se presentarán brevemente, el presente informe anual se concentrará en el tema del Estudio de Mercados, la principal actividad de este componente hasta ahora en el marco del proyecto de harina de yuca.

#### 2. ESTUDIO DE MERCADOS PARA HARINA DE YUCA EN COLOMBIA

Este tema se dividirá en tres partes: antecedentes, metodología, actividades desarrolladas, e informe preliminar del estudio de mercados. El informe se plantea como preliminar por dos razones: (a) no incluye la información proveniente de Bogotá debido a demoras en el trabajo de campo, y (b) no incluye la cuantificación rigurosa del mercado para la harina de yuca, lo cual se efectuará posteriormente, apoyado en este estudio, y mediante la búsqueda de información secundaria y entrevistas en empresas claves. Se cree que los resultados de Bogotá no alterarán las principales conclusiones presentadas en este informe preliminar del estudio.

##### Antecedentes

La Fase de Investigación del presente proyecto concentró su atención en determinar el potencial de la harina de yuca como sustituto de harina de trigo en panificación hasta niveles del 15%. Los estudios efectuados confirmaron esta posibilidad debido a la aceptación del pan elaborado con harina compuesta trigo/yuca por parte del consumidor en Bogotá. Sin embargo, esta fase dejó en claro que el obstáculo a vencer para penetrar el mercado de panificación, el más grande para la harina compuesta, será el panadero quien percibe grandes riesgos de desmejorar la calidad de sus productos al utilizar la harina compuesta.

En la propuesta para la actual Fase de Proyecto Piloto se planteó la hipótesis de que la harina de trigo es más indispensable en la elaboración de ciertos alimentos que en otros y de que el grado de sustitución posible era inversamente proporcional a este factor de "indispensabilidad". Se estimó que la harina de trigo en panificación es altamente indispensable pero que existen otras categorías de alimentos en donde la harina de yuca puede ofrecer ventajas en vez de desventajas; por esta razón se propuso un enfoque diferente: la harina de yuca como sustituto parcial o total de harinas y almidones en general (harina de trigo, harina de arroz, harina y almidón de maíz, almidón de yuca, etc.) en múltiples categorías de alimentos.

### Metodología

El objetivo del estudio de mercados es conocer la demanda potencial para el producto harina de yuca en la industria alimenticia nacional. Como la harina de yuca es un producto nuevo en el mercado colombiano, es necesario entregar muestras al procesador para que éste la ensaye en sus procesos y formulaciones y así pueda obtener una idea aproximada de la utilidad de la harina de yuca para su empresa.

El estudio de mercados se efectuó a tres niveles, a saber:

- nacionalmente en las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali)
- en la Costa Atlántica (Barranquilla, Cartagena, Santa Marta)
- en el área próxima a la planta piloto localizada en Chinú, Córdoba (Montería, Sincelejo, Corozal, Chinú, Sampués, Sahagún, San Andrés)

La metodología desarrollada fue la siguiente:

1. selección a priori de categorías de alimentos procesados con contenido de algún tipo de harina o almidón
2. inventario de productores de las mencionadas categorías de alimentos efectuado en tiendas y autoservicios a nivel nacional
3. selección de una muestra de fabricantes que incluyera todas las categorías de alimentos a nivel nacional
4. primera encuesta a la muestra de fabricantes enfocada hacia obtener información de productos producidos, materias primas utilizadas, precio, empaques, problemas, etc.
5. entrega de una muestra de harina de yuca de acuerdo al volumen solicitado por los fabricantes interesados, con el fin de que se efectuaran ensayos de sustitución de otras harinas o almidones

6. segunda encuesta dirigida a los fabricantes que efectuaron los ensayos para conocer los resultados obtenidos en las pruebas de sustitución y el requerimiento de un indicador de intención de compra asumiendo que la harina de yuca costara un 10% menos que la materia prima sustituida
7. análisis del estudio y determinación de los mercados potenciales para la harina de yuca
8. cuantificación de los diferentes mercados para la harina de yuca, apoyado en el estudio, y complementado por la búsqueda de información secundaria y entrevistas en empresas claves

El trabajo de campo se planteó en cuatro fases, a saber:

- Estudio de Productos (punto 2)
- Estudio Fabricantes 1 (puntos 4 y 5)
- Estudio Fabricantes 2 (punto 6)
- Cuantificación de Mercados (punto 8)

#### Actividades desarrolladas

En Febrero de 1989 se planteó la nueva estrategia de mercadeo para la harina de yuca consistente en penetrar otras categorías de alimentos, sin excluir a la de panificación. En Marzo se elaboró la metodología para el estudio a nivel nacional y se diseñaron los formatos y cuestionarios requeridos. En el marco de una tesis de grado, se probaron y se perfeccionaron los cuestionarios y, posteriormente, se inició el estudio correspondiente a Cali (Marzo-Agosto 1989) bajo la dirección y el apoyo logístico del CIAT.

En Junio de 1989 se iniciaron contactos con la Corporación Fondo de Apoyo de Empresas Asociativas (CORFAS) con el fin de delegarle el trabajo de campo del estudio (excluyendo la cuarta fase o "Cuantificación de Mercados") en las poblaciones restantes y en Julio se llegó a un acuerdo, formalizado mediante un contrato entre CIAT y CORFAS. CORFAS es un buen candidato para efectuar este trabajo de campo porque tiene profesionales y oficinas situados en las ciudades en donde se pensaba realizar la encuestas. Además, la institución tiene experiencia en este tipo de trabajo y le interesa el campo del procesamiento de yuca debido a que presta asesoría técnica y crédito a las cooperativas de secado de yuca en la Costa Atlántica.

La fase de Estudio de Productos se ejecutó en el mes de Julio. En el mes de Septiembre se llevó a cabo la capacitación durante tres días de cuatro funcionarios de CORFAS en el CIAT. Estos funcionarios se desempeñaron posteriormente como organizadores y supervisores del estudio en sus respectiva zona, contratando y capacitando donde fuera posible a estudiantes de Tecnología de Alimentos como encuestadores. Este mismo mes se enviaron los listados por zona de fabricantes a ser encuestados en la segunda

fase (Fabricantes 1), la cual se inició en Octubre y terminó a finales de Enero de 1990, incluyendo la entrega de muestras. La fase de Fabricantes 2 se inició en Febrero y terminó a mediados de Abril, con la excepción de Bogotá, en donde se terminará a finales de Mayo 1990.

Los datos de Fabricantes 1 se alimentaron a un microcomputador IBM XT durante el mes de Febrero de 1990 usando el programa dBASE 3 Plus. En Abril y Mayo de 1990 se hizo lo mismo con los datos de Fabricantes 2. El procesamiento y análisis de la información se efectuó en el mes de Mayo.

Un funcionario del CIAT visitó cada zona dos veces durante el período del trabajo de campo con el fin de conocer los encuestadores y sus problemas e inquietudes.

### Informe Preliminar del Estudio de Mercados

En este informe se distinguirán tres niveles de análisis, a saber:

- Fabricantes 1, o sea la muestra de empresas contactadas en esta fase
- Fabricantes 2, o sea la muestra de aquellas empresas que efectuaron los ensayos
- Intención de Compra Positiva, o sea la muestra de empresas que expresaron una Intención de Compra de "Definitivamente si" o "Probablemente si" luego de efectuar ensayos con harina de yuca.

Como ya se anotó anteriormente, este informe preliminar no incluye datos correspondientes a Bogotá, excepto en el tema concerniente a las materias primas utilizadas en donde sí se incluyó esta zona.

Para efectos de presentar la información, se agrupan las poblaciones en zonas de la siguiente manera:

Medellín: incluye Medellín, Itagüí, y Envigado  
 Cali: incluye a Cali, Pereira, Popayán, Palmira, Buga, etc.  
 Chinú: incluye a Montería, Sincelejo, Corozal, Sampedra, Sahagún, Chinú y San Andrés  
 Barranquilla: incluye a Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Ciénaga.

### FASE DE FABRICANTES 1

#### La muestra de empresas y productos

La muestra de empresas procesadoras de alimentos contactadas en esta fase incluyeron empresas grandes, medianas y pequeñas (caseras). Sin embargo, en las ciudades de la Costa Atlántica, con la excepción de Barranquilla, existen pocas empresas grandes por lo que el perfil de la muestra en las zonas denominadas por

el estudio como "Chinú" y "Barranquilla" tiende hacia la industria pequeña y casera tales como panaderías, etc. En contraste, el perfil de la muestra en Medellín y Cali se inclina hacia empresas grandes y medianas, reflejando la realidad de la industria alimenticia nacional. (Ver Cuadro 1)

CUADRO 1. Empresas contactadas por zona y productos con harina que dijeron producir

	# empresas	%	# productos	%	Productos por empresa
Medellín	53	24	86	24	1.62
Cali	57	26	101	28	1.77
Chinú	34	16	85	23	2.50
B/quilla	73	34	90	25	1.23
Total	217	100	362	100	1.67

El rango de productos elaborados por estas empresas es muy amplio y se pueden clasificar como alimentos industriales o artesanales. Muchos productos pertenecen a ambas categorías y su clasificación depende del volumen de producción de la empresa. La siguiente lista da una idea de los productos que se mencionaron pero no es exhaustiva. Todos estos productos incluyen una materia prima farinácea, sea grano, harina o almidón y similares.

