

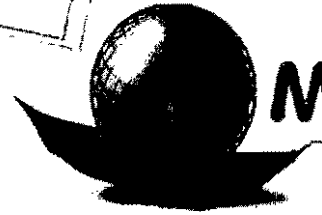
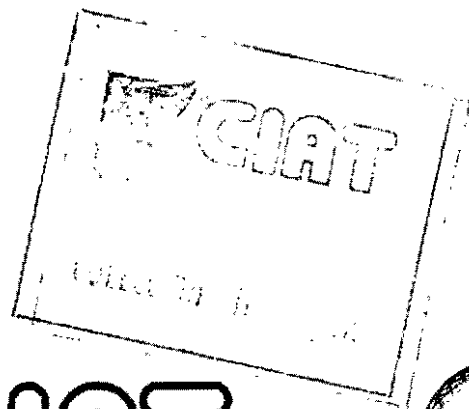
PARTE II

PAQUETE TECNOLÓGICO AGRÍCOLA

INGENIO YUQUERO PARA PRODUCCIÓN DE
50,000 t / año

DE HARINA DE YUCA PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

710
9235
.036
R6
2.2



Mitsubimi
Foundation

INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

PARTE II PAQUETE TECNOLÓGICO AGRÍCOLA

Elaborado por

LA FUNDACIÓN MITSUBIMI
Ivan Rodas Camacho



UNIDAD DE INFORMACIÓN Y
DOCUMENTACIÓN

2 JUL 2001

con el apoyo técnico de
CIAT Y CLAYUCA

Cali, julio del 2000

RECONOCIMIENTO

El estudio de Factibilidad del Ingenio Yuquero en el Cauca ha sido realizado por la FUNDACIÓN MITSUBIMI con el apoyo económico y empresarial de las siguientes empresas y personas: Monómeros Colombo Venezolanos S. A., Empresa Multinacional Andina (EMA) y su presidente el Dr. Luis Eduardo Salazar Quiroga; Solla S.A y su presidente el Dr. Oscar Iván Zuluaga Serna; Pronaca de Ecuador y su presidente ejecutivo el Dr. Luis J. Bakker Jr. ; Industrias del Maíz S. A y su Gerente General el Dr. Alvaro López; La Federación Nacional de Avicultores de Colombia y su presidente el Dr. Diego Miguel Sierra Botero; y Promagro S.A. y su Presidente (E) el Dr. David Celis.

El contenido Científico de la Parte II de este estudio ha sido elaborado con base en las orientaciones, recopilación, sugerencias, información y apoyo logístico del CIAT en las áreas de: Recursos Genéticos, Suelos, El Sistema de Información Geográfico-GIS, Entomología, Virología, Fitopatología, Biotecnología, Mejoramiento de Yuca, Clayuca y Artes Gráficas; con la colaboración de las siguientes personas: Aart Van Schoonhoven, Edgar Amézquita, Anthony Bellotti, Elizabeth Alvarez, Bernardo Ospina, Teresa Sanchez, Jairo Bedoya, Fernando Calle, Gustavo Jaramillo, Hernán Ceballos, Paul Chavarriaga, Roosevelt Escobar, Benjamín Pineda, Luis Fernando Cadavid, Germán Llano, Lee Calvert, Bernardo Arias, Begona Arana y Camilo Oliveros; de Corpoica: Horacio Carmen, y Diego Cifuentes; del ICA: Carlos Huertas, del CIMMYT: Luis Alberto León, de Julián Buitrago, asesor en nutrición animal, y Friedel Schindler de Lorenz de Brazil.

El contenido y análisis en este estudio sobre: localización, el sistema de producción, el personal para manejo y asistencia técnica, los beneficios de Finagro, la mecanización, los costos, las conclusiones, recomendaciones e interpretaciones son autoría del Dr. Iván Rodas Camacho, M.B.A.'86, Columbia University, New York.

CONTENIDO

PAQUETE TECNOLÓGICO AGRÍCOLA PARA UN INGENIO YUQUERO DE 50.000 TONELADAS DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE YUCA PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

	PÁGINA
CAPITULO I	
ASPECTOS GENERALES	
PERFIL AGRÍCOLA DEL PROYECTO	19
YUCA PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL	20
IMPORTANCIA DE LA YUCA COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA EN UN INGENIO YUQUERO	21
• Potencial nutricional:	21
- Contenido de energía útil y proteína total en diferentes productos Utilizados en la alimentación animal.	21
- Contenidos de nutrimentos en la corteza y cáscara y en la pulpa o cilindro central de la raíz de yuca	22
- Composición química de la harina de yuca de la raíz completa y de la raíz sin cáscara	22
PARTICIPACIÓN DE LA YUCA COMO MATERIA PRIMA EN EL COSTO DEL PRODUCTO FINAL DEL INGENIO YUQUERO	23
EL ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA YUCA	23
• Principios antinutricionales de la yuca	23
- Concentración de cianuro (total y libre) en raíces frescas y completas de diferentes variedades de yuca cosechadas a los 10 meses. (Yuca producida actualmente en Colombia)	24
- Concentración de cianuro (HCN) en diferentes partes de la planta de variedades dulces y amargas de yuca (variedades brasileñas)	25
• Efectos del ácido cianhídrico en el animal y mecanismos desintoxicación	25
- Mecanismos de desintoxicación	26
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL- CIAT, CALI, COLOMBIA, COMO EL SOCIO ESTRATÉGICO EN EL MANEJO AGRÍCOLA DEL INGENIO YUQUERO	28

CAPITULO II

SEMILLAS Y VARIEDADES DE YUCA A UTILIZAR EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.

