

PROYECTO COOPERATIVO DRI/ACDI-CIAT

INFORME DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO  
NOVIEMBRE 1981 - JUNIO 1982

PREPARADO POR  
GUILLERMO GOMEZ  
FANOR CARDONA

## I N D I C E

	<u>Pag</u>
PROLOGO	1
RESUMEN	2
I INFORME DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO NOVIEMBRE 1981 - JUNIO 1982	
A Introducción	5
B Resultados obtenidos	6
1 Operacion de la Planta Piloto de Betulia	6
2 Toma de datos	7
3 Analisis de la informacion	8
4 Adiestramiento	9
5 Cooperacion en el desarrollo de proyectos de investigacion agronomica	9
a Practicas agronomicas para aumentar el rendimiento de la yuca	9
b Evaluacion y seleccion de materiales geneticos con mayor potencial de rendimiento	11
C Programa de actividades futuras	12
1 Asistencia tecnica en el procesamiento de las raices de yuca	13
a Mezclas suelo-cemento	13
b Desarrollo de tecnologia apropiada para el secado artificial	13
c Mejoras en el funcionamiento de la Planta Piloto	14
2 Encuesta de produccion y analisis de los mercados de la yuca	15
3 Adiestramiento - induccion a los agricultores de la region	15
4 Trabajos de investigacion agronomica	16

	<u>Pag</u>	
II	INFORME DE ACTIVIDADES EN LA PLANTA PILOTO DE SECADO NATURAL DE YUCA	
A	Antecedentes	1
B	Actividades Noviembre 1981 - Junio 1982	2
C	Resultados obtenidos	3
	1 Rendimiento de la maquina picadora	3
	2 Tiempo de secado de los trozos de yuca	4
	3 Requerimientos de mano de obra	5
	4 Otros costos variables	8
	5 Calidad y almacenamiento de los trozos secos	9
D	Aspectos generales	9
	1 APROBE - PURINA	9
	2 Instituciones - DRI	10
E	Actividades futuras	10
	1 Divulgacion y replica del proyecto	11
	2 Estudio de mezclas suelo cemento para la construccion de pisos de secado	11
	Apendice Cuadros 1A y 2A	12
III	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA PLANTAS DE SECADO NATU RAL DE YUCA EN LA COSTA ATLANTICA DE COLOMBIA	
A	Introduccion	1
B	Metodologia y resultados	1
	1 Analisis de costos y beneficios	1
	a Derivacion de la tasa interna de interes	8
	b Analisis de sensibilidad	8
	c Análisis del margen de venta	12
	2 Análisis financiero	12
C	Discusion y conclusiones	15

## PROLOGO

El presente documento esta constituido de las siguientes secciones

I Informe de actividades del Proyecto Noviembre 1981-Junio 1982 II Informe de actividades de la Planta Piloto de secado natural de yuca y III Estudio de factibilidad economica para plantas de secado natural de yuca en la Costa Atlantica de Colombia La preparacion de estas secciones ha estado a cargo de los profesionales cuyos nombres aparecen en ellas pero representan el compendio del trabajo y colaboracion de los profesionales de las Instituciones que participan en el Proyecto Cooperativo DRI/ACDI-CIAT La siguiente es la relación de quienes han tenido mayor ingerencia y participacion en las actividades del Proyecto hasta la fecha

1 Programa de Desarrollo Rural Integrado Drs Roberto Pérez Santos (Director DRI/Sucre) Ramiro Cabrales (ex-Director DRI/Sucre hasta Enero 1982) Fanor Cardona (Coordinador Proyecto DRI) Eligio Garcia (ICA/Sucre) Alvaro Mestra (ICA/Sucre) Hernando Palencia (SENA/Sucre) y Balmiro Donado (CECORA/Sucre)

2 Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) Dr Iain McGillivray (Asesor Tecnico Principal) y

3 Centro Internacional de Agricultura Tropical Dr Guillermo Gomez (Coordinador Proyecto CIAT) Ing Agricola Bernardo Ospina (Asesor Proyecto/Sucre) Drs John K Lynam (Economista) Rupert Best (Procesamiento) y Jesus Reyes (Capacitacion)

Los progresos del Proyecto hasta la fecha no hubieran sido posible lograrlos sin la amplia colaboracion recibida de todos y cada uno de los agricultores de la Asociacion de Productores de Betulia (APROBE)

## RESUMEN

Los documentos adjuntos describen las actividades hasta Junio 1982 del Proyecto Cooperativo DRI/ACDI-CIAT por el cual el CIAT a través de su Programa de Yuca y en especial de las Secciones de Utilización y de Economía se comprometió a prestar asesoría técnica en aspectos de producción y procesamiento de las raíces de yuca en un Plan Piloto en el Departamento de Sucre. El objetivo en el área de procesamiento es demostrar la factibilidad técnica y económica del secado natural de la yuca para su uso en la alimentación animal a través de la operación de una Planta Piloto localizada en Betulia (Sucre). Además el Informe incluye una estimación de la factibilidad económica del proceso.

Las experiencias adquiridas en la fase experimental del Proyecto como parte de un convenio entre CECORA/ACDI y el CIAT en 1981 y las logradas en la fase semi-comercial a través del presente Proyecto son alentadoras y positivas en el sentido de que el procesamiento de la yuca para la alimentación animal constituye una actividad técnica y económicamente factible en las condiciones de producción de este cultivo y de su mercadeo en la Costa Atlántica de Colombia.

Aunque por razones de la limitación cronológica de este Informe no se incluyen en él los detalles de las actividades que se están llevando a cabo durante el segundo semestre de 1982 la difusión de la experiencia lograda en la Planta Piloto a otras áreas productoras de yuca de la región es uno de los logros más importantes del Proyecto. La situación de la producción de la yuca en los departamentos de Atlántico, Córdoba, Magdalena y posiblemente en los otros departamentos de esta región es con ligeras variantes prácticamente la misma en lo que respecta a una demanda limitada en el mercadeo y comercialización de la yuca para consumo humano la cual restringe la expansión de la producción y productividad de este cultivo. El problema se agrava aún más a nivel del pequeño productor y por tanto el presente Proyecto llena una necesidad inminente para lograr el desarrollo de la agro-industria de un cultivo normalmente considerado de subsistencia.

La informacion descrita en el Informe indica que plantas de secado natural de yuca con 500 a 1,000 m<sup>2</sup> de piso de secado son economicamente rentables bajo las condiciones vigentes en la zona de estudio Evidentemente el tamaño ideal u óptimo de las plantas de secado dependera de muchos factores que necesitan ser analizados con mayor detalle para cada localidad uno de ellos y de los de mayor importancia es el referente a la produccion y suministro de la materia prima Los fracasos de empresas de gran escala en Venezuela y Brasil han sido consecuencia por lo menos en parte de una falta de estudios basicos sobre la producción y suministro de las raices de yuca Por lo tanto es indispensable considerar detalladamente los aspectos de la produccion agronomica del cultivo y se sugiere que de no tenerse datos concretos las plantas de secado deberian de programarse en una escala de acuerdo a la disponibilidad de la materia prima en el presente pero considerando la posibilidad de una expansión futura para cuando la tecnologia mejorada del cultivo que actualmente existe sea aplicada

El segundo factor tan o más importante que el primero lo constituyen los precios de compra de la materia prima y de venta del producto seco El primero esta en funcion de la oferta y la demanda de las raices de yuca para los otros mercados tales como el de consumo humano (raices frescas o procesadas como bollos de yuca y otros productos) y el de almidón industrial (planta localizada en Barranquilla) Indudablemente los mercados para consumo humano pagan los mejores precios, pero su demanda es limitada en cambio el mercado industrial puede absorber gran parte del volumen de la produccion de la región pero a un precio mas bajo Sin embargo aún para el caso del mercado de consumo humano el precio que recibe el productor en la mayoría de los casos es tan bajo como el que paga el mercado industrial o el que ha pagado la Planta Piloto de Betulia

Por otro lado el precio del producto final esta en funcion principalmente del precio del sorgo grano que se usa como el ingrediente basico en los alimentos balanceados para aves y cerdos Normalmente el precio de la yuca seca es del orden del 80 al 85% del precio del sorgo El precio de este grano varía de acuerdo a la produccion nacional y al mercado internacional de granos para alimentacion animal pero en general ha venido mostrando

un incremento creciente durante los últimos años La creciente demanda de alimentos balanceados para la avicultura en particular y en menor grado para la porcicultura implicara mayores producciones locales de sorgo (o maiz) incrementos de las importaciones, o substitucion de este grano por ingredientes que como la harina de yuca, pueden ser producidos localmente

Tanto los precios de la materia prima como el precio y la demanda de la yuca seca hacen prever que este mercado potencial ofrece una alternativa economicamente atractiva para el cultivo de la yuca en la region Sin embargo para asegurar la rentabilidad del proceso es necesario buscar los medios para suministrar la materia prima a precios que justifiquen su procesamiento el analisis de factores que permitan aumentar la produccion y la productividad del cultivo es fundamental para satisfacer la demanda de los mercados de yuca y para suministrar la materia prima a ser procesada a precios aceptables La posibilidad de producir variedades de yuca para fines agroindustriales ofrece muy buenas perspectivas

Aunque el secado natural de la yuca es la tecnologia mas apropiada para las condiciones socio-economicas actuales de la agrupaciones de pequenos productores de yuca no es la mas eficiente del punto de vista tecnico pues restringe el uso del área de secado a solamente las épocas secas de cada año y ademas se requieren 2 o 3 dias para secar yuca antes de poder volver a utilizar el piso Por otro lado sistemas de secado totalmente artificial son demasiado costosos y requieren atención especial razones por las cuales no son recomendables para las condiciones de la zona de trabajo Sin embargo hay posibilidades, actualmente en investigacion en el CIAT, de formas de acelerar o complementar el proceso de secado natural que permitirian mejorar la eficiencia del proceso y un incremento de la capacidad de las plantas de secado Estas posibilidades podrian ser ensayadas a nivel de la Planta Piloto en 1983

Por último un aspecto muy importante del Proyecto ha sido la participacion directa de los mismos agricultores en la operacion de la Planta Piloto y en los aspectos de mercadeo y comercializacion tanto de las raices frescas como del producto seco estas actividades han estimulado la formacion y consolidacion socio economica de grupos o formas asociativas orientandolos a la integracion de la produccion el procesamiento y la comercializacion de la yuca

INFORME DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTONOVIEMBRE 1981-JUNIO 1982

Preparado por Guillermo Gómez CIAT  
Fanor Cardona, DRI/ICA

A Introducción

Los resultados obtenidos en la etapa inicial (Enero-Julio 1981) en la Planta Piloto de secado de yuca en Betulia fueron suficientemente alentadores y sugirieron la factibilidad de éxito del proceso para los agricultores productores de yuca de la región de la Costa Atlántica de Colombia. Sin embargo dicha etapa se limitó a aspectos experimentales básicos en relación a la operación de la Planta Piloto. Como consecuencia de esos resultados promisorios se acordó elaborar una Carta de Entendimiento entre el Departamento de Planeación Nacional, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para establecer los términos de una Asesoría que el CIAT prestaría al Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) en relación a la producción y al procesamiento de la yuca en los Departamentos de la Costa Atlántica.