#### Alimentos industriales

barquillo (cono, cucurucho)  
 besitos  
 carne procesada (salchichón, jamón, salchicha, mortadela, etc.)  
 compota  
 condimento (azafrán color)  
 fideo  
 galleta (dulce, salada)  
 goma  
 harina de arroz  
 harina de maíz  
 harina de trigo  
 harina precocida de maíz  
 manjarblanco (arequipe)  
 mezcla para apanar  
 mezcla para colada  
 mezcla para sopas  
 pan  
 pasta  
 ponqué (torta, pastel)  
 rosquillas  
 waffer

## Alimentos artesanales

almojábana  
arepa  
bocadillo  
carimañola  
condimento  
cuca  
diabolín  
dulcería  
empanada  
enyucado  
galleta  
oblea  
pan  
pandebono  
pandequeso  
pandeyuca  
pandero  
pastel  
pizza  
ponque  
tamal  
torta

## Materias primas

Al preguntar sobre las materias primas como harinas, almidones y granos utilizadas en las formulaciones de estos productos, se nombraron un total de 503 materias primas. El Cuadro 2 muestra la distribución de estas materias primas. Se puede resaltar la importancia de la harina de trigo como materia prima en esta muestra de productos.

El Cuadro 3 agrupa las materias primas por cultivos. Se puede destacar otra vez la importancia del trigo y sus derivados (harina, semola, y mogolla).

El Cuadro 4 presenta algunas características de las principales materias primas.

## Precios de materias primas

Los precios suministrados por materia prima presentan grandes variaciones debido a (a) diferencias en fechas, (b) diferencias geográficas, (c) diferentes expendios y (d) identificación errónea. Esta última razón es evidente en el caso de la harina de arroz, harina de maíz y harina precocida de maíz en donde evidentemente se presentaron confusiones entre materias primas similares por parte de las personas encuestadas. Por ejemplo, la harina de arroz utilizada por los condimenteros es de menor calidad y precio frente a la harina de arroz utilizada por los fabricantes de manjarblanco. Estas diferentes calidades de harina de arroz no se distinguen sino que se utiliza un solo nombre genérico.

CUADRO 2. Principales materias primas utilizadas en los productos producidos por las empresas en Fabricantes 1.

Materia prima	No. veces mencionada	%
1. Harina de trigo	231	46
2. Grano de maíz	34	7
3. Almidón de maíz	30	6
4. Almidón de yuca agrio	30	6
5. Harina de arroz	21	4
6. Almidón de yuca dulce	20	4
7. Harina de maíz	19	4
8. Harina precocida de maíz	15	3
9. Grano de trigo	13	3
10. Yuca	12	2
11. Grano de arroz	9	2
12. Granza de arroz	8	2
13. Sémola de trigo	8	2
Otras	53	11
Total	503	100

CUADRO 3. Distribución de materias primas agrupadas por cultivo

Cultivo	No. veces mencionado	%
Trigo y derivados	263	52
Maíz y derivados	106	21
Yuca y derivados	68	14
Arroz y derivados	46	9
Total	503	100

CUADRO 4. Características de las principales materias primas nombradas en Fabricantes 1.

Materia prima	Precio (\$/kg) *	Tipo de empaque	Peso (kgs)	Problemas
1. Harina trigo	160- 222	Papel principalmente. También polipropileno y lienzo.	50	Precio alto, escasez
2. Grano maíz	70- 180	Fique principalmente	75, 62 y 50	Precio alto, mala calidad
3. Almidón maíz	273- 464	Papel principalmente	50	No se manifestaron quejas
4. Almidón yuca agrio	300- 520	Papel y polipropileno principalmente	50	Precio alto, mala calidad
5. Harina arroz	70- 240	Polipropileno y papel	50	Pocas quejas
6. Almidón yuca dulce	140- 288	Polietileno y papel	50	Pocas quejas
7. Harina maíz	100- 320	Polipropileno principalmente	50	Precio alto
8. Harina precocida maíz	200- 432	N.D.	50	Precio alto
9. Grano trigo	122- 150	A granel principalmente		Precio alto, mala calidad, escasez

\* Precios tomados en el período entre Marzo de 1989 a Enero 1990.

Aunque no es estadísticamente ortodoxo, con el fin de comparar los precios de las diferentes materias primas, se calculó un promedio entre el rango mínimo y máximo de precio para cada una. El Cuadro 5 presenta esta relación.

CUADRO 5. Relación de precio entre las diferentes materias primas.

Materia prima	Rango (\$/kg)	Promedio	Indice
1. Almidón yuca agrio	300-520	410	100
2. Almidón maíz	273-464	369	90
3. Harina preco- cida maíz	200-432	316	77
4. Almidón yuca dulce	140-288	214	52
5. Harina maíz	100-320	210	51
6. Harina trigo	160-222	191	47
7. Harina arroz	70-240	155	38
8. Grano trigo	122-150	136	33
9. Grano maíz	70-180	125	30

Se puede subrayar que las materias primas farináceas más caras en la industria nacional de alimentos son el almidón de yuca agrio, el almidón o fécula de maíz, y la harina precocida de maíz. El almidón de yuca dulce, la harina de maíz, y la harina de trigo presentan precios intermedios, mientras que la harina de arroz se puede considerar de precio bajo. Los granos de trigo y maíz presentan los precios menores debido a que no se ha incurrido en costos de procesamiento.

#### Tipo de empaques de la materia prima

El Cuadro 4 presenta los tipos de empaque más usuales para cada materia prima. Se puede resaltar la importancia del papel y polipropileno. El Cuadro 6 muestra los empaques utilizados por zona para la harina de trigo. Se puede apreciar que el empaque de papel es dominante en Medellín y la Costa Atlántica, mientras que el polipropileno y lienzo se utilizan en la zona de Cali.

CUADRO 6. Tipos de empaque para la harina de trigo por zona

Zona	Papel	Poliprop.	Lienzo	Poliet.
Medellín	33	6	2	8
Cali	1	15	12	1
Chinú	57	0	0	1
B/quilla	33	8	1	0
Total	124	29	13	10
%	70	16	7	6

#### Unidad de Compra

Tal como lo muestra el Cuadro 4, casi todas las materias primas vienen en empaques de 50 kgs.

#### Problemas con las materias primas

El Cuadro 4 exhibe los principales problema percibidos por los compradores. La principal queja fue por el precio alto. Muchos compradores piensan que la harina de trigo, almidón de yuca agrío, harina maíz, grano de maíz, harina precocida de maíz, y el grano de trigo son demasiado caros. Además, consideran que el almidón de yuca agrío, grano de maíz, y grano de trigo presentan una calidad deficiente. También se quejaron por la escasez del trigo y harina de trigo.

#### Proveedores de materias primas

Se observó la tendencia de que las grandes empresas consumidoras de materias primas farináceas las adquirirían directamente de los diferentes tipos de molinos, otras plantas procesadoras o del IDEMA, mientras que las empresas más pequeñas compraban a intermediarios tales como mayoristas o depósitos especializados en harinas. Algunas fábricas caseras compran en graneros, tiendas o supermercados.

La harina de trigo se compra principalmente a los molinos de trigo, IDEMA y mayoristas. El almidón de yuca dulce, utilizado principalmente en la zona de Chinú, se adquiere donde mayoristas y directamente con agricultores. La harina de arroz se expende principalmente en molinos de arroz. El almidón de maíz se compra directamente a empresas procesadoras de maíz como Maizena, Delmaiz, Unicor y mayoristas. El almidón de yuca agrío es expendida por mayoristas principalmente.

Se debe anotar que cada intermediario en la cadena de distribución va encareciendo cada vez más el precio unitario de la materia prima.

#### Utilización de extrusor

Esta pregunta se incluyó debido a que el extrusor permite el desarrollo de nuevos productos en base de harina de yuca. El Cuadro 7 indica que solamente el 12% de las empresas contactadas dijeron tener algún tipo de extrusor. La incidencia de este equipo de procesamiento de alimentos fue más alto en las zonas de Cali y Barranquilla. La mayoría de las empresas que cuentan con extrusores producen pasta, mezcla de cereales precocidas (coladas, refrescos, sopas, etc.), carne procesada, harina precocida de maíz, y cereales inflados.

CUADRO 7. Empresas que utilizan extrusor

Zona	No.	%	Muestra
Medellín	3	6	53
Cali	10	18	57
Chinú	2	6	34
B/quilla	11	15	73
Total	26	12	217

#### Utilización de laboratorios de calidad

El Cuadro 8 muestra que casi la mitad de la muestra de empresas utiliza los servicios de un laboratorio de control de calidad. Sin embargo, las zonas de Medellín y Cali presentan una mayor incidencia (79 y 58% respectivamente) porque, como se había mencionado anteriormente, las empresas de estas zonas son más grandes y sofisticadas que las de Chinú y Barranquilla. Se puede resaltar que solo el 6% de la muestra de empresas en la zona de Chinú utilizan los servicios de un laboratorio de control de calidad.