SEMILLAS	31
• Propagación sexual.	31
• Propagación vegetativa o convencional:	31
- Bancos de semilla, cangres.	31
• Métodos de propagación rápidos, sencillos y baratos:	33
- Cámaras de propagación por medio de estacas de yuca	33
- Cámaras de propagación partiendo de esquejes de una hoja y una yema.	33
• Propagación a través del cultivo de meristemas	33
- Requerimientos para la generación de plantas de yuca a partir de Meristemas.	33
- Cultivo de meristemas de yuca en dos etapas y micropropagación por cultivo de nudos.	34
• Métodos de multiplicación acelerada de material genético promisorio de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	36
- Multiplicación vegetativa de la yuca por medio de tres técnicas de propagación.	37
• Banco de Germoplasma- CIAT	37
- Estado del Banco de Germoplasma de Yuca en el CIAT a Septiembre de 1999	38
- Principales países productores de harina de yuca y almidón a escala mundial	41
- Destino de las exportaciones de chips, pellets y almidón producido en Tailandia	42
VARIEDADES DE YUCA A UTILIZAR EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA:	43
• Clones o variedades recomendados para la siembra.	44
• Rendimiento promedio esperado de las variedades seleccionadas para iniciar siembras	44

CAPITULO III

ALTERNATIVAS DE UTILIZACIÓN DE LOS TALLOS Y EL FOLLAJE (HOJAS) DE LA PLANTA DE YUCA PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE ESTA INDUSTRIA

- Acumulación y distribución de materia seca durante el ciclo de crecimiento de la planta de yuca. 46
- Rendimiento promedio esperado de las distintas partes de la Planta de yuca: raíz, tallo, follaje. 47
- Producción de material fresco y materia seca de las distintas partes de la planta de yuca: raíz, tallo, follaje (hojas) en un Ingenio de 5,200 hectáreas a full capacidad. 48

CAPITULO IV

PRODUCTIVIDAD DE LA YUCA EN FRESCO Y EN CONTENIDO DE MATERIA SECA SEGÚN SU CLASIFICACIÓN EN YUCAS DULCES (BAJO CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO) Y EN YUCAS AMARGAS (ALTO CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO)

- Productividad esperada en yucas dulces y amargas 49
- Análisis comparativo de los rendimientos de material fresco y seco en variedades amargas y dulces para el ecosistema del Norte del Cauca 50
- Análisis comparativo de los rendimientos de material fresco y seco en variedades amargas y dulces para un ecosistema de la costa Norte de Colombia 51

CAPITULO V

PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA Y DE LAS SIEMBRAS DE UN INGENIO DE 50,000 TONELADAS DE HARINA DE YUCA AL 12% - 13.5% DE HUMEDAD POR AÑO.

- Densidad de Siembra. 54
 - Densidad de siembra de 13,889 plantas por hectárea para facilitar la mecanización y recolección del cultivo de la yuca 55
- Sistema de Multiplicación de Semilla. 56
 - Programa anual de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad. 56
 - Programa anual, por mes, de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad. 57
 - Método más ágil del programa anual, por mes, de multiplicación

y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.	58
• Política de Semilla Certificada.	58
- Cálculo de plántulas in vitro para el programa anual de implantación de semilla certificada a partir del cuarto año en el 20% del área total sembrada., en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.	59
- Programa anual de implantación de semilla certificada a partir del cuarto año en el 20% del área total sembrada. , en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.	60
• Alternativas para la provisión de plántulas in vitro.	60
 CAPITULO VI	
EDAFOLOGÍA:	61
• Requerimientos del suelo para la planta de Yuca.	62
• Remoción de nutrimentos del suelo.	62
- Extracción de N, P, K y Mg en el producto cosechado de cuatro productos tropicales.	63
• Enclamiento y utilización de otras enmiendas del suelo.	63
• Respuesta a la aplicación de fertilizantes.	64
- Respuesta de la yuca a la aplicación de nutrimentos y cal en diferentes zonas de Colombia	64
• Métodos de aplicación de fertilizantes.	65
• Época de aplicación de fertilizantes.	66
 CAPITULO VII	
TIERRAS:	67
• Localización.	68
- Distancias intermunicipales entre Corinto, Miranda, Padilla, Puerto Tejada y a los Ingenios Cauca y Cabaña	69
- Población avícola del renglón huevo cerca a la localización del Ingenio yuquero en el Cauca	70
- Porcentaje del área disponible a ser utilizada por un Ingenio yuquero de 50,000 toneladas / año en el triángulo entre Corinto-Miranda-Padilla	71
- Area de tierras identificadas por municipio en el triángulo Corinto-Miranda-Padilla	71