Dentro de los términos de la Carta de Entendimiento se acordó evaluar periódicamente los avances del Proyecto mediante la presentación de Informes conjuntos de los Coordinadores de DRI/ACDI y del CIAT respectivamente. El presente Informe corresponde al detalle de las actividades desarrolladas en el Proyecto en el período de Noviembre 1981 hasta Junio de 1982. Anexo a este Informe se encuentra otro el cual contiene los detalles de los datos obtenidos a nivel de la Planta Piloto durante el mencionado período. Además se adjunta un modelo tentativo de un análisis financiero para determinar la factibilidad económica de establecer plantas de secado natural de yuca en la Costa Atlántica.

A continuación se describen brevemente los avances logrados en cada una de las cinco áreas en las cuales el CIAT ha venido prestando la Asesoría técnica al Proyecto y se presenta un plan de actividades a desarrollarse en el futuro inmediato.



## B Resultados obtenidos

### 1 Operacion de la Planta Piloto de Betulia

La Planta Piloto operó en el periodo del 5 de Febrero al 15 de Abril 1982 en una forma semi comercial en virtud del acuerdo concertado entre la firma PURINA S A y la Asociación de Productores de Betulia (APROBE) mediante el cual toda la producción de yuca seca de la Planta fue vendida a PURINA y puesta en la fábrica de alimentos balanceados en Cartagena. Mientras que en 1981 la Planta proceso 19 toneladas de yuca fresca para producir 7 toneladas de yuca seca con las mismas instalaciones el total de yuca procesada en 1982 ascendió a 100 9 toneladas para lograr 38 3 toneladas de yuca seca. La producción de yuca seca pudo haber sido aún mayor si las actividades de la Planta se hubieran iniciado por lo menos desde principios de Enero esto no fue posible por la falta del acuerdo entre PURINA y APROBE el cual recién fue logrado a finales de Enero.

Las actividades desarrolladas durante el periodo Febrero-Abril 1982 han permitido obtener información básica sobre la operación de la Planta a un nivel semi-comercial y estos datos se están usando para los estudios de factibilidad económica del proceso. El detalle de estas actividades se presenta en el informe preparado por el Ing. Agrícola Sr. Bernardo Ospina Asociado de Investigación del CIAT.

Los resultados obtenidos hasta la fecha permiten adelantar las siguientes conclusiones:

- El procesamiento de secado de la yuca constituye una alternativa viable y atractiva para el mercadeo y comercialización del excedente de la producción de este cultivo en la región de la Costa Atlántica debido a que:
  - a) puede ser manejado por los mismos agricultores
  - b) constituye una fuente de trabajo en la época del año con mayor disponibilidad de mano de obra en las fincas productoras de yuca
  - c) existe una demanda creciente por parte de las plantas de alimentos balanceados para animales a nivel regional y nacional
  - y d) eventualmente puede ser uno de los medios para aumentar la producción agrícola y pecuaria de los mismos productores de yuca y de la Costa Atlántica en particular

- El precio de compra de las raíces de yuca (\$3 700 por tonelada) se comparo favorablemente con el del mercado de almidon industrial de la region con la ventaja de que los mismos agricultores pueden comercializar el producto final Sin embargo es necesario estudiar las formas de reducir el costo de la materia prima y esto parece ser factible mediante la aplicacion de tecnología mejorada al cultivo
- Los estimados de los costos de producción sugieren que para las posibles replicas de Plantas similares en la region el tamaño mínimo del area de secado seria del orden de 500 m<sup>2</sup> Siguiendo el mismo programa de actividades de la Planta Piloto de Betulia una planta con 500 m<sup>2</sup> de piso podria procesar casi 360 toneladas de yuca fresca en un periodo de veinte semanas (Diciembre-Abril) y produciria 135 toneladas de yuca seca
- Aunque en terminos técnicos el secado natural no sea el mas eficiente el monto de la inversion es menor que si se tuviera que instalar maquinaria para aplicar un secado artificial El desarrollo de tecnología apropiada para mejorar la eficiencia y aumentar la capacidad de procesamiento de las plantas de secado a establecerse en la región es de vital importancia para el futuro del Proyecto Estudios sobre el particular se vienen llevando a cabo en la Seccion de Utilización del Programa de Yuca en el CIAT con miras a aplicar la tecnología en Betulia tan pronto como los resultados lo justifiquen

## 2 Toma de datos

A traves de las conversaciones sostenidas entre los funcionarios de CECORA en Bogota Barranquilla y Sincelejo y los representantes del CIAT ha sido posible conocer la clase de informacion y las formas de recoleccion que se estan llevando en CECORA en relacion al mercadeo y la comercializacion de las raíces de yuca y de otros productos agrícolas en diferentes lugares de la Costa Atlantica

A juzgar por las observaciones realizadas en el mercado terminal de Barranquilla se sugiere estandarizar la metodología en la toma de los datos y complementar en la medida de lo posible la informacion sobre volúmenes de yuca que llegan a los mercados y su procedencia Ademas se ha observado que aparentemente la mayoría de la información recolectada no esta siendo totalmente analizada

Se ha iniciado el registro y control de los datos relacionados con el area de producción de yuca de Betulia y de zonas aledañas para la campana 1982/83 y se espera ampliar esta informacion durante el segundo semestre con los estimados de costos de produccion del cultivo especialmente en Betulia

### 3 Analisis de la informacion

Hasta el momento la unica informacion analizada es la referente a los costos aproximados del procesamiento del secado de la yuca con base a los datos obtenidos durante el primer semestre de 1982 en la Planta Piloto de Betulia

Considerando los costos de capital y de operacion se ha realizado el analisis financiero (Anexo) para plantas de procesamiento con áreas de secado de 500 y 1 000 m<sup>2</sup> respectivamente Este tipo de análisis permite sugerir las siguientes apreciaciones

- a El costo de la materia prima (raíces de yuca) representa aproximadamente el 75% o algo mas de los costos totales del procesamiento y la rentabilidad del proceso dependera principalmente de la relacion entre el precio de compra de las raíces y el precio de venta del producto seco El precio de la yuca seca esta determinado por el precio del sorgo pues sustituye a este grano en las raciones balanceadas para animales normalmente la yuca seca es vendida en aproximadamente el 80-85% del precio del sorgo El exito del procesamiento dependerá en gran parte de la utilizacion de variedades industriales con alta productividad y bajos costos de produccion
  
- b Obviamente con un menor precio de compra la rentabilidad del proceso es mayor A un precio de \$3 700 por tonelada de raíces frescas la tasa interna de interes es suficientemente alta y ese precio es competitivo con el de otros mercados de la zona a un precio de \$4 000 la tasa interna de interes es critica especialmente en la planta de 500 m<sup>2</sup> pero aun aceptable en la planta de 1 000 m<sup>2</sup> Un incremento en el precio del sorgo haria factible la posibilidad de aumentar el precio de compra de las raices y competir con los usos para otros mercados

#### 4 Adiestramiento

De conformidad con lo establecido en la Carta de Entendimiento el CIAT ha reservado dos cupos para el próximo curso de Capacitación de Investigación para la Producción de Yuca el cual se dictará en el CIAT del 30 de Agosto al 8 de Octubre de 1982. A pesar de que se ha enviado la información sobre este curso y las respectivas solicitudes con la debida anticipación se ha recibido una sola solicitud del ICA proponiendo al Ing. Agrónomo Gilberto Negrete de la Oficina Regional del ICA en el Departamento de Córdoba.

La Oficina de Capacitación Científica del CIAT por intermedio del Dr. Jesús A. Reyes asesor al DRI/ACDI en la organización y ejecución de un Curso de Capacitación sobre Producción y Utilización de Yuca el cual se realizó en Sincelejo del 16 al 18 de Marzo de 1982. Un total de 17 técnicos de las Instituciones locales que participan en el Proyecto Cooperativo DRI/ACDI-CIAT asistieron a este curso teórico-práctico en el cual se discutieron los principales problemas del cultivo de la yuca en la región y las técnicas agronómicas que pueden usarse para mejorar la productividad del cultivo. La lista de los participantes y de los instructores se incluye a continuación.

#### 5 Cooperación en el desarrollo de proyectos de investigación agronómica

En estrecha colaboración con los profesionales de la Oficina ICA/Sucre se han realizado las siguientes actividades en esta área de trabajo:

##### a) Prácticas agronómicas para aumentar el rendimiento de la yuca

Una de las formas de aumentar la productividad del cultivo de la yuca es mediante la aplicación de una tecnología mejorada como la que se ha venido desarrollando en el Programa de Yuca del CIAT en el transcurso de los últimos diez años. Para informar a profesionales, técnicos y agricultores involucrados en el Proyecto Cooperativo DRI/ACDI-CIAT se organizó una conferencia sobre "Prácticas sencillas para aumentar el rendimiento del cultivo de la yuca" la cual fue dictada en Sincelejo (Marzo 29) por el Dr. Dietrich Leihner del Programa de Yuca del CIAT a una audiencia de cerca de 35 personas (70% técnicos y funcionarios de Instituciones locales y 30% productores de Yuca).