#### Utilización de asistencia técnica

El Cuadro 9 muestra la proporción de muestra de empresas por zona que utilizan los servicios de asistencia técnica. El estudio demostró que las empresas dependen bastante de sus proveedores de materias primas para este fin.

CUADRO 8. Empresas que utilizan laboratorio de control de calidad

Zona	No.	%	Muestra
Medellín	42	79	53
Cali	33	58	57
Chinú	2	6	34
B/quilla	25	34	73
Total	102	47	217

CUADRO 9. Empresas que utilizan servicios de asistencia técnica

Zona	No.	%	Muestra
Medellín	26	49	53
Cali	17	30	57
Chinú	3	9	34
B/quilla	27	37	73
Total	73	34	217

Intención de Compra antes del ensayo

Con el fin de detectar el grado de interés que despertaba la idea de la harina de yuca a un precio menor que el de las materias primas tradicionales, se solicitó una medida de Intención de Compra mediante la siguiente escala de cinco puntos:

Definitivamente sí la compraría	5
Probablemente sí la compraría	4
No se si la compraría	3
Probablemente no la compraría	2
Definitivamente no la compraría	1

El Cuadro 10 presenta los resultados. La columna a la derecha de la titulada "5+4" ("Definitivamente y "Probablemente sí compraría") es la más importante, pues muestra la proporción de productos para los cuales la Intención de Compra fue positiva. La Intención de Compra positiva promedio fue del 75%; las zonas

de Chinú y Cali presentan niveles más altos, de 96 y 80% respectivamente. Medellín y Barranquilla presentan niveles más bajos, de 64 y 58%. Si se considera que en solo el 7% de los casos la Intención de Compra fue decididamente negativa ("Definitivamente" y "Probablemente no compraría"), podemos concluir que la industria alimenticia nacional está abierta a materias primas nuevas y que la propuesta de una harina de yuca como alternativa de reducción de costos es atractiva.

CUADRO 10. Intención de compra de una harina de yuca a menor precio que la materia prima tradicional antes del ensayo (\*)

Zona	5	%	4	%	5+4	%	3	%	2	%	1	%	n
Medellín	4	5	51	59	55	64	28	33	0	--	3	3	86
Cali	12	12	69	68	81	80	6	6	8	8	6	6	101
Chinú	0	--	82	96	82	96	1	1	2	2	0	--	85
B/qlla	7	8	45	50	52	58	30	33	1	1	6	7	90
Total	23	6	247	68	270	75	65	18	11	3	15	4	362

(\*) La muestra (n) es igual al número de ensayos potenciales, o sea el número de productos que las empresas dijeron producir

### Muestras de harina y trocitos de yuca entregadas

El Cuadro 11 describe la cantidad de muestras entregadas a las empresas participantes con el fin de efectuar ensayos de formulación. Se debe aclarar que alrededor del 15% de las empresas contactadas en la fase de Fabricantes 1 no solicitaron muestras, o sea que se autoexcluyeron de la fase de Fabricantes 2. La gran mayoría de las empresas que decidieron participar en los ensayos pidieron muestras de harina de yuca, aunque se les dió la opción de recibir trocitos de yuca.

CUADRO 11. No. de muestras de harina y trocitos de yuca entregadas a empresas

Zona	Harina de yuca		Trocitos de yuca	
	No. muestras	Kgs	No. muestras	Kgs
Medellín	46	1037	2	80
Cali	47	875	4	111
Chinú	32	285	0	0
B/qlla	60	1056	2	15
Total	185	3253	8	206

Al recibir la muestras, se le solicitó al fabricante realizar ensayos basado en sus propios criterios y en su conocimiento de su proceso y producto. Hubo un lapso de entre 20 a 40 días entre la entrega de la muestra y el contacto en el marco de la fase de Fabricantes 2.

## FASE DE FABRICANTES 2

Este cuestionario, implementado luego de los ensayos efectuados con harina de yuca, se enfocó en (a) conocer los productos en los cuales se ensayo la formulación con harina de yuca, (b) nivel de sustitución, (c) la materia prima sustituida, (d) los resultados obtenidos, (e) comparación entre el producto con harina de yuca y el producto tradicional, (f) ventajas y desventajas de la harina de yuca en la formulación ensayada, (g) Intención de Compra, y (h) volumen al mes de harina de yuca que compraría la empresa. La Intención de Compra fue el indicador base para detectar mercados potenciales y se requirió asumiendo que la harina de yuca costara un 10% menos que la materia prima sustituida.

Se debe anotar que no todas las empresas que recibieron la muestra efectuaron los ensayos. Además, algunos fabricantes que sí los realizaron, ensayaron la harina de yuca en productos diferentes a los que habían mencionado en la fase de Fabricantes 1.

### Productos en los que se ensayó la harina de yuca

A continuación se presenta la lista de los productos en los cuales se ensayó la harina de yuca. Se debe anotar que, en ocasiones, múltiples empresas ensayaron con el mismo producto.

#### PRODUCTOS INDUSTRIALES

barquillo (cono, cucurucho)  
 carne procesada (salchichón, jamón, salchicha, mortadela, etc.)  
 condimento (azafrán, color)  
 fideo  
 galleta (dulce, salada)  
 goma  
 harina precocida de maíz  
 manjarblanco (arequipe)  
 mezcla con harina de trigo  
 mezcla para apanar  
 mezcla para colada o colada  
 mezcla para fritura  
 mezcla pra horneado  
 mezcla para refresco  
 mezcla para sopa  
 pan (diferentes tipos de pan)  
 pasta  
 ponqué (torta)  
 pudín  
 salsa

tostada  
waffer

#### PRODUCTOS ARTESANALES

almojábana  
arepa  
bocadillo  
bollo de yuca  
buñuelo  
carimañola  
condimento  
cuca  
dedito  
diabolín  
dulceria  
empanada  
enyucado  
galleta (polvorosa)  
hojaldra  
mantecado  
oblea  
pan  
pandebono (pandequeso, pandeyuca)  
pandero  
pastel (torta, ponque, biscocho)  
pizza  
rosquita  
tamal

#### Materias primas sustituidas

La principal materia prima sustituida en los ensayos fue la harina de trigo, seguida de lejos por el almidón de yuca dulce, la harina de arroz, y el almidón de maíz. (Ver Cuadro 12).

#### Niveles de sustitución con harina de yuca

Es bueno comentar de antemano que la proporción de materias primas farináceas en las formulaciones de los diferentes productos es muy variable; por ejemplo, en carnes procesadas la harina o almidón incorporado puede representar del 2 al 10%, mientras que en galletas la proporción se acerca casi al 100%.

Igualmente, los niveles de sustitución en los ensayos variaron desde el 2% hasta el 100%. Se observó la tendencia de que cuando la materia prima farinácea significaba una proporción baja en la formulación del producto, el nivel de sustitución con harina de yuca fue alta, y viceversa. Dentro de productos idénticos también se observó gran variación en niveles de sustitución, ya que no se suministraron reglas de sustitución al fabricante.

CUADRO 12. Principales materias primas sustituidas en los ensayos efectuados por los fabricantes

Materia prima	No. veces mencionada	%
1. Harina de trigo	128	58
2. Almidón de yuca dulce	19	9
3. Harina de arroz	14	6
4. Almidón de maíz	13	6
5. Almidón de yuca agrio	12	5
6. Yuca	10	5
7. Grano de maíz	6	3
8. Grano de arroz	5	2
Otras	14	6
Total	221	100

El Cuadro 17 muestra los rangos de sustitución de harina de yuca en productos donde la Intención de Compra fue positiva.

#### Resultados de los ensayos

Mediante la siguiente escala de cinco puntos se preguntó sobre los resultados del ensayo ejecutado:

Excelente resultado	5
Buen resultado	4
Aceptable resultado	3
Mal resultado	2
Pésimo resultado	1

El Cuadro 13 exhibe las calificaciones de los resultados obtenidos e indica que el 46% de los resultados se calificaron como "Excelente y buen resultado". El 21% de los ensayos se calificaron como "Aceptable resultado". Sólo el 33% de los ensayos se calificaron negativamente, o sea "Mal y pésimo resultado".