- Características Agrológicas y Climáticas de las tierras identificadas en el triángulo Corinto-Miranda-Padilla. 72
- Relación detallada de tierras en el triángulo Corinto, Miranda, Padilla 72

CAPITULO VIII

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO. 75

- Esquema del diseño del sistema de producción agrícola del Ingenio Yuquero 76
- El núcleo del Ingenio Yuquero. 77
- El sistema de proveeduría Agrícola Externo. 77
- Política de manejo de variedades de Yuca. 78
- Política de renovación de semilla certificada 79
- Política de rotación de cultivos. 79
 - Costos de producción de Soya con la Línea L-194 y Soyica P-34 bajo el sistema de siembra convencional 81
 - Costos de producción de Soya con la Línea L-194 y Soyica P-34 bajo el sistema de siembra directa 81
 - Análisis de costos de producción en soya para dos sistemas de Siembra : convencional y directa 81
 - Costos de producción de maíz bajo el sistema de siembra convencional y siembra directa 81
 - Análisis de costos de producción en maíz para dos sistemas de siembra: Convencional y Siembra directa. 82

CAPITULO IX

PLAGAS Y ENFERMEDADES: 83

- Plagas en el cultivo de la Yuca 84
 - Relación de plagas que atacan a las distintas partes de la planta de yuca: estacas, follaje, tallo, raíces; y a la yuca seca almacenada 85
 - Propuesta del CIAT (Anthony Bellotti, Bernardo Arias) sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de la yuca en el Departamento del Cauca. 85
- Enfermedades en el cultivo de la Yuca. 86
 - Enfermedades causadas por bacterias, virus y micoplasmas 86
 - Enfermedades causadas por hongos en el cultivo de la yuca 89
- Manejo Integrado de Enfermedades en el cultivo de la Yuca. 91
 - Resistencia varietal 91
 - Uso de semilla limpia 91
 - Prácticas culturales 91

- Control biológico 91
- Reacción de 18 clones de yuca recomendados para el Ingenio Yuquero a añublo bacterial (CBB) y superatargamiento (SA) 92

CAPITULO X

MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA: 93

- Ejemplos de clasificación de malezas en el cultivo de la yuca según el tipo de planta de la maleza y su ciclo de vida. 94
- Control integrado de malezas en el cultivo de la yuca 95
 - Control cultural 95
 - Control Mecánico 95
 - Control Químico. 95
 - Recomendaciones para el control químico de las malezas en el cultivo de la yuca (CIAT, 1976-1981) 96
 - Efecto de la densidad de siembra de la yuca y del sistema de control de malezas sobre el peso fresco de raíces de las variedades CM-9 y México 11, a los 10 meses de sembradas (CIAT, 1979). 96
- Propuesta de manejo integrado de malezas en el Ingenio yuquero 97

CAPITULO XI

COSTOS AGRÍCOLAS EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA: 99

- Factores relevantes que definen el costo agrícola del Ingenio. 100
- Equipos en el Ingenio Yuquero 102
 - Equipos requeridos en el Ingenio; para el control de las 1000 hectáreas directamente por el Ingenio y los que se requieren en las 5,200 hectáreas, incluyendo el apoyo a los agricultores vinculados 102
 - Valor de los equipos con y sin ICR para cada una de las labores identificadas en el sistema de mecanización del Ingenio 104
 - Valor de los equipos agrícolas para 1,000 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio yuquero de 5,200 hectáreas. 104
 - Valor de los equipos agrícolas para 5,200 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio yuquero de 5,200 hectáreas. 104
 - Costos de producción por hectárea para cada uno de los equipos utilizados en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio. 105

- Costos de producción por hectárea, incluyendo equipos y sus costos de manejo : mano de obra, combustible, y mantenimiento en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio 105
- Incentivos de Finagro. 103
 - Forma de utilización del ICR por cada una de las empresas a participar en el Ingenio Yuquero en el Cauca dentro de la reglamentación vigente. 103
- Resumen de la inversión en los equipos para las 1000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio, el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares. 105
- Resumen de la inversión en los equipos para las 5,200 hectáreas; incluyendo las 1,000 controladas directamente por el Ingenio, y las 4,200 de los agricultores vinculados con su programa de apoyo agrícola; el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares. 106
- Costos de producción por hectárea para el cultivo de la yuca, usando un sistema mecanizado, en el Departamento del Cauca (Julio 2000) 107

CAPITULO XII

PERSONAL PARA EL MANEJO AGRÍCOLA DEL INGENIO 109

- Relación de los procesos y las actividades a desarrollar por el personal agrícola del Ingenio. 111
- Distribución de áreas, medido en hectáreas, por grupos de trabajo y cálculo del área promedio de atención por persona. 112
- Organigrama del Personal Agrícola del Ingenio 113
- Valor nómina de personal para el manejo agrícola del Ingenio 113
- Asistencia Técnica 114
- Valor costo de personal y de equipos de sistemas para asistencia técnica y administración agrícola en el Ingenio Yuquero de 50,000 toneladas/año 114