## CURSILLO DE CAPACITACION SOBRE PRODUCCION Y UTILIZACION DE YUCA

Sincelejo 16 - 18 de Marzo 1982

## P a r t i c i p a n t e s

<u>N o m b r e</u>	<u>Institución</u>	<u>S e d e</u>
1 Alfredo E Nasser Santiz	I C A	Sincelejo
2 Hernán Martínez N	I C A	Sincelejo
3 Alonso Saucedo Cadena	I C A	Sincelejo
4 Jorge Luis Olmos Martelo	I C A	Sincelejo
5 Miguel Correa Rivero	I C A	Sincelejo
6 Eugenio Castro	I C A	Sincelejo
7 Ubaldo Manduján	I C A	Sincelejo
8 Julio Mogollón Perez	I C A	Sincelejo
9 Alvaro Peñata Montes	I C A	Sincelejo
10 Domingo Peralta Hoyos	I C A	Sincelejo
11 Victor Martínez	I C A	Sincelejo
12 Genz Gonzalez Ariza	I C A	Sincelejo
13 Galo G Gamero V	I C A	Carmen de Bolívar
14 Alvaro Mercado H	I N C O R A	Corozal
15 Luis Fabio Ramírez R	I N C O R A	Sincelejo
16 Leon A Díaz	C E C O R A	Sincelejo
17 Orlando Cabal	Caja Agraria	Sincelejo

## I n s t r u c t o r e s

1 Phanor Cardona	D R I
2 Eligio García	I C A
3 Alvaro Mestra	I C A
4 Salvador Saumeth	I C A
5 Rodolfo Cepeda	I C A
6 Leopoldo Morales	I C A
7 Bernardo Ramirez	I C A
8 Bernardo Ospina	C I A T - Utilización de Yuca
9 Jesus A Reyes	C I A T - Capacitación Científica

Las observaciones en las visitas realizadas a varias fincas productoras de yuca permiten sugerir que los bajos rendimientos del cultivo en la zona podrían ser atribuidos, al menos parcialmente a los siguientes factores

- a) mala calidad de la semilla (falta de selección adecuada ausencia de tratamiento y condiciones desfavorables de almacenamiento de las semillas)
- b) falta de maquinaria agrícola para efectuar una buena preparación del suelo
- c) ausencia de caballones en suelos pesados utilizados para cultivar yuca y
- d) población de plantas de yuca y arreglos espaciales inapropiados en los sistemas tradicionales de cultivos asociados

Estos problemas son relativamente fáciles de ser resueltos pero se requiere demostrar a los agricultores las formas de aplicar las posibles soluciones Ensayos experimentales sencillos podrían ser realizados a nivel de la Estación Experimental del ICA en Carmen de Bolívar para en base a los resultados seleccionar los tratamientos o soluciones más adecuadas para la zona y ensayarlos subsecuentemente en pruebas demostrativas con los agricultores Especial atención debe ser dada a la selección tratamiento y almacenamiento del material vegetativo que será usado como semilla para la propagación del cultivo

La Oficina del ICA en Sucre ha iniciado trabajos experimentales sobre distanciamiento de siembra de yuca en asociación con frijol y en el sistema tradicional de la región de yuca asociada con maíz y ñame Estos dos ensayos se han establecido en las fincas Montañita y La Estación ambas localizadas en Betulia

#### b Evaluación y selección de materiales genéticos con mayor potencial de rendimiento

En el período del 19 de Abril al 4 de Mayo de 1982 la Sección de Economía del Programa de Yuca del CIAT (Sr Diego Izquierdo) y el ICA/Sucre (Drs Alvaro Mestra, Eligio García y Alfredo Nasser) establecieron un ensayo para evaluar el rendimiento y la calidad de las raíces de una variedad (M Col 1684) y de un híbrido (CM 342-170) de yuca promisorios comparados con la variedad local (Venezolana) y sembrados en monocultivo y en asociación con maíz (A-Doble 8) y ñame (Criollo-pelado) Se han establecido

seis lotes demostrativos con agricultores de la zona como se resume a continuacion

Lote No	Finca	Vereda	Agricultor
1	Belgica	Pileta	Manuel Acosta
2	Bélgica	Pileta	Esteban Suarez
3	La Ceiba	El Socorro	Rafael Torres
4	El Cerezo	Paraje	Emiro Mendoza
5	Santa Elena	Albania	Santamaria Erazo
6	Santa Elena	Albania	Luis Erazo

En el sistema de monocultivo, la siembra de la yuca se realizo en distanciamiento de 1 x 1 metro para obtener una poblacion de 10 000 plantas por hectarea en el sistema de cultivos asociados la distancia de siembra de la yuca fue de 1 50 x 1 50 m para una poblacion de 4 444 plantas por hectarea el name y el maiz en este sistema se sembraron en el centro del cuadrado formado por la yuca La siembra de cada ensayo se efectuó en terrenos sin caballones

Ademas en el Centro Regional de Investigacion (CRI) de Carmen de Bolívar el ICA ha establecido un lote de multiplicacion de semilla de la variedad regional 'Venezolana para distribuir material de propagacion a los agricultores de APROBE en caso de que el área de siembra del cultivo de yuca se aumente considerablemente el proximo ano Igualmente un ensayo para evaluar algunas variedades promisorias del CIAT ha sido sembrado en el CRI de Carmen de Bolivar con el fin de seleccionar el material genético que ofrezca mejores perspectivas en las condiciones edafoclimaticas de la Costa Atlantica

### C Programa de actividades futuras

Los adelantos logrados hasta la fecha en el Proyecto Cooperativo DRI/ACDI-CIAT a nivel del Plan Piloto de Betulia sugieren que la expansion del Proyecto a nivel regional requerira de un plan o programa de acción coordinado a

largo plazo bajo el concepto de la integración de la producción y del procesamiento de la yuca así como del desarrollo del mercado alternativo de su uso en la alimentación animal

Con el fin de adelantar las actividades orientadas a lograr un desarrollo agro-industrial del cultivo de la yuca en la región de la Costa Atlántica de Colombia y teniendo en cuenta el periodo de duración del presente Convenio se proponen las siguientes actividades a desarrollarse en el periodo comprendido entre Julio y Diciembre de 1982

1 Asistencia técnica en el procesamiento de las raíces de yuca

a Mezclas suelo-cemento

Para tratar de reducir el monto de la inversión en la construcción de los pisos de cemento para el secado natural de la yuca se realizarán unas pruebas de mezclas de suelo y cemento en Betulia con el fin de determinar las proporciones adecuadas según las características físico-mecánicas del suelo de dicha localidad. Este trabajo contará con la Asesoría Técnica de la Sección de Infraestructura del ICA. Las pruebas se efectuarán en el periodo Julio-Octubre para tratar de obtener la información que eventualmente sería utilizada en la expansión del área de secado en Betulia o en la construcción de otras plantas en la región.

b Desarrollo de tecnología apropiada para el secado artificial

Aunque el secado natural es el más económico y fácil de manejar, esta sujeta totalmente a las condiciones climáticas, las cuales no permiten utilizar los pisos de secado más que por un periodo de 4 meses y eventualmente hasta 6 meses. Por otro lado, plantas de secado con calor totalmente artificial son muy costosas y requieren de personal especializado para el control de su funcionamiento. Por lo tanto, sería ventajoso desarrollar una tecnología apropiada para las condiciones de la Costa Atlántica de forma de mejorar la eficiencia del secado natural y por ende de aumentar la capacidad de operación de las Plantas durante todo el año.



Actualmente la Sección de Utilización del Programa de Yuca en el CIAT viene adelantando estudios de secado artificial por circulación de aire a través de una cama estática de trozos de yuca pudiéndose utilizar fuentes artificiales de calor (quemadores y elementos combustibles carbon o lena) o colectores de energía solar. Los trabajos preliminares indican que el secado de trozos de yuca por circulación de aire a temperatura ambiental es bastante difícil de lograr con camas de profundidad mayor a los 15 cm sin deterioración de la yuca. Sin embargo parece ser factible secar parcialmente los trozos de yuca sobre el piso por un día y luego terminar el secado en los secadores de cama estática. Las investigaciones sobre el particular están siendo realizadas en el CIAT y probablemente para el primer semestre de 1983 se podría realizar unas pruebas preliminares en Betulia. Además de la evaluación técnica de este tipo de secado artificial se hará la correspondiente evaluación económica.

#### c Mejoras en el funcionamiento de la Planta Piloto

Además de los aspectos previamente mencionados se recomienda estudiar las mejoras adicionales siguientes:

- Construcción de una rampa para facilitar el suministro continuo de las raíces de yuca a la máquina picadora y así reducir la demanda de mano de obra requerida para esta actividad y mejorar las condiciones de trabajo.
- Rediseñar la tolva de alimentación de la máquina picadora.
- Rediseñar el disco tipo Tailandia para mejorar la homogeneidad de los trozos y construir un aro protector alrededor del disco para reducir la proporción de trozos demasiado grandes.

Estudiar la mejor localización de la máquina picadora y construir allí un pequeño caney o cobertizo para dar sombra durante el proceso de trozado y para proteger la máquina y evitar su deterioro.

- Mejorar las palas o artefactos de madera utilizados para recolectar los trozos secos y construir un soporte metálico con embudo para ayudar al empacado de los trozos secos.

## 2 Encuesta de producción y análisis de los mercados de la yuca

Durante el segundo semestre de 1982 se intensificarán las actividades en esta área mediante la ejecución de encuestas de la producción de yuca en Betulia y zonas aledañas de forma de efectuar un análisis intensivo de los sistemas agrícolas preponderantes en la región. Paralelamente se coleccionará información sobre los diferentes mercados de la yuca (raíces frescas y procesadas para consumo humano, demanda para almidón industrial y para la alimentación animal) tanto en la zona de Betulia, como en otras zonas de la Costa Atlántica dependiendo del grado de colaboración de las entidades locales y regionales.

Para realizar estos estudios la Sección de Economía del Programa de Yuca del CIAT destacará uno de sus científicos (Ir. Willem Janssen financiado por el gobierno Holandés) a la Costa Atlántica esperándose que estas actividades se desarrollen en el transcurso del segundo semestre y que el análisis de esta información parcial se pueda efectuar para inicios de 1983.

## 3 Adiestramiento - Inducción a los agricultores de la región

Además de la capacitación que se ofreciera al Ing. Negrete (ICA Córdoba) en el curso de Producción de Yuca en el CIAT las actividades más importantes a realizarse en esta área serán las de inducción a varios grupos de agricultores productores de yuca de la Costa Atlántica de Colombia. Para cumplir este objetivo se ha programado una serie de visitas y presentaciones a grupos de agricultores de los alrededores de Betulia (Albania, Belgica, El Socorro y Zacatecas) en el departamento de Sucre, de Carranzó (Córdoba), Sabanalarga (Atlántico) y Media Luna (Magdalena). Las presentaciones incluirán aspectos relacionados con los diagnósticos de producción, procesamiento y mercadeo de la yuca así como la factibilidad económica del proceso de secado y serán llevados a cabo por un equipo de profesionales compuesto de representantes de DRI (ICA, SENA, CECORA y Caja Agraria) y del CIAT (B. Ospina). Para complementar estas actividades se han programado visitas de los grupos de agricultores de las zonas antes nombradas a la Planta Piloto de Betulia.