CUADRO 13. Resultados de los ensayos efectuados en productos sustituyendo otras materias primas con harina de yuca (\*)

Zona	5	%	4	%	5+4	%	3	%	2	%	1	%	n
Medellín	7	14	13	26	20	40	11	22	17	34	2	4	50
Cali	10	16	17	27	27	42	19	30	13	20	5	8	64
Chinú	8	15	27	51	35	66	5	9	13	25	0	0	53
B/qlla	6	11	13	24	19	35	11	20	18	33	5	9	54
Total	31	14	70	32	101	46	46	21	61	28	12	5	221

(\*) La muestra (n) es igual al número de ensayos efectuados

A continuación se presenta la lista y frecuencia de productos correspondientes a los ensayos calificados por los fabricantes como "Excelente resultado" y "Buen resultado". Los productos en paréntesis son similares a los productos a su izquierda. La columna a la extrema derecha indica los productos cuyos ensayos se calificaron como "Excelente resultado"

Producto	Frecuencia	
	5+4	5
Arepa	2	
Barquillo (cucurucho)	2	
Bollo de yuca	2	1
Buñuelo	1	
Carimañola	1	
Carne procesada (albondigón)	7	2
Colada	1	1
Condimentos (azafrán)	4	2
Cuca	1	
Dulce de guayaba	1	1
Empanada	8	7
Enyucado	1	
Fideo	1	
Galleta dulce (pandero, polvorosa, waffer)	29	11
Harina plátano	1	1
Manjarblanco (arequipe)	3	
Masa frita	1	
Mezcla cubierta para tortas	1	1
Pan	10	1
Pandeyuca (pandebono, almojabana, pandequeso)	8	1
Pollo apanado	1	
Ponque (bizcocho, torta, rolo, pastel, mantecado)	9	1

Pudín	1	
Rosquita	1	1
Salsa	1	
Sopa	1	
Tamal	1	
Tostada	1	
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>31</b>

Se puede subrayar el éxito obtenido con carne procesada, condimento, empanada, galleta dulce de todo tipo, y ponqué o pastel. Aunque en panificación hubo éxitos, se debe anotar que la cantidad de ensayos fallidos es grande.

#### Comparaciones con el producto tradicional

También se solicitó una comparación entre el producto tradicional de la empresa y el obtenido en el ensayo de sustitución. Los fabricantes calificaron el producto con harina de yuca como "Mejor", "Igual" o "Peor". El Cuadro 14 muestra las frecuencias de las comparaciones por zona. Las comparaciones en la zona de Barranquilla fueron más negativas hacia el producto con harina de yuca que en el resto de zonas. El 54% de los productos con harina de yuca fueron evaluados como "Mejor" o "Igual".

CUADRO 14. Comparación entre el producto con harina de yuca y el producto tradicional

Zona	Mejor		Igual		Peor		Comparó		No Comparó Total
		%		%		%	(n)		
Medellín	11	22	18	36	21	42	50	0	50
Cali	14	22	22	35	27	43	63	1	64
Chinú	5	11	25	54	16	35	46	7	53
Bquilla	3	8	8	21	28	72	39	15	54
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>17</b>	<b>73</b>	<b>37</b>	<b>92</b>	<b>46</b>	<b>198</b>	<b>23</b>	<b>221</b>

El Cuadro 15 relaciona las evaluaciones del resultado de los ensayos (de 5 a 1) con estas tres comparaciones. La mayoría (89%) de los productos evaluados como "Mejor" fueron el resultado de ensayos calificados como "Excelente" y "Bueno". El 100% de los productos evaluados como "Igual" fueron el resultado de ensayos calificados como "Excelente", "Bueno", y "Aceptable". De los productos evaluados como "Peor", el 88% corresponden a ensayos calificados como "Aceptable resultado" y "Mal resultado".

CUADRO 15. Las comparaciones de los productos de acuerdo a la calificación del resultado del ensayo (\*)

Comparación	5	%	4	%	3	%	2	%	1	%	n
Mejor	13	37	17	52	3	9	0	0	0	0	33
Igual	14	19	40	55	19	26	0	0	0	0	73
Peor	0	0	2	2	22	24	59	64	9	10	92
Total	27	14	59	30	44	22	59	30	9	5	198

(\*) n = 198, o sea el no. de comparaciones efectuadas

### Intención de compra de harina de yuca

El Cuadro 16, en la columna a la derecha de la titulada "5+4", muestra que el 57% de los ensayos indujeron a una Intención de Compra positiva ("Definitivamente" o "Probablemente sí compraría") por parte de los fabricantes. Se puede resaltar que este porcentaje fue mayor en la zona de Chinú (72%). El 32% de los ensayos indujeron a una Intención de Compra negativa por parte del fabricante ("Definitivamente" o "Probablemente no compraría").

CUADRO 16. Intención de compra si la harina de yuca costara un 10% menos que la materia prima sustituida (\*)

Zona	5	%	4	%	5+4	%	3	%	2	%	1	%	No	
													contestó	n
Medellín	5	10	21	42	26	52	3	6	3	6	16	32	2	50
Calí	17	27	20	31	37	58	9	14	4	6	14	22	0	64
Chinú	8	15	30	57	38	72	0	0	3	6	12	23	0	53
B/qlla	12	22	14	26	26	48	8	15	7	13	13	24	0	54
Total	42	19	85	38	127	57	20	9	17	8	55	25	2	221

(\*) n es igual al no. de ensayos efectuados

El Cuadro 17 presenta los productos en los cuales se obtuvo al menos un ensayo que indujo a una Intención de Compra positiva. Por ejemplo, si se efectuaron cinco ensayos con un producto X y ninguno indujo a una Intención de Compra positiva, el producto X no se incluyó en este Cuadro. Este Cuadro incluye otra

información importante como el porcentaje de ensayos positivos por producto, rangos de niveles de sustitución, comparación con productos tradicionales, y la materia prima sustituida.

CUADRO 17. Productos en los cuales se obtuvo al menos un ensayo que indujo a una intención de Compra (I. C.) positiva (\*)

Producto	# ensayos	# con I.C. posit. %	Compara- ración	Nivel susti- tución	Materia prima sustit.	
Carne procesada	9	9	100	Igual Mejor	100	Harina de trigo
Galleta Pandero Waffer Polvorosa Cucas	37	32	86	Igual Mejor	5-50	Harina de trigo
Cono Cucurucho Barquillo	5	4	80	Igual Mejor	5-100	Harina de trigo Almidón de yuca dulce
Pastel Torta Bizcocho Mantecado Ponqué Rollo	15	11	73	Igual	5-30	Harina de trigo
Bocadillo Mermelada Dulce guayaba	6	4	67	Igual Mejor	50-100	Almidón de maíz Harina de arroz
Condimento	8	5	63	Igual Mejor	15-100	Harina de arroz Arroz Granza de arroz Maíz
Empanada	13	8	62	Mejor Igual	50-100	Almidón de maíz Harina de trigo Almidón de yuca dulce Harina precoci- da de maíz
Pandebono Pandequeso Pandeyuca Almojábana Diabolo	16	8	50	Igual	10-100	Almidón de yuca agrio

CUADRO 17 (cont.). Productos en los cuales se obtuvo al menos un ensayo que indujo a una Intención de Compra (I. C.) positiva (\*)

Producto	# ensayos	# con I.C. posit. %	Compara- ción	Nivel susti- tución	Materia prima sustit.
Pasta Fideo	8	4 50	Igual Mejor	20-35	Harina de trigo Harina de arroz
Pan Tostada	42	18 43	Igual	5-35	Harina de trigo
Colada	3	3 100	N.D.	10-50	Harina de trigo Harina de arroz Harina de maíz Harina de avena
Mezcla sopas	2	2 100	Mejor Igual	20-100	Yuca Harina de arroz
Mezcla fritura Masa frita	2	2 100	Mejor Igual	5-33	Maíz Almidón de yuca dulce
Bollo de yuca	2	2 100	N.D.	30-50	Yuca Harina de plátano
Manjarblanco Arequipe Cortado	11	3 27	Mejor	50-100	Almidón de maíz Harina de arroz
Mezcla hornear	1	1 100	Igual	10	Almidón de yuca dulce
Salsa	1	1 100	Mejor	100	Harina de trigo
Buñuelo	1	1 100	Igual	100	Almidón de yuca agrio
Tamal	1	1 100	Igual	33	Maíz
Arepa	2	1 50	N.D.	20-23	Maíz
Rosquita	4	1 25	Igual	25-100	Harina trigo
Apanados	4	1 25	Mejor Igual	5-100	Harina de trigo

CUADRO 17 (cont.). Productos en los cuales se obtuvo al menos un ensayo que indujo a una Intención de Compra (I. C.) positiva (\*)

Producto	# ensayos	# con		Nivel Compa- ración	Nivel susti- tución	Materia prima sustit.
		I.C. posit.	%			
Carimañola	5	1	20	Igual	25-100	Yuca

(\*) Las columnas de Comparación, Nivel de Sustitución, y Materia Prima Sustituída, sólo incluyen datos correspondientes a ensayos con Intención de Compra positiva.

### Ventajas de la harina de yuca

El Cuadro 18 presenta los comentarios por producto respecto a ventajas de la harina de yuca en los ensayos que indujeron a una Intención de Compra positiva. Se mantiene el mismo orden del Cuadro 17.