CAPITULO XIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 115

CUADROS:

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Contenido de energía útil y proteína total en diferentes productos utilizados en la alimentación animal.	21
1.2. Contenido de nutrimentos en la corteza y cáscara y en la pulpa o cilindro central de la raíz de yuca	22
1.3. Composición química de la harina de yuca de la raíz completa y de la raíz sin cáscara	22
1.4. Concentración de cianuro (total y libre) en raíces frescas y completas de diferentes variedades de yuca cosechadas a los 10 meses. (Yuca producida actualmente en Colombia)	24
1.5. Concentración de cianuro (HCN) en diferentes partes de la planta de variedades dulces y amargas de yuca (variedades brasileñas)	25

CAPITULO II

SEMILLAS Y VARIEDADES DE YUCA A UTILIZAR EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA

2.1. Requerimientos para la generación de plantas de yuca a partir de Meristemas.	35
2.2. Multiplicación vegetativa de la yuca por medio de tres técnicas de propagación.	37
2.3. Estado del Banco de Germoplasma de Yuca en el CIAT a Septiembre de 1999.	38
2.4. Principales países productores de harina de yuca y almidón a escala mundial	41
2.5. Destino de las exportaciones de chips, pellets y almidón producido en Tailandia.	42
2.6. Variedades de yuca recomendadas para iniciar siembras.	44
2.7. Rendimiento promedio esperado de las variedades seleccionadas para iniciar siembras.	45

CAPITULO III

ALTERNATIVAS DE UTILIZACIÓN DE LOS TALLOS Y EL FOLLAJE (HOJAS) DE LA PLANTA DE YUCA PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE ESTA INDUSTRIA.

3.1. Rendimiento promedio esperado de las distintas partes de la Planta de yuca: raíz, tallo, follaje.	48
--	----

- 3.2. Producción de material fresco y materia seca de las distintas partes de la planta de yuca: raíz, tallo, follaje (hojas) en un Ingenio de 5,200 hectáreas a full capacidad. 48

CAPITULO IV

PRODUCTIVIDAD DE LA YUCA EN FRESCO Y EN CONTENIDO DE MATERIA SECA SEGÚN SU CLASIFICACIÓN EN YUCAS DULCES (BAJO CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO) Y EN YUCAS AMARGAS (ALTO CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO).

- 4.1. Productividad esperada en yucas dulces y amargas. 51
- 4.2. Análisis comparativo de los rendimientos de material fresco y seco en variedades amargas y dulces para el ecosistema del norte del Cauca 52
- 4.3. Análisis comparativo de los rendimientos de material fresco y seco en variedades amargas y dulces para un ecosistema de la Costa Norte de Colombia 53

CAPITULO V

PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA Y DE LAS SIEMBRAS DE UN INGENIO DE 50,000 TONELADAS DE HARINA DE YUCA AL 12% - 13.5% DE HUMEDAD POR AÑO.

- 5.1. Programa anual de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad. 56
- 5.2. Programa anual, por mes, de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad. 57
- 5.3. Método más ágil del programa anual, por mes, de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad. 58
- 5.4. Cálculo de plántulas in vitro para el programa anual de implantación de semilla certificada a partir del cuarto año en el 20% del área total sembrada. , en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad. 59
- 5.5. Programa anual de implantación de semilla certificada a partir del cuarto año en el 20% del área total sembrada., en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad 60

CAPITULO VI

EDAFOLOGÍA

- | | |
|--|----|
| 6.1. Extracción de N, P, K y Mg en el producto cosechado de cuatro productos tropicales. | 63 |
| 6.2. Respuesta de la yuca a la aplicación de nutrimentos y cal en diferentes zonas de Colombia | 64 |

CAPITULO VII

TIERRAS

- | | |
|--|----|
| 7.1. Distancias intermunicipales entre Corinto, Miranda, Padilla, Puerto Tejada y a los Ingenios Cauca y Cabaña | 69 |
| 7.2. Población avícola del renglón huevo cerca a la localización del Ingenio yuquero en el Cauca | 70 |
| 7.3. Porcentaje del área disponible a ser utilizada por un Ingenio yuquero de 50,000 toneladas / año en el triángulo entre Corinto-Miranda-Padilla | 71 |
| 7.4. Area de tierras identificadas por municipio en el triángulo Corinto-Miranda-Padilla | 71 |
| 7.5. Relación detallada de tierras en el triángulo Corinto, Miranda, Padilla | 72 |

CAPITULO VIII

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO

- | | |
|---|----|
| 8.1. Análisis de costos de producción en soya para dos sistemas de Siembra : convencional y directa | 81 |
| 8.2. Análisis de costos de producción en maíz para dos sistemas de siembra. | 82 |