#### 4 Trabajos de investigaciones agronomicas

Durante el segundo semestre se continuara el trabajo de evaluacion de materiales geneticos con mayor potencial de rendimiento en los seis lugares descritos anteriormente. Las fechas probables para la evaluacion de estos ensayos serian en Septiembre para el maiz y en Enero de 1983 para la yuca y el name. Igualmente se continuaran los ensayos descritos en las secciones Ba y Bb respectivamente.

Para activar las lineas de investigacion en el area de practicas agronomicas y de cultivos asociados el Ing Agrónomo Eligio Garcia (ICA/Sucre) ha sido comisionado por un periodo de dos semanas en el CIAT para revisar con el Dr D Leihner los adelantos logrados en estas areas de trabajo. Con esta capacitacion del Ing Garcia se espera que el ICA amplie los trabajos de investigacion en Sucre.

PROYECTO COOPERATIVO DRI/ACDI-CIAT

INFORME DE ACTIVIDADES EN LA PLANTA PILOTO  
DE SECADO NATURAL DE YUCA  
SAN JUAN DE BETULIA - SUCRE

PREPARADO POR

BERNARDO OSPINA PATIÑO



23158

INFORME DE ACTIVIDADES EN LA PLANTA PILOTO DE SECADO NATURAL DE YUCA  
SAN JUAN DE BETULIA SUCRE

NOVIEMBRE 1981 - JUNIO 1982

Bernardo Ospina Patiño CIAT

A Antecedentes

El Programa de Desarrollo Rural Integrado por medio del Plan Maestro de Post-Cosecha ha venido implementando acciones tendientes a buscar soluciones a los problemas de producción y mercadeo del cultivo de la yuca en los departamentos de Córdoba y Sucre

Una de dichas acciones ha sido la construcción y operación de una Planta Piloto de secado natural de yuca en la finca Montañitas (Municipio de San Juan de Betulia Departamento de Sucre) la cual ha venido funcionando con la valiosa colaboración de los agricultores de la Asociación de Productores de Betulia (APROBE) La Planta Piloto funcionó a un nivel experimental en el periodo Enero-Abril 1981, en 1982 fue operada a un nivel semi comercial habiéndose procesado cerca de 101 toneladas de yuca fresca en un periodo de 65 días de trabajo

El presente informe de actividades es parte de la Asesoría que el CIAT presta al proyecto DRI/ACDI sobre procesamiento de yuca

B Actividades Noviembre 1981 - Junio 1982

1 Noviembre 1981-Enero 1982

Las actividades del proyecto cooperativo DRI/ACDI-CIAT empezaron en el mes de Noviembre de 1981 y hasta Enero de 1982 se desarrollaron labores de inducción entre los agricultores miembros de APROBE y concluyeron con una reunion realizada en Cartagena el 27 de Enero entre APROBE y los representantes de la firma PURINA S A Esta reunion dio origen a un Convenio APROBE-PURINA que incluye

a) El compromiso por parte de PURINA para comprar toda la yuca seca producida por APROBE en el periodo Enero-Abril 1982 a un precio de \$ 12 800 por tonelada de yuca seca puesta en la planta de PURINA en Cartagena

b) El compromiso por parte de APROBE de producir 30-40 toneladas de yuca seca en forma de trozos ajustada a las normas de calidad que para el efecto tuviere PURINA

c) Los empaques necesarios para el transporte de la yuca seca fueran suministrados por PURINA en calidad de prestamo

2 Febrero-Junio 1982

La Planta Piloto empezo a operar el 5 de Febrero estableciendose con los miembros de APROBE tres grupos de trabajo de 5 personas cada uno y se contrato un operario en calidad de empleado permanente de la planta Las labores de cada grupo incluian pesada del lote a ser procesado trozado y esparcido de la yuca fresca sobre el area de secado recoleccion y almacenamiento de los trozos de yuca secos Las labores de volteado de los trozos cosida de los sacos de yuca seca y mantenimiento general de los equipos e instalaciones de la Planta Piloto estuvieron a cargo del operario contratado El Gerente de APROBE Sr Jose Ortega tuvo a su cargo la

coordinación de los grupos de trabajo y en general del normal funcionamiento de la planta. Las actividades de compra de materia prima fueron coordinadas por el tesorero de APROBE Sr. Segundo Vergara y se estableció un precio de \$ 3 700 por tonelada de yuca fresca puesta en la Planta.

En el periodo indicado la Planta Piloto procesó 100.9 toneladas de raíces frescas produciendo 38.3 toneladas de trozos secos lo cual da una relación de 2.61 toneladas de yuca fresca por tonelada de trozos secos. Los detalles de las actividades de la Planta Piloto en el periodo del 5 de Febrero al 15 de Abril de 1982 son presentados en el Cuadro 1A del Apéndice.

### C. Resultados obtenidos

La operación de la Planta Piloto a un nivel semi-comercial durante la campaña del presente año ha permitido una mejor sustentación de los datos preliminares obtenidos en la fase experimental del año pasado. Los datos presentados en este informe contribuirán al análisis de la factibilidad de expansión de la Planta Piloto en Betulia y a la replicación del proceso en otras zonas de la Costa Norte.

#### 1. Rendimiento de la máquina picadora

Se utilizó una máquina picadora con disco de tipo Tailandia accionada por un motor a gasolina de 3 hp. El proceso de picado de las raíces se realizó utilizando 4 hombres: uno trabajaba abriendo los bultos de yuca fresca y esparciéndola sobre costales vacíos; dos hombres trabajaban en la alimentación de la máquina picadora y el cuarto hombre se encargaba de mantener en la tolva de alimentación un flujo permanente de raíces hacia el disco de la picadora. En esta forma de operación se mejoró la eficiencia del picado de raíces ya que anteriormente el operario debía agacharse varias veces por minuto y solo cogía unas pocas raíces con las manos lo cual hacía la labor muy dispendiosa. No se incluyó el tiempo de pesado de las raíces pues esta actividad se efectúa generalmente con la participación de los agricultores que suministran el lote de raíces a ser procesado. En términos generales se observó que nunca se empleó más de una hora en esta actividad.



El Cuadro 1 presenta un resumen de los datos obtenidos en el picado de raíces de ocho lotes procesados tomados al azar. La máquina procesó un promedio de casi 1 300 kg de raíces por hora.

Cuadro 1 Rendimiento de la máquina picadora con disco tipo Tailandia

Lote No	Peso raíces	Tiempo	Rendimiento
	kg	min	kg/hora
14	3 382	245	828
15	3 908	223	1 051
16	3 510	135	1 560
17	3 891	145	1 610
18	4 136	200	1 241
19	3 300	127	1 559
23	3 181	150	1 272
24	3 445	171	1 209
Promedios	3 594	175	1 291

## 2 Tiempo de secado de los trozos de yuca

Las operaciones de secado natural de yuca fueron organizadas de forma que se adaptaran a las condiciones del medio, especialmente en lo que se relaciona con las ocupaciones y disponibilidad de tiempo de los agricultores. Los proveedores de materia prima generalmente contrataban trabajadores para cosechar las raíces de yuca a partir de las primeras horas del día y concluir esta tarea antes del mediodía, cuando la temperatura ambiental era más alta. De acuerdo a estas circunstancias se encontró más viable realizar la operación de trozado o picado de las raíces durante las primeras horas de la tarde, normalmente entre las 2 y las 4 pm.

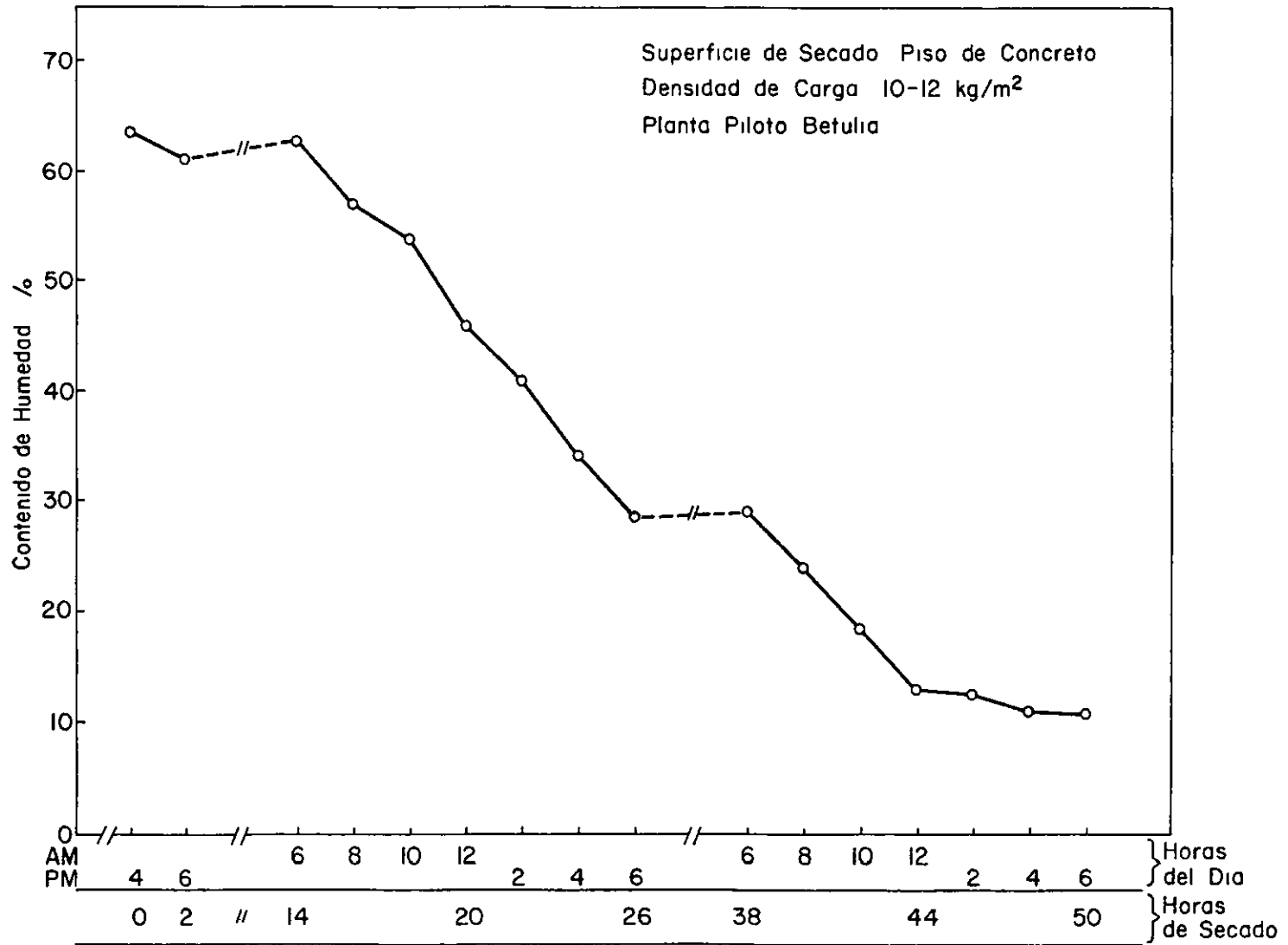
Los trozos de yuca estuvieron secándose desde las últimas horas de la tarde del primer día todo el segundo día y terminaron el secado en el tercer día. Los trozos de yuca no fueron cubiertos durante las noches y afortunadamente en el transcurso de las operaciones de este año no se presentó ninguna lluvia nocturna. El tiempo promedio de secado para los 27 lotes procesados fue de 54.6 horas (Ver Cuadro 1A del Apéndice) y el porcentaje de humedad de los trozos secos fue entre 13 y 14%. La Figura 1 muestra la curva de secado promedio obtenida de varias observaciones en la Planta Piloto con las condiciones climáticas existentes en el periodo Enero-Abril 1982. Los trozos de yuca pierden una cantidad apreciable de agua o humedad (de 65% hasta 28%) durante el primer día efectivo del secado pero el remanente de humedad (de 28% hasta 13-14%) fue eliminado más lentamente.