Cabe anotar que una gran empresa procesadora de carne sustituyó el 100% de la harina de trigo con harina de yuca en el producto "salchicha" con excelente resultado, ya que en pruebas sensoriales obtuvo el 67% de la preferencia frente a otra versión con 100% de harina de trigo. En otro ensayo efectuado por una empresa asesora de la industria cárnica, la salchicha en la cual se sustituyó el 50% de la harina de trigo por harina de yuca obtuvo también mejor evaluación sensorial que la versión con 100% harina de trigo. Otra empresa grande procesadora de carne efectuó ensayos en laboratorio y encontró que 1 kg de harina de yuca retiene 800 grs de agua versus 660 grs por parte de la harina de trigo. Según esta última empresa, la retención de la harina de yuca es comparable a la de la proteína de soya sin tratamiento mecánico.

### Volumen de compra mensual de la muestra

A las empresas que expresaron una Intención de Compra positiva se les solicitó un estimado del volumen mensual de harina de yuca en toneladas que estarían dispuestas a comprar. Se debe aclarar que algunas empresas expresaron una Intención de Compra positiva pero no suministraron información el volumen mensual. El Cuadro 19 presenta el volumen mensual de harina de yuca por zona de la muestra. Sin embargo, este volumen no se debe interpretar como una cuantificación de demanda ya que corresponde sólo a una muestra de empresas. Para deducir una demanda nacional este estudio ofrece una buena base, pero es necesario complementarlo con información secundaria (importaciones y consumo de materias

primas) y con entrevistas en empresas para cuantificar ciertos mercados de interés.

---

CUADRO 18. Ventajas de la harina de yuca por producto en ensayos que indujeron a una Intención de Compra (I. C.) positiva

---

Carne procesada	-hidrata más/absorbe más agua -amarra mejor/más liga -mejora la consistencia/la mordida del producto -presenta buen color
Galleta	-más crocante/más crunch
Pandero	-mejor textura
Waffer	-más suave
Polvorosa	-buen sabor
Cucas	-más firme/resistente -buena presentación
Cono	-da mayor flexibilidad
Cucurucho	-da resistencia
Barquillo	
Pastel	-buen volumen
Torta	-mejor sabor
Bizcocho	
Mantecado	
Ponqué	
Rollo	
Bocadillo	-buen sabor
Mermelada	-parte bien
Dulce guayaba	
Condimento	-mejora textura -mejora volumen -mejora disolución en agua/asimila bien agua -buen color
Empanada	-tostaron bien -mejor presentación -mejor sabor -masa más consistente -gusta más -no absorbe grasa/manteca
Pandebono	-gustó el sabor
Pandqueso	
Pandeyuca	
Almojobana	
Diabolín	

---

---

CUADRO 18 (cont.). Ventajas de la harina de yuca por producto en ensayos que indujeron a una Intención de Compra (I. C.) positiva

---

Pasta	-compacta bien
Fideo	-buena calidad

---

Pan	-buen rendimiento
Tostada	

---

Colada	-espesó bien
--------	--------------

---

Mezcla sopas	-buen sabor
--------------	-------------

---

Mezcla fritura	-compactó bien
Masa frita	

---

Bollo de yuca	-más suave -compacta bien
---------------	------------------------------

---

Manjarblanco	-rinde
Arequipe	
Cortado	

---

Salsa	-mejor estabilidad
-------	--------------------

---

Buñuelo	
---------	--

---

Tamal	
-------	--

---

Arepa	-más suave
-------	------------

---

Carimañola	
------------	--

---

Rosquita	-buen sabor
----------	-------------

---

Apanados	-tuesta más
----------	-------------

---

CUADRO 19. Volumen mensual de harina de yuca por zona de las empresas que expresaron una Intención de Compra positiva (\*)

Zona	Volumen mensual (t)	%	# empresas	Volumen promedio por empresa (t)
Medellín	100.59	33	12	8.38
Cali	183.52	61	25	7.34
Chinú	12.11	4	22	.55
B/quilla	4.63	2	18	.26
Total	300.85	100	77	3.91

(\*) n = al # de empresas con Intención de Compra positiva que suministraron información sobre volumen mensual

Como se había anotado anteriormente, el perfil de las empresas en la muestra global variaba por zona, habiéndose incluido empresas más grandes en las zonas de Medellín y Cali y más pequeñas o artesanales en las zonas de Barranquilla y Chinú. Esta diferencia refleja la realidad de la industria alimenticia nacional. Se puede destacar que el volumen muestral para la zona de Barranquilla es bastante desalentador, máxime si tenemos en cuenta que la muestra en esta zona sí incluía algunas empresas grandes; el volumen promedio por empresa en esta zona es de sólo 0.26 t por mes, por debajo de la zona de Chinú, ésta sí caracterizada por empresas alimenticias artesanales. En contraste, Medellín y Cali exhiben un volumen mensual mucho más importante. El volumen promedio para estas dos zonas indica una concentración de demanda interesante.

El Cuadro 20 presenta las empresas en donde se concentra la demanda muestral.

### CONCLUSIONES

1. Un estimado preliminar de la demanda nacional para harina de yuca como sustituto de otras materias primas en el sector alimenticio industrial y artesanal es de 40.000 toneladas anuales.
2. Los productos alimenticios en donde es más viable la incorporación de la harina de yuca en su formulación son: carne procesada, galletería de todo tipo, pastas y fideos, panificación, ponqués y pastelería en general, condimentos, empanadas, productos de panadería elaborados con almidón de yuca agrio (pandebono, etc.), mezclas para coladas, mezclas para sopas, mezclas para fritar, mezclas para hornear, mezclas para apanar, dulces blandos, conos, y salsas.
3. Los productos en donde la harina de yuca exhibe ventajas claras de tipo funcional sobre la materia prima sustituida

CUADRO 20. Empresas en donde se concentra la demanda muestral para la harina de yuca (t)

Empresa	Producto	Materia prima sustituida	Volumen mensual
-----			
ZONA MEDELLIN			
DELMAIZ	-Mezcla para hornear	-Almidón de yuca	50
	-Mezcla para fritura	-Almidón de yuca	
KUKITA	-Waffer	-Harina de trigo	15
PANIFICADORA CASTILLA	-Pan	-Harina de trigo	10
	-Cuca	-Harina de trigo	
COMESTIBLES DAN	-Carne procesada	-Harina de trigo	6,5
CEBU	-Carne procesada	-Harina de trigo	3
PASTELITOS	-Pastel	-Harina de trigo	2
ZENU	-Carne procesada	-Almidón de maíz	2
-----			
ZONA CALI			
ICBF	-Colada	-Harina de trigo	50
		-Harina de arroz	
LA ROSA	-Galleta dulce	-Harina de trigo	40
DERIV. DEL TRIGO	-Panificación	-Harina de trigo	20
ALIÑOS EL CHEFF	-Azafrán	-Arroz	20
		-Maíz	
RICA RONDO	-Carne procesada	-Harina de trigo	15
COLOMBINA	-Galleta dulce	-Harina de trigo	10
PAMPA	-Harina de plátano	-Harina de plátano	7
DON GUSTO	-Fideo	-Harina de arroz	5
		-Harina de maíz	
IND. EL AVION	-Fideo	-Harina de arroz	3
POLLOS FRISBY	-Apanado	-Harina de trigo	3
ALIÑOS EL VAQUERO	-Azafrán	-Granza de arroz	2.25

son: carne procesada, galletería de todo tipo, conos, condimentos, empanadas y mezclas para apanar.

4. La principal materia prima sustituida sería la harina de trigo; cerca del 80% del volumen demandado de harina de yuca (32.000 toneladas) se destinaría a sustituir esta materia prima importada. Otras materias primas sustituidas serían la harina de arroz, almidón de maíz, y el almidón de yuca dulce y agrío.
5. La harina de yuca se debe empacar en presentaciones de bolsas de papel de 50 kgs.
6. La harina de yuca se puede vender rentablemente a un precio inferior al de todas las materias primas ya mencionadas. Su precio puede estar entre un 15 a un 20% por debajo del precio de la harina de trigo. Respecto a las materias primas restantes, esta diferencia de precios sería mayor.
7. Es probable que la harina de yuca no pueda competir en precio con algunas materias primas de baja calidad utilizadas en la categoría de condimentos.
8. Los niveles de sustitución de materias primas con harina de yuca van desde el 5 al 100%.
9. Se requieren de dos tipos de sistemas de distribución para la harina de yuca:
  1. planta-molino de trigo-cliente volumen grande
  2. planta-molino de trigo-mayorista-cliente volumen pequeño
10. De las dos grandes ciudades más cercanas a la zona de producción de trocitos de yuca (Barranquilla y Medellín), esta última presenta una demanda mucho mayor y más concentrada (clientes de mayor volumen).
11. La zona de Chinú (Montería y Sincelejo) presenta una demanda importante por parte de clientes de bajo volumen que se puede servir a través de dos mayoristas especializados en materias primas farináceas.