CAPITULO IX

PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA YUCA

- | | |
|---|----|
| 9.1. Relación de plagas que atacan a las distintas partes de la planta de yuca: estacas, follaje, tallo, raíces; y a la yuca seca almacenada | 85 |
| 9.2. Propuesta del CIAT (Anthony Bellotti, Bernardo Arias) sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de la yuca en el Departamento del Cauca. | 86 |
| 9.3. Enfermedades causadas por bacterias, virus y micoplasmas | 87 |
| 9.4. Enfermedades causadas por hongos en el cultivo de la yuca | 90 |
| 9.5. Reacción de 18 clones de yuca recomendados para el Ingenio Yuquero, a añublo bacterial (CBB) y superalargamiento (SA) | 92 |

CAPITULO X

MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

10.1. Ejemplos de clasificación de malezas en el cultivo de la yuca según el tipo de planta de la maleza y su ciclo de vida.	94
10. 2. Recomendaciones para el control químico de las malezas en el cultivo de la yuca (CIAT, 1976-1981)	96

CAPITULO XI

COSTOS AGRÍCOLAS EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA

11. 1. Forma de utilización del ICR por cada una de las empresas a participar en el Ingenio Yuquero en el Cauca dentro de la reglamentación vigente.	103
11. 2. Resumen de la Inversión en los equipos para las 1000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio, el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares.	105
11. 3. Resumen de la inversión en los equipos para las 5,200 hectáreas; incluyendo las 1,000 controladas directamente por el Ingenio, y las 4,200 de los agricultores vinculados con su programa de apoyo agrícola; el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares.	106
11.4. Costos de producción por hectárea para el cultivo de la yuca, usando un sistema mecanizado, en el Departamento del Cauca (Julio 2000).	107

CAPITULO XII

PERSONAL PARA EL MANEJO AGRÍCOLA DEL INGENIO

12.1. Relación de los procesos y las actividades a desarrollar por el personal agrícola del Ingenio.	111
12.2. Distribución de áreas por grupos de trabajo y cálculo del área promedio de atención por persona.	112
12.3. Valor nómina de personal para el manejo agrícola del Ingenio.	113
12.4. Valor costo de personal y de equipos de sistemas para asistencia técnica y administración agrícola en el Ingenio Yuquero de 50,000 toneladas por año	114

FIGURAS:

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

- 1.1. Principales mecanismos para la transformación del ácido cianhídrico en el organismo 27

CAPITULO II

SEMILLAS Y VARIETADES DE YUCA A UTILIZAR EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.

- 2.1. El tallo de la yuca nudo y entrenudo 32
 2.2. El cultivo de meristemas de yuca 34
 2.3. Cultivo de meristemas de yuca en dos etapas y micropropagación por cultivo de nudos. 36
 2.4. Método de cultivos in vitro utilizado con el Banco de Germoplasma CIAT 39

CAPITULO III

ALTERNATIVAS DE UTILIZACIÓN DE LOS TALLOS Y EL FOLLAJE (HOJAS) DE LA PLANTA DE YUCA PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE ESTA INDUSTRIA.

- 3.1. Acumulación y distribución de materia seca durante el ciclo de crecimiento de la planta de yuca. 47

CAPITULO V

PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA Y DE LAS SIEMBRAS DE UN INGENIO DE 50,000 TONELADAS DE HARINA DE YUCA AL 12% - 13.5% DE HUMEDAD POR AÑO.

- 5.1. Densidad de siembra de 13,889 plantas por hectárea para facilitar la mecanización y recolección del cultivo de la yuca. 55

CAPITULO VIII

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO.

- 8.1. Esquema del diseño del sistema de producción agrícola del Ingenio Yuquero. 76

CAPITULO X

MALEZA EN EL CULTIVO DE LA YUCA.

- 10.1. Efecto de la densidad de siembra de la yuca y del sistema de control de malezas sobre el peso fresco de raíces de las variedades CM-9 y México 11, a los 10 meses de sembradas (CIAT, 1979). 98

ANEXOS

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. Ejemplo de dietas para aves y cerdos con base en la sustitución de maíz por harina de yuca. 127
2. Análisis nutricional de la yuca y varios productos ricos en almidón. 128

CAPITULO II

SEMILLAS Y VARIETADES DE YUCA EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.

3. Métodos de propagación rápida: 129
- 3.1. Por medio de estacas de yuca: 129
- Figura No. 1. Cámara de Propagación. 129
 - Figura No. 2: Características de la cámara de Propagación 131
 - (A) Base de la cámara
 - (B) Orificios de la Canaleta
 - (C) Contenido de la base de la cámara
 - (D) Forma y posición del techo de la cámara
 - Figura No. 3. Cámara de Enraizamiento. 132
- 3.2. Partiendo de esquejes de una hoja y una yema 136
- Figura No. 4. Cámara de Enraizamiento. 137
 - Figura No. 5: Cámara de Enraizamiento 138
 - (A) Características de la mesa y de las bandejas
 - (B) Ubicación del tendido de alambres
 - (C) Detalles de la estructura que va sobre la mesa

CAPITULO VIII

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO.