En términos generales el secado natural de los trozos de yuca en las condiciones de Betulia utilizando un piso de concreto con un área de  $300 \text{ m}^2$  y con densidades de carga entre 10 y  $12 \text{ kg/m}^2$  requiere cerca de 50 horas continuas de secado lo cual da una capacidad de procesamiento de 3 lotes de 3 a 3.6 toneladas cada uno por semana.

### 3 Requerimientos de mano de obra

Los datos que se presentan a continuación han sido obtenidos operando la Planta Piloto con los agricultores de APROBE bajo la modalidad de 5 operarios por turno durante los tres días de la semana (lunes, miércoles y viernes) cuando se realizaban labores de trozado de las raíces así como de recolección y almacenamiento de los trozos secos. Los restantes días de la semana (martes, jueves y sábado) la Planta Piloto funcionó con el operario contratado quien tuvo bajo su responsabilidad el volteado de los trozos hasta completar su secado. En promedio se realizaron 6-7 volteos durante el proceso de secado.

FIGURA I  
 CURVA DE SECADO NATURAL DE TROZOS DE RAICES DE YUCA



Los requerimientos de mano de obra para cada una de las actividades durante el proceso de secado son presentados en el Cuadro 2 y provienen de los registros llevados a cabo en ocho lotes de yuca (Cuadro 2A-Apendice) Se puede apreciar que la operacion inicial del trozado es la que demanda una mayor cantidad de tiempo siguiendole en orden de importancia la recoleccion el esparcido y el volteado respectivamente En promedio cada secado de trozos de yuca bajo las condiciones de operacion de la Planta Piloto requieren de practicamente 27 horas-hombre para procesar tandas o lotes de 3 a 3.6 toneladas de trozos frescos y producir alrededor de 1.4 toneladas de trozos secos Por tanto en proporción se requeriran aproximadamente 7.5 horas-hombre para secar una tonelada de yuca fresca

Cuadro 2 Requerimientos de mano de obra para secar una tanda (3.6 ton) de trozos de yuca en la Planta Piloto <sup>a</sup>

Actividad	Operarios	Tiempo	Horas Hombre
	hombres	min	
Trozado	4	175	11.7
Esparcido	3	123	6.2
Volteado	1	89	1.5
Recoleccion <sup>b</sup>	5	89	7.4
TOTALES	-	476	26.8

a Promedios obtenidos de ocho lotes Ver detalles Cuadro 2A del Apendice

b Incluye recoleccion empaclado y almacenamiento de trozos secos

La fuerza laboral fue aportada por los socios de APROBE a través de los turnos de trabajo con 5 hombres cada uno debido a la dedicación parcial para realizar estos trabajos es difícil obtener un estimado confiable de los costos reales APROBE contrato un operario para trabajar a tiempo completo en la Planta Piloto con un sueldo mensual de \$ 6 000 El tamaño actual de operación de la Planta no justifica un mayor número de operarios a tiempo completo

#### 4 Otros costos variables

a) Materia prima El precio de compra para las raíces de yuca frescas puestas en la Planta fue fijado en \$ 3 700 por tonelada

b) Combustible El funcionamiento del motor de gasolina de la máquina picadora requirió de \$ 1 020 en gasolina y \$ 200 en aceite para procesar prácticamente 101 toneladas de yuca fresca o sea aproximadamente \$ 12 en combustible por tonelada de yuca fresca

c) Transporte El transporte de la materia prima de los campos de los agricultores a la Planta corrió por cuenta de ellos El costo de transporte de los trozos secos de la Planta Piloto a la fábrica de alimentos balanceados de PURINA en Cartagena fue del orden de \$ 1 140 por tonelada de trozos secos

El registro de los costos variables durante el período de operación de la Planta Piloto arrojó un total de gastos de \$ 435 550 distribuidos de la siguiente forma

Materia prima (100.9 toneladas)	\$ 373 330
Transporte trozos secos a Cartagena	43 000
Mano de obra operario contratado	15 000
Combustible (gasolina aceite)	1 220
Otros gastos (varios estimados)	3 000

La Planta Piloto proceso un total de 100 9 toneladas de raices de yuca fresca para obtener 38 toneladas de trozos secos vendidos a PURINA en Cartagena a \$12 800 por tonelada lo cual dio un ingreso total de \$495 872 Los datos obtenidos se estan empleando en la elaboracion del estudio de factibilidad economica del proceso para plantas con 500 y 1000 m<sup>2</sup> de area de secado y con las condiciones de crédito vigentes en la Caja Agraria

#### 5 Calidad y almacenamiento de los trozos secos

Los analisis de calidad realizados en PURINA y en el CIAT indican que los trozos secos obtenidos en la Planta Piloto poseen los niveles adecuados de los parámetros de calidad para ser satisfactoriamente usados en alimentacion animal El contenido de humedad de los trozos secos fue de alrededor de 13% y la apariencia del producto final fue normal

El periodo de almacenamiento de los trozos secos no excedio de un mes y por tanto no se observo ningun problema sobre el particular Muestras de los trozos secos almacenados por períodos de mas de dos meses resultaron infestadas por dos clases de insectos Rhizoperta dominica y otro aún no identificado Precauciones especiales que permitan mantener la humedad relativa del ambiente a niveles bajos seran estudiadas para cuando el almacenamiento de los trozos secos se prolongara hasta los meses de inicio de la epoca de lluvias

#### D Aspectos generales

##### T APROBE - PURINA

Las relaciones APROBE-PURINA se han fortalecido con el contrato realizado entre las dos entidades para la comercialización de los trozos secos de yuca

Miembros de la Junta Directiva de APROBE sostuvieron reuniones en dos oportunidades con los representantes de PURINA en Cartagena. Los pagos de PURINA fueron hechos mediante giro telegrafico a la cuenta bancaria de APROBE en Corozal. PURINA ha manifestado su complacencia con el producto obtenido en la Planta Piloto y ha solicitado a APROBE darles prioridad para la compra de la produccion del año 1983. Se ha fijado una reunion conjunta para el mes de Octubre de 1982 para discutir las condiciones de un nuevo Convenio. Con base a estos resultados los agricultores de APROBE se encuentran altamente motivados con los resultados obtenidos en la Planta Piloto en este año y estan estudiando la posibilidad de ampliar el area del piso de concreto hasta 1 000 m<sup>2</sup> con miras a producir alrededor de 270 toneladas de yuca seca en el proximo año.

## 2 Instituciones DRI

Las actividades desarrolladas en el Proyecto cooperativo DRI/ACDI CIAT han contado en todo momento con el respaldo y colaboracion del Director Regional DRI Dr Roberto Perez Santos y de su equipo de asistentes.

Las actividades de investigacion del Proyecto las cuales se describen en el Informe Semestral por separado especialmente en los aspectos agronomicos han contado con la activa participacion del personal del ICA (Ing Agr Eligio Garcia Alvaro Mestra Alfredo Nasser)

Las actividades relacionadas con la adecuacion y capacitacion de los agricultores de APROBE en los aspectos de contabilidad y manejo de la empresa han venido ejecutandose con la participacion de los profesionales Ing Agonomo Balmiro Donado (CECORA) y Sr Gabriel Mercado (SENA)

## E Actividades futuras

El detalle y justificacion de las actividades del Proyecto en general se presenta en el Informe Semestral. Entre las actividades a desarrollarse que requeriran atencion especial se pueden citar las siguientes

## 1 Divulgación y replicación del Proyecto

Los resultados obtenidos en la Planta Piloto de Betulia han despertado el interés de agricultores productores de yuca de la región el cual se ha manifestado por continuas visitas a la Planta. Los resultados de un viaje de reconocimiento de las áreas productoras de yuca de la región permiten visualizar la posibilidad de replicar el Proyecto en tres o cuatro localidades más.

Los comités de Post-cosecha de Sucre y Córdoba han elaborado un programa de actividades de inducción para grupos de agricultores interesados en establecer plantas similares a la de Betulia. La meta es producir 500 a 700 toneladas de yuca seca en la campaña 1982-1983.

## 2 Estudio de mezclas suelo-cemento para la construcción de pisos de secado

En un proyecto de secado natural de yuca la capacidad de secado de las instalaciones es un factor importante en la rentabilidad del proceso. Los costos de construcción de superficies de concreto son específicos para cada sitio y varían de un año a otro. El piso de concreto construido en Betulia tuvo un costo de aproximadamente \$ 560 por metro cuadrado cifra que resulta aún más elevada si se tiene en cuenta el lucro cesante de la inversión durante dos terceras partes del año.

Por las razones expuestas se ha decidido buscar una alternativa para reducir el costo de la construcción del piso de cemento y por tanto se ha decidido investigar la factibilidad de usar mezclas de suelo-cemento. Para tal fin con la colaboración del programa de suelos del ICA se ha iniciado la toma de muestras del suelo de Betulia para estudiar sus propiedades físico-mecánicas y sobre estos resultados realizar luego ensayos de composición de mezclas suelo-cemento. Se planea construir áreas experimentales de 100-150 m<sup>2</sup> que permitan determinar la viabilidad de este sistema. Se espera tener los primeros resultados de estos ensayos para finales del presente año.