### 3. DESARROLLO DE CANALES DE MERCADEO

El Estudio de Mercados arroja información que lleva a concluir que se requieren de dos tipos de sistemas de distribución para la harina de yuca:

1. planta-molino de trigo-cliente volumen grande
2. planta-molino de trigo-mayorista-cliente volumen pequeño

Tres molinos de trigo, uno en Buga y dos en Barranquilla, han molido trocitos de yuca para elaborar harina de yuca. En Diciembre 1989 se iniciaron contactos con uno de estos molinos de trigo en Barranquilla, Generoso Mancini, con el fin de interesarlo en la molienda de los trocitos de yuca. En Enero 1990 se les entregó una tonelada de trocitos de yuca los cuales procesaron, logrando un 70% de conversión a harina de yuca. Al respecto, manifestaron tener confianza en lograr un 90% de conversión mediante ajustes menores en el diagrama. Este molino expresó su interés en conocer el precio de venta del trocito.

Debido a las conclusiones arrojadas por el Estudio de Mercados, la actividad prioritaria será la de contactar dos molinos de trigo en Medellín para que procesen los trocitos.

Otra actividad será la de contactar un mayorista especializado en materias primas farináceas en Sincelejo con el fin de que inicie comercialización de la harina de yuca. Se han detectado dos mayoristas, Oscar Villegás y Rafael Vargas. El proyecto y la ANPPY deben informar al respecto a los clientes potenciales ya detectados por el Estudio para ayudarlo a estos mayoristas a vender el producto harina de yuca.

#### 4. PROMOCION DE PRODUCTO

La actividad de promoción de producto para la harina de yuca comenzó con el diseño e impresión de un volante informativo dirigido a empresas del sector alimenticio. Este folleto, junto con una muestra de harina de yuca de 100 gramos, se repartió a casi 300 empresas grandes, medianas y pequeñas en el marco del Estudio de Mercados entre los meses de Marzo 1989 y Enero 1990.

En los meses siguientes las actividades promocionales se concentrarán en la ciudad de Medellín ya que, según indicaciones del Estudio de Mercados, este es el mercado promisorio más cercano. Sin embargo, la demanda muestral de harina de yuca detectada en esta ciudad supera ampliamente la capacidad de la planta piloto (100 ton vs. 15 ton mensuales).

En la ciudad de Sincelejo, donde se buscará que un mayorista ya establecido comercialice la harina de yuca, el proyecto y la ANPPY deberán informar al respecto a clientes potenciales ya detectados por el Estudio.

## ANEXO 4.

### DESARROLLO DE PRODUCTOS PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

La investigación realizada en este área durante el primer año de la Fase II del proyecto ha estado orientada hacia la generación del conocimiento adecuado y suficiente para ofrecer asistencia técnica a las pequeñas y medianas plantas procesadoras de alimentos que utilicen harina de yuca en sus formulaciones. Se pretende recomendar niveles de sustitución y explicar las modificaciones (las mínimas posibles) que sea necesario implementar en el proceso de manufactura de los productos.

Los criterios que son tenidos en cuenta en la elaboración de los productos que contengan harina de yuca son:

- La harina de yuca debe mezclarse fácilmente y ser compatible con los otros ingredientes. No debe formar grumos y debe hidratarse uniformemente.
- La viscosidad de la formulación no deberá reducirse o suprimirse por la presencia de la harina de yuca y los demás ingredientes de la misma.
- El producto debe ser fácilmente convertido en el alimento final y ser capaz de resistir los tratamientos a que sea sometido durante el proceso.
- El producto debe ser atractivo, tener la consistencia y textura correcta y ser fácil de servir.
- Debe ajustarse a las regulaciones existentes

Puesto que se espera dar asistencia técnica a pequeños productores de alimentos, es necesario establecer técnicas sencillas de control de calidad para permitir su implementación y utilización en la manufactura. Se diseñó una metodología comparativa de evaluación de los métodos analíticos tradicionales con los métodos sencillos a proponer al fabricante.

#### Selección y Ensayo de los Métodos de Análisis

A partir de Enero 1990, cuando se disponía de la totalidad de los equipos para análisis en el laboratorio, se inició el proceso de normalización de las técnicas analíticas disponibles para la cuantificación de la proteína, humedad y grado de precocción del almidón en la harina y viscosidad de las formulaciones.

Se hizo una selección preliminar de los métodos, teniendo en cuenta consideraciones referentes a aplicabilidad, rapidez y costo.

Se ha procedido a ensayar en el laboratorio los métodos que se enumeran a continuación:

- Cuantificación de Proteína

Se están probando los métodos de: coloración biuret y el de formación de complejos con naranja G, utilizando muestras de Colada Superior (trigo integral y soya). Como técnica de referencia se sigue el método de Micro-Kjeldahl.

Hasta ahora no existen suficientes datos para establecer la correlación que existe entre la determinación de proteína por los métodos enunciados y el Micro-Kjeldahl, dependiendo de la granulometría de las harinas.

- Grado de Contaminación

Además de esta determinación se están estudiando pruebas para detectar la contaminación por insectos y roedores. Se han ensayado parcialmente los métodos descritos por Pearson, Laskin y los métodos AACC 28-22, 28-41 y 28-92.

Los métodos difieren entre sí básicamente en el tratamiento a que se somete la muestra con el objeto de dejar en libertad el material contaminante. Los resultados hasta ahora son parciales.

- Precocción

Se está empezando a estudiar la posibilidad de diseñar un sistema para cuantificar el grado de precocción de la harina de yuca.

Pruebas de Sustitución

Manjarblanco

Se ha iniciado el estudio de la sustitución del almidón de arroz por la harina de yuca en la formulación de manjarblanco.

Los ensayos preliminares indican que es factible efectuar sustituciones hasta del 100% con harina de yuca, presentándose cambios en las características organolépticas del producto, sobre todo en la consistencia. Mediante estudios de evolución de la concentración de sólidos y las viscosidades en función del tiempo de proceso, se espera identificar la relación % de harina de yuca-tiempo de proceso.

Hasta ahora todo parece indicar que el tiempo deberá ampliarse al menos en media hora.

Un inconveniente que se presenta en este estudio es la dificultad en disponer de leche entera en las formulaciones, y la necesidad de establecer correlaciones entre la calidad de la leche usada (entera o desengrasada) y la consistencia del producto.

En puntaje ponderado de 1 a 5, las formulaciones que se han estudiado recibieron calificaciones de 3.9 a 4.5.

### Coladas

En los ensayos de sustitución con coladas, se seleccionaron las coladas: del Hogar, bien posicionada en el mercado, la colada Superior que utiliza en sus ingredientes trigo integral y soya y la Harina soya-plátano Bombay.

Se empezó por caracterizar en su composición cada una de las coladas seleccionadas, mediante una muestra de cada una de ellas en distintos supermercados y tiendas, para hacer los análisis físicos y químicos que permiten decidir sobre el porcentaje de sustitución a emplear, que no altere la calidad nutritiva del producto. Las formulaciones que contienen harinas mixtas con harina de soya, no pueden ser sustituidas por harina de yuca en proporciones altas, ya que su contenido porcentual en proteína se vería afectado notablemente.

No se dispone todavía de todos los resultados de los análisis efectuados para obtener la composición promedia de las coladas.

Se han diseñado los formatos para la evaluación organoléptica de las coladas, para establecer el grado de aceptación y el perfil de textura. Se entrenará un grupo de 4-6 personas para los paneles de degustación, que se espera comiencen en Junio 1990.

## ANEXO 5.

### MEJORAMIENTO DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

Aunque los criterios generales de diseño se mantuvieron respecto a la Fase I del proyecto, en la Fase II cambió ligeramente su ponderación; inicialmente se priorizaron la simplicidad y el costo inicial mientras que finalmente se dió importancia mayor a la confiabilidad, eficiencia, seguridad, estética, productividad y calidad sanitaria.

Este manejo de los criterios se vió plasmado en el empleo de:

1. Transmisión de potencia positiva (cadena) en lugar de la transmisión de fricción.
2. Uso de junta cardánica para absorber la rotación irregular, producto del tipo de pista empleada en el tambor.
3. Se incrementó la capacidad del tambor gracias al empleo de una transmisión más eficiente.
4. Se diseñó un mecanismo de desembrague que posibilita el empleo aislado de la trozadora.
5. Se hizo empleo intensivo del zincado como protección contra la corrosión.
6. Se experimentó con diferentes tipos de revestimiento para el tambor, en busca de eficiencia de pelado y remoción de desperdicios.
7. Se simplificó el interior del tambor con el objeto de reducir el daño a las raíces y la retención de desperdicios.
8. Se incorporaron elementos de seguridad como guardas, enclavamientos y alarmas.
9. Dentro de las restricciones, se trató de mejorar la apariencia general del equipo.

En cuanto al análisis estructural de la máquina lavadora, por primera vez se hizo uso de una técnica de cálculo, el Método del Elemento Finito, para el bastidor y los ejes. Para ese fin se trabajó con el SAP-80, programa de computador comercial de análisis estructural.