4. Rotación de cultivos:
- 4.1. Costos de producción de Soya con la Línea L-194 y Soyica 141
- P-34 bajo el sistema de siembra convencional 142

4.2. Costos de producción de Soya con la Línea L-194 y Soyica P-34 bajo el sistema de siembra directa.	143
4.3. Costos de producción de maíz bajo el sistema de siembra convencional y siembra directa.	144

CAPITULO XI

COSTOS AGRÍCOLAS EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.

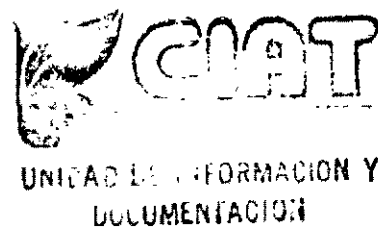
Costos agrícolas en el Ingenio Yuquero en el Cauca:	145
5.1. Equipos requeridos en el Ingenio; para el control de las 1000 hectáreas directamente por el Ingenio y los que se requieren en las 5,200 hectáreas, incluyendo el apoyo a los agricultores vinculados	146
5.2. Valor de los equipos con y sin ICR para cada una de las labores identificadas en el sistema de mecanización del Ingenio	147
5.3. Valor de los equipos agrícolas para 1,000 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio yuquero de 5,200 hectáreas.	148
5.4. Valor de los equipos agrícolas para 5,200 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio yuquero de 5,200 hectáreas.	149
5.5. Costos de producción por hectárea para cada uno de los equipos utilizados en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio	150
5.6. Costos de producción por hectárea, incluyendo equipos y sus costos de manejo: mano de obra, combustible, y mantenimiento en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio	151

MAPA	152
-------------	-----

CAPITULO VII

7.1. Mapa de ubicación del Ingenio	
------------------------------------	--

BIBLIOGRAFÍA	153
---------------------	-----



PRÓLOGO

El presente documento contiene el Paquete Tecnológico Agrícola que hace parte del estudio de factibilidad para la instalación de un Ingenio Yuquero, definido como una fábrica procesadora de harina de yuca para consumo animal, que integra: la proveeduría de yuca fresca, directamente por el mismo Ingenio en un 20% y el saldo del 80% a través de agricultores vinculados en tamaños pequeños, medianos y grandes; y la comercialización de la harina a través de socios estratégicos, o que participen en el capital social o se vinculen al Ingenio a través de alianzas estratégicas.

El estudio ha sido elaborado mediante un convenio entre: El Centro internacional de Agricultura Tropical-CIAT, La Fundación Mitsubimi y/o Iván Rodas Camacho, y las siguientes empresas que están participando en el Encargo Fiduciario MR-181, el cual fue constituido para este propósito: Monómeros Colombo Venezolanos, Empresa Multinacional Andina (EMA); Solla S.A.; Industrias del Maíz, Pronaca y Promagro S.A.. Está basado en un análisis de prefactibilidad elaborado por el Dr. Iván Rodas Camacho a través de la Fundación para el Desarrollo Integral del Valle-FDI-, en convenio con el CIAT, y Fenavi-Fonav.

El enfoque estratégico de los participantes en este estudio es contribuir al desarrollo del campo de la Comunidad Andina, especialmente de Colombia, Ecuador y Venezuela, a través de la industrialización del cultivo de yuca con tecnologías de punta en las áreas agrícola y de procesamiento industrial, para ser usadas en un principio en la instalación de agroindustrias para consumo animal y posteriormente para consumo humano e industrial.

El impacto social esperado, en la República de Colombia, país donde se iniciará la instalación de los primeros ingenios, es muy significativo teniendo en cuenta que la yuca se produce en muchas regiones del país, tales como los Departamentos de: Valle del Cauca, Cauca, Quindío, Risaralda, Caldas, Antioquia, Cesar, Bolívar, Sucre, Atlántico, Córdoba, Magdalena, Santander, Casanare, Meta, Arauca, Caquetá, Huila y Tolima.

El tamaño del mercado nacional pecuario de alimentos balanceados, en el año 2000, es de aproximadamente 1.330.000 toneladas de harina de yuca (cálculos Julián Buitrago), lo cual permitirá incorporar más de 138.000 nuevas hectáreas a la producción agrícola nacional con un mercado interno asegurado y con la generación del empleo correspondiente, sin mover al campesino de su habitat.

El documento está organizado de tal forma que inicialmente se presenta el perfil del proyecto, seguido de un análisis de la yuca en la alimentación animal, del ácido cianhídrico, sus efectos en los animales y los mecanismos de desintoxicación, y de un compendio en los aspectos fundamentales del cultivo de la yuca, orientado a identificar todos los factores que son necesarios tener en cuenta para hacerlo rentable y sostenible en el largo plazo. Presenta también alternativas de utilización de las otras partes de la planta de yuca para la producción de: harina, rica en proteína, proveniente del follaje (hojas) y; abonos ó papel ó aglomerados usando como materia prima los tallos.