Cuadro 1A Resultados de los rendimientos de secado de yuca en la Planta Piloto de Betulia

Lote No	Peso de yuca		Rendimiento	Relacion yuca fresca/seca	Tiempo de secado
	Fresca	Seca			
	kilogramos		%		horas
1	3 537	1 350	38 1	2 62	45
2	3 805	1 436	37 7	2 65	48
3	3 713	1 335	36 0	2 78	66
4	4 332	1,641	37 9	2 64	44
5	3 615	1 364	37 7	2 65	46
6	3 907	1 497	38 3	2 61	70
7	3 779	1 482	39 2	2 55	50
8	3 833	1 480	38 6	2 59	48
9	4 215	1 579	37 5	2 67	42
10	3 889	1 435	36 9	2 71	48
11	3 693	1 383	37 4	2 67	68
12	3 493	1 386	39 7	2 52	50
13	3 991	1 495	37 5	2 67	64
14	3 382	1 375	40 7	2 46	52
15	3 908	1 486	38 0	2 63	44
16	3 510	1 345	38 3	2 61	66
17	3 891	1 463	37 6	2 66	48
18	4 136	1 622	39 2	2 55	42
19	3 500	1 274	38 6	2 59	66
20	3 398	1 317	38 8	2 58	48
21	4 103	1 648	40 2	2 49	44
22	3 745	1 486	39 7	2 52	62
23	3 181	1 233	38 8	2 58	50
24	3 445	1 320	38 3	2 61	46
25	3 696	1 431	38 7	2 58	70
26	3 678	1 383	37 6	2 66	74
27	3 755	1 401	37 3	2 68	72
Promedios	3 738	1 431	38 3	2 61	54 6

Cuadro 2A Resultados usados para la estimacion de los requerimientos de mano de obra para el secado natural de trozos de yuca en la Planta Piloto

Lote No	Peso raices	Actividad (No hombres)				Total horas hombre
		Trozado(4)	Esparcido(3)	Volteado(1)	Recoleccion(5)	
	kg	minutos				
14	3 382	245	127	84	72	30 1
15	3 908	223	151	100	110	33 2
16	3 510	135	118	85	85	23 4
17	3 891	145	145	92	105	27 2
18	4 136	200	135	108	118	31 7
19	3 300	127	110	83	75	21 6
23	3 181	150	95	75	65	21 4
24	3 445	171	106	84	83	25 0
Promedios	3 594	175	123	89	89	26 7



PROYECTO COOPERATIVO DRI/ACDI-CIAT

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA  
PLANTAS DE SECADO NATURAL DE YUCA EN  
LA COSTA ATLANTICA DE COLOMBIA

PREPARADO POR

WILLEM JANSSEN

BERNARDO OSPINA



23159

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA PLANTAS DE SECADO NATURAL  
DE YUCA EN LA COSTA ATLANTICA DE COLOMBIA

Willem Janssen CIAT

Bernardo Ospina CIAT

A Introduccion

El estudio de factibilidad economica para plantas de secado natural de yuca en la Costa Atlántica se ha realizado mediante los cálculos de los analisis 1) de costos y beneficios (sensibilidad y de margen de venta) y 2) financiero Para estos cálculos se ha utilizado la informacion obtenida durante dos años en la operacion de la Planta Piloto de Betulia en el Departamento de Sucre y los datos de costos y precios utilizados para las apreciaciones economicas son los estimados para 1983

Debido a las características de la producción de yuca en la Costa Atlántica se han escogido dos tamanos de plantas de secado con 500 (I) y 1 000 (II) m<sup>2</sup> de area de piso respectivamente Estas plantas tendrían capacidad para procesar 360 y 720 toneladas de yuca fresca en un periodo de 20 semanas por ano producirían 135 y 270 toneladas de yuca seca y se estima que demandarian la producción de aproximadamente 50 y 100 ha de yuca respectivamente

Un documento detallado ha sido preparado como base de discusión para las charlas de inducción de profesionales pertenecientes a las Instituciones involucradas en los proyectos del desarrollo agro-industrial del cultivo de la yuca en la Costa Atlántica El presente es una version resumida de dicho documento

B Metodologia y resultados

1 Analisis de costos y beneficios

Para este análisis se ha empleado el método de calculo de la tasa interna de interes El Cuadro 1 presenta los costos de las inversiones para las plantas I y II La descripción siguiente corresponde a las explicaciones del Cuadro 1

- b Las areas de piso de secado corresponden a plataformas de 20 x 25 y 20 x 50 m para las plantas I y II con 500 y 1 000 m<sup>2</sup> respectivamente
- c La malla de alambre es necesaria para evitar la incursion de animales al area de secado y corresponde a extensiones de 90 y 140 m de perimetro para las plantas I y II
- d Se consideran dos motores de gasolina como margen de seguridad para garantizar el funcionamiento continuo de la planta. A menudo las reparaciones de estos motores tardan varios dias
- e Los datos sobre herramientas estan basados en la experiencia adquirida en la Planta Piloto de secado de yuca de Betulia
- f El calculo del capital de trabajo está explicado en la seccion de costos de operacion

El Cuadro 2 presenta los costos de depreciaciones y mantenimiento de las instalaciones, equipos y herramientas. La vida economica util del piso de secado se estima en 20 años, la de la bodega y los equipos en 10 años y la del resto de inversiones oscila entre 2 y 5 años. Los imprevistos han sido calculados como un 5% de las inversiones. Los costos de mantenimiento son estimados derivados de la operacion de la Planta Piloto de Betulia.

El Cuadro 3 muestra el esquema de las depreciaciones en el transcurso de seis años, en base a que las inversiones se financiarian con credito de la Caja Agraria para actividades de mercadeo con un plazo total de seis años. Los calculos estan proyectados para que las plantas de secado inicien actividades en Enero de 1983 y la primera cuota del credito se cancelaria en Mayo de 1985.

El Cuadro 4 presenta un resumen de los gastos de operacion requeridos para las Plantas de secado I y II. Los costos fijos comprenden el mantenimiento, la administracion y el arrendamiento a pagarse en la finca en donde se construya la planta. Los costos variables incluyen los conceptos de mano de obra, combustibles, transporte, materia prima y varios.

CUADRO 1 Inversiones para el secado natural de yuca

Concepto	Valor unitario	I <sup>a</sup>		II <sup>a</sup>	
		Valor parcial	Valor total	Valor parcial	Valor total
		pesos			
A INSTALACIONES			320 500		573 000
Piso de concreto <sup>b/</sup>	500/m <sup>2</sup>	250 000		500 000	
Bodega 140 m <sup>3</sup>	400/m <sup>3</sup>	56 000		56 000	
Malla de Alambre <sup>c/</sup>	50/m	4 500		7 000	
Cobertizo para maquina picadora		10 000		10 000	
B EQUIPOS			115 000		115 000
Maquina trozadora		60 000		60 000	
2 Motores gasolina <sup>d/</sup> (3 H P )		40 000		40 000	
1 bascula (500 kg capacidad)		15 000		15 000	
C HERRAMIENTAS <sup>e/</sup>			56 000		76 000
3 Carretillas	2 500 c/u	7 500		7 500	
6 Palas metalicas	250 c/u	1 500		1 500	
10 Rastrillos de madera	100 c/u	1 000		1 000	
10 Recogedores de madera	100 c/u	1 000		1 000	
Empaques de Fique (I 500 y II 1000)	40 c/u	20 000		40 000	
1 Carpa plastica (250 m <sup>2</sup> )	100/m <sup>2</sup>	25 000		25 000	
	SUB-TOTAL		491 500		764 000
Imprevistos ( 5%)			24 575		38 200
Capital de trabajo <sup>f/</sup>			300 000		500 000
	TOTAL		816 075		1 302 200

<sup>a/</sup> Areas de piso de secado de 500 y 1000 m<sup>2</sup> para I y II respectivamente

<sup>b-f/</sup> Ver detalles en el texto



CUADRO 2 Costos de depreciaciones y mantenimiento para plantas de secado natural de yuca

Concepto	Vida útil (años)	I			II			
		Valor	Depreciacion	Mantenimiento	Valor	Depreciacion	Mantenimiento	
A	INSTALACIONES	----- - pesos			-- - ---- -- pesos			
	Piso de concreto	20	250 000	12 500	5 000	500 000	25 000	10 000
	Bodega	10	56 000	5 600	2 240	56 000	5 600	2 240
	Malla	5	4 500	900	-	7 000	1 400	-
	Cobertizo	4	10 000	2 500	-	10 000	2 500	-
B	EQUIPOS							
	Máquina trozadora	10	60 000	6 000	3 000	60 000	6 000	3 000
	Motor gasolina (2)	10	40 000	4 000	4 000	40 000	4 000	4 000
	Bascula	10	15 000	1 500	450	15 000	1 500	450
C	HERRAMIENTAS							
	Palas rastrillos y recogedoras	2	3 500	1 750	-	3 500	1 750	-
	Carretillas	5	7 500	1 500	-	7 500	1 500	-
	Empaques	2	20 000	10 000	-	40 000	20 000	-
	Carpa plastica	4	25 000	6 250	-	25 000	6 250	-
	Imprevistos		24 575	4 095	-	38 200	6 360	-
	TOTAL		516 075	56 595	14 690	802 200	81 860	19 690

CUADRO 3 Cálculo de las depreciaciones (000 pesos)

Concepto	I						Saldo <sup>a</sup>	II						Saldo <sup>a</sup>
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
Inversiones	516 1		23 5		59 5	12 0		802 2		43 5		79 5	14 5	
Bienes depreciados a (años)														
2	_____		11 75 <sup>b</sup>	_____				_____		21 75 <sup>b</sup>	_____			
4	_____		8 75	_____		-17 5		_____		8 75	_____		-17 5	
5	_____		2 40	_____		-9 6		_____		2 90	_____		-11 6	
6	_____		4 10	_____				_____		6 36	_____			
10	_____		17 10	_____		-68 4		_____		17 10	_____		-68 4	
20	_____		12 50	_____		-175 0		_____		25 00	_____		350 0	
Saldo Total	_____		56 60	_____		-270 5		_____		81 86	_____		-447 5	

<sup>a</sup> Saldo en libros a finales del sexto año (1988) Anos 1 al 6 comprenden el periodo 1983 1988