También fué refinado el análisis dinámico y el consumo de potencia, determinándose con bastante certeza el motor requerido para impulsar las dos máquinas en tándem, lavadora-trozadora.

Como experiencia acumulada de la Fase I y de otras actividades asociadas con el procesamiento de yuca, se enfatizó desde un comienzo en el diseño para manufactura, tratando de incorporar elementos normalizados, sistemas modulares y conceptos de facilidad de fabricación.

Si bien el desarrollo del trabajo fué normal, vale la pena anotar las siguientes observaciones.

Definitivamente existe una resistencia natural a acatar la documentación técnica (planos) por parte del fabricante. No debe confundirse la incorporación gradual de mejoras de manufactura, aún de diseño, con la actividad "artesanal" de la improvisación y el informalismo. Hubo algunos desacuerdos y retrasos menores con el constructor escogido.

Sobre el componente de costos de fabricación, vale la pena tener en cuenta un posible efecto distorsionador en relación a que el taller escogido para construir un prototipo queda en condición de privilegio para la explotación posterior de la tecnología, lo que puede alterar su actitud ante el mercado y cotizar por valores no reales.

En cuanto a la premolienda, no se han efectuado modificaciones profundas al equipo, sólo reformas menores, ya que su funcionamiento ha sido reportado como satisfactorio y ya había sufrido un proceso parecido al narrado anteriormente para la estación de adecuación.

Se consolidó además un modelo de operación donde se vincula a estudiantes de último año de Ingeniería Mecánica, en actividad de proyecto de grado o práctica industrial, al desarrollo de prototipos bajo la dirección de investigadores del proyecto. Se considera que esta metodología permite formar un recurso humano con mejores capacidades de abordar los problemas asociados con la agroindustria, además de ser eventuales promotores y gestores de tecnología.

## ANEXO 6.

### DESARROLLO DE EQUIPOS DE MOLIENDA Y CLASIFICACION PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

#### Molinos de Rodillos

Se adquirió e instaló un molino experimental de rodillos, equipado con un dispositivo de tamizado y clasificación. El equipo se montó sobre una estructura de vigas de acero a una altura de 0.8 metros del piso para facilitar la operación de descarga. La fuente de potencia disponible con el equipo es un motor eléctrico de 5.5 kw, que debe operarse a 380 V. Esta última especificación es un inconveniente en este instante, pues en Colombia las fuentes más comunes de voltaje son a 110, 220 y 440 V. Se están buscando alternativas de solución con el taller eléctrico del CIAT, como reorganización del sistema de conexión del motor, rebobinado, o el reemplazo con una unidad nueva.

Todo el sistema experimental de molienda con molino de rodillos estará constituido por la siguiente secuencia de equipos: un elevador-alimentador de tornillo sin fin (portátil), una premoledora de trozos (de tipo rodillos), otro elevador-alimentador de tornillo sin fin, y el molino de rodillos con el tamizador. A la presente, se están haciendo ajustes en el sistema de transmisión a los elevadores para la concordancia con las capacidades de los equipos a los cuales alimentarán.

#### Molinos de Martillos

Se adaptaron para estos experimentos los siguientes equipos:

1. Molino marca Gaitán referencia # 30, con capacidad máxima de 400 kg/h. En las pruebas de funcionamiento de este equipo con trozos secos de yuca se encontraron los siguientes problemas y soluciones:
  - a) Sistema de alimentación (por gravedad en una tolva) que ocasionaba continuos atascamientos y expulsión de los trozos por los martillos debido a la localización del punto de entrada del material a la cámara de molienda (de frente al giro de los martillos). Se resolvió el problema relocalizando la tolva con punto de entrada en la parte superior de la cámara de molienda, y adaptación de una compuerta guillotina para regular la alimentación.
  - b) Motor de baja capacidad (1 hp). Se cambio a otro de 3.6 hp.

- c) Diseño no adecuado del sistema de descarga del producto molido (por gravedad en una tolva). Adaptación de un sistema neumático de extracción (ventilador, ductos, ciclón).
- 2) Molino marca Famolinos, con capacidad máxima de 1200 kg/h, que funciona con un sistema para variación de su velocidad de operación desde 2200 a 4100 rpm, y tiene un sistema de alimentación con tolva y guillotina y de descarga por gravedad. Este equipo ha sido reacondicionado de la siguiente manera para el desarrollo de los planes experimentales:
- a) Se modificó el tren de transmisión de velocidades con el objeto de operar el molino entre 3750 y 7000 rpm. Se adquirió para este propósito un motor de 12 hp y 3750 rpm. Con este nuevo rango de operación se buscará mejorar la extracción de harina (superior al 75%) sin detrimento de la calidad físico-química de la misma.
  - b) Se le adicionó un sistema de extracción neumático de las harinas. De esta forma el equipo quedó con dos alternativas de descarga y manejo de los productos molidos.

## ANEXO 7.

### ESTUDIOS DE ALMACENAMIENTO PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

Se planeó una evaluación experimental de cambios de calidad durante el almacenamiento de productos secos de yuca.

#### Objetivos

1. Se requiere conocer la estabilidad físico-química y microbiológica de trozos secos y harinas empacados en sacos de polipropileno y almacenados a condiciones ambientales naturales en bodegas de diferentes localizaciones geográficas del país.
2. Determinar la factibilidad técnica de almacenamiento de yuca seca sin cambios importantes en su calidad.
3. Diseñar un conjunto de recomendaciones para el manejo adecuado de productos de yuca seca.

#### Metodología

Se prepararon tres lotes yuca con las siguientes especificaciones:

Lote 1: Trozos de yuca seca procesada con las especificaciones para obtener un producto con la calidad adecuada para la elaboración de alimentos de consumo humano.

Lote 2: Harina de yuca con iguales características de calidad que el lote anterior.

Lote 3: Trozos de yuca seca procesada de calidad adecuada para la elaboración de raciones alimenticias para animales.

Los lotes 1 y 2 se obtuvieron en los laboratorios de procesamiento de la Sección de Utilización de Yuca del CIAT, a partir de una mezcla de raíces de yuca de las variedades dulces CMC-40, HMC1 y HMC2, procesadas así: lavado y trozado a máquina, descarga en carro con revestimiento de acero inoxidable, secado artificial en capa profunda (0.25-0.3 m) con aire a 60° C (el producto se mezcló cada 2 horas para uniformizar el secamiento), y empaque del producto seco. El tiempo de secado fue de 8 a 9 horas. El lote 2 se transformó en harina con un molino de martillos.

El lote 3 se obtuvo en una planta de secado de yuca de la cooperativa de productores de Algarrobos, en Córdoba, Costa Norte de Colombia. Se utilizó yuca fresca de la variedad Venezolana, la cual se picó o trozó inmediatamente llegó del campo y a

continuación se extendió sobre un patio de cemento en donde se secó naturalmente en 50 horas, finalmente se empacó en sacos de polipropileno.

Los lotes preparados se dividieron y distribuyeron por partes iguales en bodegas del Intituto de Mercadeo Agropecuario, IDEMA, instaladas en las localidades de Monteria, Fontibón y Palmira, en donde permanecen almacenados desde el 4 de Febrero de 1990. En las localizaciones mencionadas se obtienen entre ellas condiciones ambientales diferentes. Los lotes 1 y 2 estuvieron temporalmente almacenados en un bodega del CIAT del 30 de Diciembre de 1989 al 27 de Enero de 1990 antes de ser distribuidos a los lugares de almacenamiento definitivos.

Cada 30-40 días los jefes de los laboratorios de control de calidad del IDEMA están retirando muestras de los lotes y enviándolas a los laboratorios de utilización de yuca del CIAT y de control de calidad de alimentos de UNIVALLE. Se está analizando contenido de agua, ceniza, proteína, fibra, azúcares reductores totales, almidón. Además, en un laboratorio particular de la ciudad de Cali se está determinando el estado microbiológico de las muestras, especialmente población de bacterias totales, Escherichia coli, salmonellas, hongos y levaduras.

Resultados:

El siguiente es el estado de los lotes de yuca seca que se encuentran almacenados:

Tabla 1. Análisis físico-químico de muestras de yuca seca procedentes de lotes almacenados en bodegas.