El estudio sugiere la instalación del primer Ingenio Yuquero en el Norte del Departamento del Cauca basado en: la disponibilidad de tierras aptas para este cultivo, de agua, de energía y facilitación del gas; los beneficios tributarios de la Ley Páez, para lo cual se constituyó la sociedad Ingenio Yuquero del Cauca S.A.; la cercanía al CIAT, con lo cual se facilita la transferencia de tecnología agrícola en las áreas de: virología, fitopatología, entomología, mejoramiento, fitosanidad, genética, edafología, manejo de semilla certificada y la implantación de los cultivos en forma masiva aprovechando esta cultura de producción que se tiene en el Valle Geográfico del Río Cauca con el cultivo de la caña de azúcar.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

PERFIL AGRÍCOLA DEL PROYECTO:

Producto :	Harina de yuca con el 12% - 13.5% de humedad, para alimentación Pecuaria: Aves (gallinas ponedoras, pollos de engorde), cerdos, ganado vacuno y peces.
Producción anual de harina de yuca:	50,000 toneladas
Materia prima	Yuca conocida también con los nombres de: mandioca, cassava, manioc, manioca, tapioca, mhogo, y omowgo.
Clasificación taxonómica de la yuca:	Clase : Ditotyledoneae Sub-clase : Archichlamydeae Orden : Euphorbiales Familia : Euphorbiaceae Tribu: Manihoteae Género: Manihot Especie : Manihot esculenta Crantz
Alternativas de utilización de la planta de Yuca :	Tallos (abonos, papel, aglomerados) Hojas (harina rica en proteínas)
Productividad raíces yuca fresca en Ton/Ha:	25 \pm 5
Relación yuca fresca / yuca seca:	2.6
Producción anual de raíces de yuca fresca:	130,000 toneladas
Producción anual de follaje (hojas):	14,020 toneladas
Producción anual de tallos:	89,216 toneladas
Tipo de variedad seleccionada:	Dulces
Ubicación:	Norte del Departamento del Cauca

YUCA PARA ALIMENTACION ANIMAL:

La harina de raíces de yuca puede reemplazar parcial o totalmente a los granos de cereales (sorgo, maíz, trigo, etc.) en alimentación de todo tipo de animales domésticos, incluyendo aves y cerdos. Al realizar los ajustes nutricionales necesarios en la dieta a base de harina de yuca, el rendimiento animal es perfectamente comparable con el obtenido en dietas convencionales basadas en cereales. En el Anexo No 1 se ilustran ejemplos de dietas para aves donde la harina de yuca sustituye 20 y 40 por ciento de la fórmula original a base de maíz. (cálculos Julián Buitrago)

En condiciones comerciales generalmente se utilizan niveles que fluctúan entre 20 y 40 por ciento de la dieta total para aves y cerdos. Este tipo de dietas es rutinarias en varios países de Europa y de Asia.

La principal característica de la harina de raíces de yuca es su alto contenido en carbohidratos (almidón), que proporciona un nivel de energía comparable con la del maíz y sorgo y con otros productos ricos en almidón (papa, banano). El mayor limitante nutricional es su bajo contenido de proteína (2 - 3 %) y ácidos grasos esenciales, en contraste con el maíz y sorgo. En el Anexo No 2 se incluye una comparación desde el punto de vista nutricional entre los productos mencionados (cálculos Julián Buitrago).

Las variedades amargas con alto rendimiento en materia seca contienen el principio tóxico linamarina, lo cual limita el uso de las raíces en forma fresca. Sin embargo, cuando el proceso de deshidratación se realiza en forma adecuada, se puede garantizar la eliminación del tóxico y la obtención de un producto perfectamente utilizable en alimentación animal.

La harina de follaje de yuca se caracteriza por un alto contenido de proteína (18-22 %) y de fibra (25-30 %). Se pueden utilizar niveles hasta de 10 % en dietas para aves y cerdos y hasta de 40 % en dietas para rumiantes.

IMPORTANCIA DE LA YUCA COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA EN UN INGENIO YUQUERO

POTENCIAL NUTRICIONAL:

En el cuadro 1.1. se compara la yuca con otros productos agrícolas de amplio uso en la alimentación animal en términos de su rendimiento de energía total y su proteína cruda y se puede observar claramente la importancia de la yuca como fuente de energía. Por otra parte la raíz de yuca tiene un bajo nivel de proteína como se aprecia en este cuadro, y ese hecho hace necesaria la adición de este nutrimento a las raciones preparadas con una alta proporción de la raíz.

El alto contenido de proteína del follaje de la yuca, exige incluir este subproducto dentro del proceso industrial del Ingenio, el cual tiene un costo marginal de producción agrícola y contribuye a estructurar las dietas de los animales con mayor contenido de harina proveniente de la planta de yuca.