<sup>b</sup> Cantidades utilizadas como valores constantes para cada año a través de los seis años (1 al 6)

CUADRO 4 Costos de Operacion

Concepto	I	II
	-----	pesos --- ---
<u>Costos fijos</u>		
Mantenimiento <sup>a/</sup>	14 690	19,690
Administracion <sup>b/</sup>	52 500	52 500
Arrendamiento <sup>c/</sup>	3 000	3 000
<u>Costos variables</u>		
Mano de Obra <sup>d/</sup>	118 125	236 250
Combustibles <sup>e/</sup>	3 600	7 200
Transporte <sup>f/</sup>	162 000	324 000
Materia Prima <sup>g/</sup>	1'332 000	2'664 000
Otros costos <sup>h/</sup>	10 800	21 600
TOTAL	1'696 715	3 328 240

a-h/ Ver detalle en el texto

A continuación se expone el detalle de los datos presentados en el Cuadro 4

- a La información de los costos de mantenimiento provienen del Cuadro 2
- b La Administración se ha estimado en 5 meses al año con un sueldo de \$7 500 por mes y un 40% de prestaciones lo cual hace un total de \$52 500 por año
- c El arrendamiento se ha estimado nominalmente en \$3 000 por año
- d El costo de mano de obra se deriva de los datos de la Planta Piloto de Betulia considerando 7.5 horas-hombre por tonelada de yuca fresca procesada el jornal de 8 horas es de \$250 que asciende a un total de \$350 con el 40% de prestaciones Por tanto los costos de mano de obra para las Plantas I y II son de \$118 125  $[(7.5 \times 360 \times 350) - 8]$  y \$236 250  $[(7.5 \times 720 \times 350) - 8]$  respectivamente
- e El costo del combustible ha sido estimado en \$10 por tonelada de yuca fresca procesada
- f El transporte de la yuca seca ha sido estimado para el trayecto Betulia-Cartagena en \$1 200 por tonelada de yuca seca
- g El precio de la yuca fresca usado es de \$3 700 por tonelada de raíces frescas
- h Se asumen costos adicionales de \$30 por tonelada de yuca fresca

El capital de trabajo para las Plantas I y II se estima en \$300 000 y \$500 000 respectivamente teniendo en cuenta que la Planta I requiera 3 1/2 semanas de actividades para procesar la yuca y acumular suficiente cantidad para justificar el transporte de una camionada completa a Cartagena mientras que la Planta II requiera 3 semanas Los costos de operación anuales para las Plantas I y II se han estimado en \$1 696 715 y \$3 328 240 respectivamente para un periodo total de operación de 20 semanas al año

a) Derivacion de la tasa interna de interes

Para el calculo de los ingresos se ha asumido un precio de venta de la yuca seca de \$15 000 por tonelada dando como resultado ingresos totales por ano de \$2 025 000 y 4'050 000 para las Plantas I y II respectivamente

En el Cuadro 5 se presentan los costos y los beneficios anuales de la produccion de yuca seca para las Plantas I y II el flujo neto de ingresos y egresos (costos de produccion) se ha calculado para cada ano y los valores negativos correspondientes a la primera columna de los valores para cada planta representan los egresos en forma de inversiones para la construccion de las Plantas los saldos o flujos netos positivos para el periodo 1983/88 (anos 1 al 6) representan el balance de la operacion de las Plantas y el saldo final representa el monto total despues de 6 años de operacion y luego de haber cancelado las inversiones

La tasa interna de interes es aquella con la que los resultados positivos igualan exactamente el monto de las inversiones hechas El metodo para determinar este parámetro es un proceso de prueba y error En el presente caso se calcularon los saldos con tasas de interes de 40% y 50% Por medio del metodo de intrapolacion o extrapolacion (el cual aunque es menos seguro permite obtener un estimado ya que no se dispone de informacion tabulada de intereses sobre el 50%) se consigue la tasa interna de interes

El calculo de la tasa interna de interes se muestra en la parte inferior del Cuadro 5 habiendose obtenido tasas de interes del 43 y 62% para las Plantas I y II respectivamente Estos resultados permiten concluir que con las condiciones empleadas el proyecto de secado natural de la yuca es claramente rentable para ambas plantas

b) Analisis de sensibilidad

Para efectuar este analisis se han considerado cuatro precios tanto para la yuca fresca (3 7 4 0 4 3 y 4 6 miles de pesos por tonelada) como para la yuca seca (13 14 15 y 16 miles de pesos por tonelada) Los resultados de estos calculos se presentan en el Cuadro 6 se puede observar que cuando el precio de venta de la yuca seca es de \$13 000 por tonelada el proceso no

CUADRO 5 Costos y beneficios anuales de la producción de yuca seca (000 pesos)

Concepto	I							Saldo	II							Saldo
	1/3	1	2	3	4	5	6		1/3	1	2	3	4	5	6	
Inversiones	516			23 5		59 5	12	271	802			43 5		79 5	14 5	418
Capital de trabajo	300							300	500							500
Costos de Operacion		1697	1697	1697	1697	1697	1697			3328	3328	3328	3328	3328	3328	
Ingresos brutos		2025	2025	2025	2025	2025	2025			4050	4050	4050	4050	4050	4050	
Flujo neto	816	328	328	304	328	268	316	571	1302	722	722	679	722	642	707	918
Flujo neto descontado a 40% (a Mayo 1)	1021	328	234	155	119	69	58	108	1629	722	516	346	263	167	131	176
Saldo a 40%		49								692						
Flujo neto descontado a 50%	1069	328	218	135	97	52	41	67	1706	722	482	301	214	126	92	124
Saldo a 50%		-121								356						
Tasa Interna de Interés = $40\% + (50 - 40)\% * \frac{49}{(49+121)}$ (intrapolación)								= $50\% + (50 - 40)\% * \frac{356}{(692 - 356)}$ (extrapolación)								
43%								62%								

es rentable ni aun con el precio mas bajo (\$3 700 por tonelada) de la materia prima. Cuando el precio de la yuca seca es de \$14 000 por tonelada el proceso es rentable cuando las raices son pagadas a \$3 700 pero no con precios mas altos. Las raices frescas pueden ser pagadas hasta \$4 300 por tonelada cuando el precio de venta de la yuca seca fuera de \$16 000 por tonelada. Estos datos son presentados graficamente en la Figura 1 tanto en el Cuadro 6 como en la Figura 1 se puede observar que la rentabilidad del proceso depende en gran parte del precio de la materia prima y del producto seco.

Cuadro 6 Rentabilidad de plantas de secado natural de yuca a diferentes niveles de precio de la yuca fresca y seca

Precio de la yuca seca miles pesos/ton	Precio de yuca fresca (miles pesos/ton)							
	I				II			
	3 7	4 0	4 3	4 6	3 7	4 0	4 3	4 6
13	0	<-10			10	< 7		
14	21 <sup>+</sup>	5	-9	<-20	36 <sup>+</sup>	15	-4	-19
15	43	28 <sup>+</sup>	11	- 6	62 <sup>+</sup>	41 <sup>+</sup>	20	- 1
16	64	47 <sup>+</sup>	30 <sup>+</sup>	13	>80 <sup>+</sup>	66 <sup>+</sup>	47 <sup>+</sup>	25 <sup>+</sup>

#### Combinaciones rentables

Existen ligeras diferencias en la rentabilidad del proceso entre las dos plantas. En el caso de la planta I un incremento del precio de las raices frescas de \$300 por tonelada (~ 7.5%) reduce la rentabilidad en ~ 16% mientras que en la planta II esta reduccion seria de ~ 20%. Por otro lado una reduccion del precio de la yuca seca en \$1 000 por tonelada decrece la rentabilidad en ~ 20% en la planta I y en ~ 25% en la planta II (Figura 1). Por lo tanto la planta II parece ser mas sensible a los cambios de precios relativos que la planta I.