Lote	Lugar	Tiempo almac. (días)	H (%)	C (%)	F (%)	P (%)	A (%)	AR (%)	AT (%)
1	Montería	30	11.3	2.6	1.7	3.9	61.8	1.3	2.9
1	Fontibón	30	10.3	2.5	1.9	4.1	67.4	1.2	2.8
1	Palmira	30	11.5	3.6	1.7	3.9	61.3	1.3	3.1
2	Montería	30	10.4	3.0	1.6	3.8	70.3	1.2	2.6
2	Fontibón	30	10.4	2.8	1.6	4.1	62.1	1.2	2.8
2	Palmira	30	12.0	3.0	1.7	4.7	65.6	1.2	2.8
3	Montería	30	10.4	2.3	2.1	3.9	61.3	1.3	3.0
3	Fontibón	30	9.7	2.4	2.1	3.8	66.8	1.3	3.0
3	Palmira	30	11.4	2.5	2.2	4.2	60.2	1.3	3.1
1	Montería	60	11.6	2.6	1.7	4.5	60.9	1.0	2.2
1	Fontibón	60	12.0	3.5	1.9	4.9	58.4	1.1	2.4
1	Palmira	60	11.6	2.4	1.6	4.6	60.1	1.2	2.6
2	Montería	60	11.6	3.0	1.6	4.5	64.1	1.1	2.4
2	Fontibón	60	12.3	3.4	1.6	5.2	57.7	1.0	2.4
2	Palmira	60	12.2	2.8	1.8	4.6	61.5	1.2	2.7
3	Montería	60	11.3	2.0	2.1	4.9	59.5	1.0	2.2
3	Fontibón	60	12.2	2.7	2.1	4.7	50.6	1.0	2.3
3	Palmira	60	11.7	2.2	2.2	4.1	61.9	1.2	2.6

H: Humedad, C: Ceniza, F: Fibra, A: Almidón, AR: Azúcares reductores (basados en glucosa y fructosa), AT: Azúcares totales

Tabla 2. Análisis microbiológico de muestras de yuca seca procedentes de lotes almacenados en bodega.

Lote	Lugar	Tiempo Almac. (Días)	Número de Propagulos por gramo de:			
			Bacterias totales	E. Coli fecal	Salmo-nellas	Hongos y Levaduras
1		Inicial	13000 a 400000	N - 210	N	N - 300
2		Inicial	51000 a 343000	N - 150	N	30 - 400
3		Inicial	114500000 a 149000000	N - 50	N	100 - 200
1	Montería	30	17000000	N	N	400
1	Fontibón	30	509000	150	N	1000
1	Palmira	30	5000000	N	N	300
2	Montería	30	600000	N	N	19000
2	Fontibón	30	127000	N	N	2000
2	Palmira	30	280000	N	N	100
3	Montería	30	191000	N	N	2000
3	Fontibón	30	172000000	250	N	8000
3	Palmira	30	127000	N	N	600
1	Montería	60	8000	N	N	N
1	Fontibón	60	6800	N	N	N
1	Palmira	60	6000	N	N	30
2	Montería	60	20000	N	N	500
2	Fontibón	60	63600	N	N	80
2	Palmira	60	890400	100	N	120
3	Montería	60	826800	N	N	N
3	Fontibón	60	31800	150	N	N
3	Palmira	60	636000	120	N	200
1	Montería	90	31800	N	N	N
1	Fontibón	90	127200	N	N	20
1	Palmira	90	63600	N	N	10
2	Montería	90	50880	N	N	18
2	Fontibón	90	254400	N	N	30
2	Palmira	90	190800	N	N	25
3	Montería	90	381600	N	N	0
3	Fontibón	90	572000	N	N	80
3	Palmira	90	572000	10	N	30

## ANEXO 8.

### DESARROLLO DE SISTEMAS DE MEDICION DE HUMEDAD PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

El contenido de humedad es un factor de calidad, indispensable para el adecuado manejo y mercadeo de la yuca. Para la compra de trozos y harina de yuca, el IDEMA requiere conocer en forma rápida y confiable los niveles de humedad del producto, lo cual no es posible hasta ahora, porque no se dispone de métodos y equipos específicos para yuca. Necesita por tanto adecuar sus equipos de determinación de humedad para otros productos, de tal modo que su uso se extienda también a productos de yuca.

En respuesta a esa necesidad, se decidió realizar ensayos con algunos determinadores de humedad de amplio uso en las plantas comercializadoras de cereales, con el fin de obtener una correlación entre la humedad obtenida con un método patrón, en este caso el liofilizador. Los equipos utilizados hasta ahora han sido la Balanza Ohaus y el Motomco.

Con el Motomco, se trabajó en un rango de humedades entre 8 y 17% base húmeda. Para ello, se utilizaron 8 niveles de humedad, tomando muestras a diferentes tiempos en un ensayo de secado en piso y empleando el liofilizador como patrón o norma. De cada nivel se obtuvieron 10 submuestras de 200 gramos, las cuales fueron numeradas para la determinación posterior de humedad en el Motomco. Las muestras se adecuaron posteriormente a 3 temperaturas diferentes, 20, 25 y 30° C (68, 77 y 86° F), para formar un arreglo de 8\*3\*10=240, correspondiente a los niveles de humedad, temperatura y repeticiones, respectivamente.

Los ensayos realizados permitieron generar una tabla de humedades para temperaturas entre 20 y 30° C (68 y 86° F), con un error estándar de 0.58 y un coeficiente de determinación de 96%. La ecuación que permitió generar estos datos fue la siguiente:

$$H = 12.98 + 0.269D - 0.0016D^2 - 0.066T$$

Donde: H= humedad, bh %

D= lectura en Motomco

T= temperatura, °F

La tabla generada se validó posteriormente, con buenos resultados, comparando diferentes niveles de humedad conocidos con los de la tabla generada.

Balanza Ohaus: Con este equipo también se trabajaron diferentes niveles de humedad y se compararon con las humedades obtenidas en el liofilizador, para diferentes alturas de la lámpara,

posiciones del reóstato y tiempos. Se consiguieron buenos resultados con 1.5 pulgadas de altura, 5 en la escala del reóstato y 10 minutos de secado. Una falla en el reóstato del equipo; sin embargo, impidió la continuación de las pruebas. Se hacen gestiones para obtener el repuesto original y continuar los estudios de calibración.

Para las plantas productoras de trozos secos de yuca, se trabajó en un equipo alterno, con el mismo principio de funcionamiento de la balanza Ohaus, de fácil construcción y manejo. El sistema está formado por una balanza de torsión de laboratorio, una lámpara infrarroja dotada de un reóstato y un brazo móvil. Los resultados obtenidos hasta ahora son promisorios, al comparar las humedades entre los dos equipos.

#### Determinación de humedad en estufa

Puesto que los análisis de laboratorio se reportan con base en la humedad y no se dispone de un método estándar para productos de yuca en estufa sin ventilación, se realizaron algunos ensayos en el laboratorio de Control de Calidad de la Universidad del Valle, obteniéndose los mejores resultados cuando se determinó la humedad con 10 gramos de harina a  $110^{\circ}$  C durante 70 minutos.

## ANEXO 9.

### ESTUDIOS DE ELIMINACION DE CIANURO PROYECTO DE PRODUCCION Y MERCADEO DE HARINA DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO EN COLOMBIA: FASE DE PROYECTO PILOTO

Debido a que la mayoría de las variedades de yuca presentan un contenido alto de ácido cianídrico (HCN) después del proceso de secado artificial utilizado para la obtención de trozos de yuca seca para el consumo humano, se están adelantando estudios con el fin de determinar las condiciones de secado que permitan la mayor actividad de la enzima linamaraza, responsable de la hidrólisis de los glucósidos cianogénicos, reacción que contribuye a disminuir el contenido de HCN ligado.

Para los ensayos se utilizó un horno con ventilación forzada, con control de temperatura y flujo de aire, en el cual se secaban 12 kilogramos de trozos de yuca en una bandeja de fondo perforado. Se consiguió así, un arreglo similar al sistema de secado artificial a escala piloto, con relación al flujo de aire, cantidad de producto y temperatura de operación.

Para la determinación de cianuro y materia seca se muestreó inicialmente por triplicado. Posteriormente, el número de muestras se aumentó a seis, para disminuir la variación que se presentaba algunas veces en los resultados debido a la presencia de una mayor proporción de cáscara y por tanto de cianuro en algunas de las muestras.

Ensayos preliminares con temperaturas de secado de 80, 60, 50 y 40° C, no mostraron una relación entre condiciones de secado y eliminación de cianuro, y todos los niveles finales estuvieron por encima de 100 ppm, excepto en el caso de la variedad Venezolana cosechada después de 14 meses, cuyo contenido final fué de 67 ppm.

Al analizar el caso del secado natural, donde la cinética de secado es tal que el contenido final de HCN presenta valores dentro de los niveles permisibles, se notó que el reposo nocturno contribuía en gran parte a la eliminación del HCN. Se procedió entonces a realizar ensayos de secado con reposos intermedios.

Un primer ensayo con dos etapas de reposo, una al comienzo y otra intermedia, mostró que el reposo inicial contribuía poco a la eliminación y fué por tanto desechado.

Se procedió a realizar ensayos con un solo reposo intermedio (nocturno) y a diferentes humedades, tratando de llegar a niveles finales de HCN similares a los conseguidos con el secado natural.

Se trabajó con 2 variedades, con niveles iniciales de HCN intermedio, CMC-76 y bajo MBRA-191. Para la variedad CMC 76, con humedades antes del reposo entre 45 y 20%, los niveles finales de HCN ligado variaron entre 97 y 220 ppm. La variedad MBRA-191, con humedades antes del reposo entre 26 y 35%, presentó en todos los casos contenidos finales de HCN ligado entre 43 y 95 ppm.