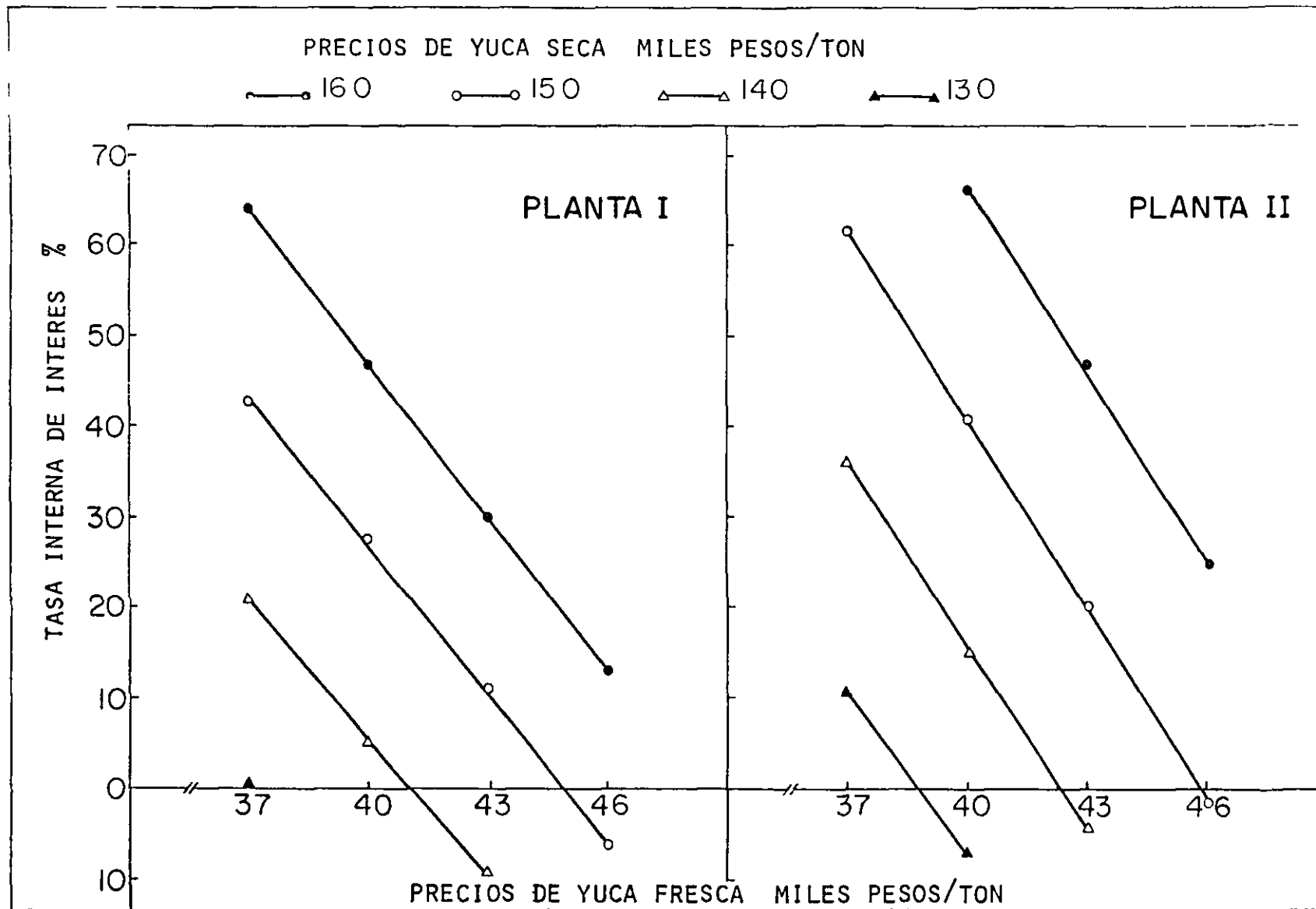


FIGURA 1 TASA INTERNA DE INTERES A DIFERENTES PRECIOS DE YUCA FRESCA Y DE YUCA SECA



### c) Analisis del margen de venta

Dada la forma de organizacion que se preve para este tipo de empresas (formas asociativas o cooperativas) el objetivo final de una planta de secado de yuca será obtener la mayor ganancia posible para los agricultores productores y procesadores del cultivo. Por esta razon se determino cual seria el margen minimo entre el precio de compra de la materia prima y el de venta del producto seco.

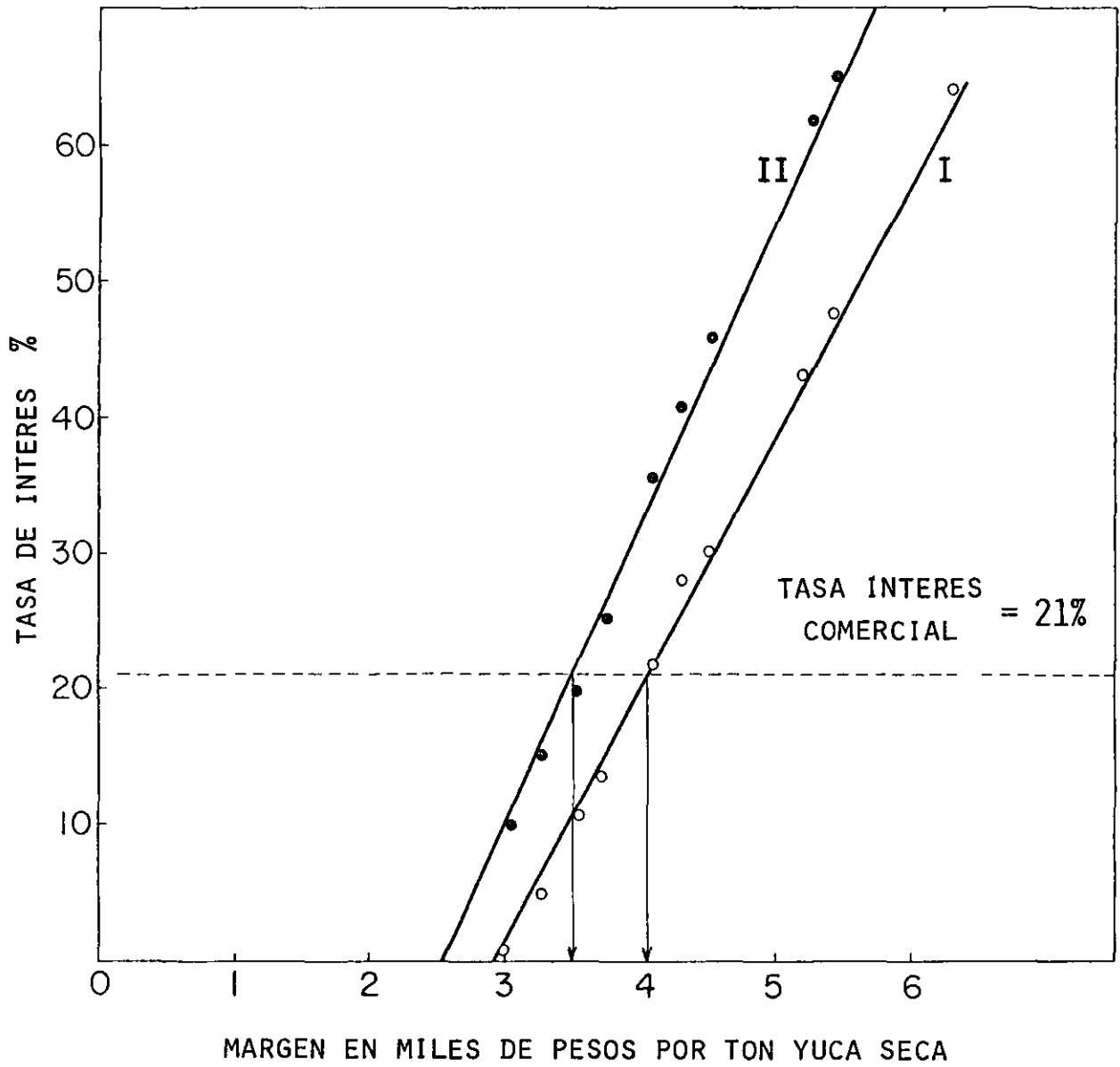
Para analizar este margen se tomo una conversion de 2.67 toneladas de yuca fresca por tonelada de yuca seca y se utilizaron diferentes precios de yuca fresca y de yuca seca para luego comparar los resultados con la tasa interna de interes. Los resultados de este estudio se presentan graficamente en la Figura 2.

Se puede apreciar que para que el proceso sea exactamente rentable (21% de interes) la Planta I necesitaria un margen de \$4 050 por tonelada de yuca seca mientras que en la Planta II este margen seria de \$3 500 para un precio de venta de \$15 000 por tonelada de yuca seca. Estos margenes representarian ~ 27 y ~ 23% del precio final del producto para las Plantas I y II respectivamente. La Figura 2 demuestra tambien que de conseguirse capital a tasas de interes mas bajas que el 21% los margenes de venta requeridos para asegurar la rentabilidad de las Plantas disminuirian.

## 2 Analisis financiero

Para los calculos del analisis financiero se ha asumido que tanto el capital de inversiones como el de operacion se pueden obtener a una tasa de interes anual del 21%. En el caso de las inversiones el plazo del credito es de 6 años con un plazo de gracia de 2 años. Para desarrollar el esquema del servicio de deudas (Cuadro 7) se asume que sobre las deudas pendientes a traves del periodo del crédito se paga un 21% de interes. En el Cuadro 7 se puede observar que los servicios de deudas alcanzan su valor maximo al tercer año para luego disminuir lentamente.

Reuniendo los datos del servicio de deudas con el flujo neto de las operaciones de las Plantas de secado se obtiene el flujo financiero del Proyecto.



RELACION ENTRE LA TASA INTERNA DE INTERES  
Y EL MARGEN DE VENTA DE LA YUCA SECA

CUADRO 7 Cálculo del servicio de deudas y del flujo financiero (000 pesos)

Concepto	Inicio	I						Saldos	Inicio	II						Saldos
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	
Prestamos	816								1302							
Amortizaciones				129	129	129	129	300				201	201	201	201	500
Capital prestado		816	816	687	558	429	300			1302	1302	1101	901	700	500	
Interes a pagar		111	171	171	144	118	90			176	273	273	234	189	147	
Interes + amortizaciones	816	111	171	300	273	247	219	300	1302	176	273	474	432	390	348	500
Flujo neto	-816	328	328	304	328	268	316	571	1302	722	722	679	722	642	707	918
Flujo financiero	0	217	157	4	55	21	97	271	0	546	449	205	290	252	359	418

de acuerdo a las condiciones descritas previamente. Se observa que los resultados del flujo financiero en los dos primeros años son bastante elevados pero luego disminuyen considerablemente en los siguientes cuatro años. Esto se debe a que durante los dos años de gracia no se pagan las amortizaciones del crédito del capital de inversión, las cuales se hacen en los cuatro años siguientes. En el caso de la Planta I, el flujo financiero es bastante más bajo que en la Planta II.

El análisis financiero muestra que la rentabilidad del proyecto es suficiente pero que las obligaciones financieras, tal como están establecidas, pueden afectar la factibilidad económica del proceso. Los cálculos del análisis financiero permiten sugerir que sería mejor cambiar el esquema de amortización de tal manera que pueda realizarse a través de los 6 años del período del crédito.

### C Discusión y conclusiones

Los cálculos previamente presentados permiten predecir que el proceso de secado de la yuca para su uso en la alimentación animal es una actividad lucrativa bajo las condiciones especificadas.

Sin embargo, existen ciertos aspectos que requieren estudios más detallados. Por ejemplo, los cálculos no han considerado las consecuencias de la tasa de inflación y por esta razón los precios usados a través de los 6 años del crédito no han sido reajustados. Igualmente, se ha asumido que el proyecto no encontraría problemas de carácter organizativo (administración y coordinación) ni del suministro de la materia prima. Este último aspecto requiere especial atención pues es necesario aumentar la producción del cultivo, sea mediante expansión del área cultivada y/o incremento de la productividad, para asegurar un abastecimiento regular de la materia prima a un precio aceptable para el agricultor en relación al que obtendría si vendiera la yuca para otros mercados y además que le permita absorber los costos del procesamiento. Por lo tanto, los costos de la producción del cultivo deben ser estudiados más a fondo para determinar la factibilidad económica integrada (producción y procesamiento) del cultivo.

Los calculos de la amortización de las deudas sobre el capital prestado sugieren que seria mas aconsejable repartir las amortizaciones desde el primer ano de operacion de la planta para reducir los intereses acumulados y crecientes de los dos primeros anos de gracia

Con estas y otras limitaciones esta primera aproximacion economica del proceso con un capital de inversion y de operacion al 21% de interes anual asumiendo un precio de compra de la yuca fresca de \$3 700 por tonelada y un precio de venta del producto seco de \$15 000 por tonelada sugiere que plantas de secado de 500 (i) y 1 000 (ii) m<sup>2</sup> de area de piso son rentables y por tanto el proceso es economicamente factible en las actuales condiciones de produccion de yuca en la Costa Atlantica de Colombia