Cuadro 1.1. Contenido de energía útil y proteína total en diferentes productos utilizados en alimentación animal. a

Producto	Materia Seca %	Energía		Proteína (g/Kg)
		Metabolizable Aves (Mcal/Kg)	Digestible Cerdos (Mcal/Kg)	
Raíz fresca de yuca	35	1.2	1.3	12
Harina de yuca	90	3.1	3.4	34
Follaje fresco de yuca	28	0.34	0.36	65
Harina follaje yuca	90	1.1	1.2	220
Maíz (zea mays L.)	90	3.4	3.45	95
Frijol soya (Glycine m.M)	90	3.45	4.02	380

a. Cifras estimadas y adaptadas a valores fijos de materia seca.

Fuente: La Yuca en la alimentación animal. CIAT. Autor Julián Buitrago.

El cuadro 1.2. muestra las diferencias nutricionales entre la cáscara o corteza y la pulpa o cilindro central o parénquima. La cáscara o corteza representa entre 15% y 20% del peso total de la raíz, y la pulpa o cilindro central o parénquima equivale a 80%-85% aproximadamente. La mayor proporción de proteína, fibra, grasa y minerales (ceniza) está localizada en la corteza, mientras que los carbohidratos se localizan preferencialmente en la pulpa.

Cuadro 1.2. Contenidos de nutrimentos en la corteza o cáscara y en la pulpa o cilindro central de la raíz de yuca (base húmeda y base seca).

Componentes	Contenidos (%)			
	Corteza		Pulpa (cilindro central)	
	B. húm	B. seca	B. húm	B. seca
Materia seca	28.0	100.0	41.0	100.0
Proteína cruda	1.5	5.4	1.0	2.4
Carbohidratos	21.7	77.5	37.5	91.0
Extracto etéreo	0.6	2.1	0.4	1.0
Fibra cruda	2.5	9.0	1.1	2.7
Ceniza	1.7	6.1	1.2	2.9

Fuente: La Yuca en la alimentación animal. CIAT. Autor Julián Buitrago.

La harina producida en el Ingenio Yuquero tiene como materia prima la pulpa o cilindro central o parénquima con la corteza o cáscara

El cuadro 1.3. muestra las diferencias más importantes entre la harina proveniente de la raíz completa y la raíz sin cáscara, y proporciona una información más detallada sobre la disponibilidad de carbohidratos y el fraccionamiento de la fibra (fibra detergente neutra y fibra detergente ácida)

Cuadro 1.3. Composición química de la harina de yuca de la raíz completa y de la raíz sin cáscara (base seca)

Componentes	Contenidos (%)	
	Raíz con Cáscara	Raíz sin cáscara
Materia seca	100.00	100.00
Carbohidratos disponibles	83.80	92.40
Proteína cruda	3.05	1.56
Extracto etéreo	1.04	0.88
Ceniza	2.45	2.00
Fibra detergente neutra	6.01	3.40
Fibra detergente ácida	4.85	1.95
Hemicelulosa	1.16	1.45

Fuente: La Yuca en la alimentación animal. CIAT. Autor Julián Buitrago.

La proteína y la fibra determinan en gran parte la calidad del producto final para la alimentación de animales, especialmente de monogástricos, entre los cuales están incluidos las aves, los cerdos y los peces.

La información aquí detallada demuestra que la producción de harina de yuca tanto de la pulpa o cilindro central o parénquima como de la cáscara y del follaje de yuca es una excelente fuente nutricional en las dietas para los animales.

PARTICIPACIÓN DE LA YUCA COMO MATERIA PRIMA EN EL COSTO DEL PRODUCTO FINAL DEL INGENIO YUQUERO:

La producción agroindustrial de harina de yuca para consumo animal consiste en producción agrícola del cultivo, desintegración de la yuca fresca; secado, con la consecuente eliminación de sus compuestos cianogénicos; terminación en forma de polvo o peletizado y; almacenamiento.

El proceso industrial representa aproximadamente el 17.5% del costo total del producto final. El 82.5% restante lo representa el proceso agrícola para la producción de la yuca fresca como materia prima.

Por esta razón, esta industria requiere un tratamiento especial en el manejo agrícola, en los temas de biotecnología, suelos, entomología, virología, fitopatología, edafología, genética, mejoramiento y, manejo de semilla certificada en los volúmenes que demanda un Ingenio.

EL ÁCIDO CIANHÍDRICO EN LA YUCA

PRINCIPIOS ANTINUTRICIONALES DE LA YUCA

La yuca contiene principios antinutricionales conocidos como glucósidos cianogénicos (linamarina, lotaustralina), los cuales se transforman eventualmente en ácido cianhídrico (HCN) o en el ion cianuro (CN⁻); estos son productos responsables de los efectos tóxicos de las variedades amargas de la yuca.

Aproximadamente el 90% del ion cianuro se encuentra en forma de glucósido denominado linamarina (cianuro ligado). El porcentaje restante está constituido principalmente por el cianuro libre y la lotaustralina.

La linamarina libera ácido cianhídrico mediante la acción de la enzima linamarasa, presente normalmente en los tejidos de la raíz, especialmente en la cáscara. Esta reacción que libera el ácido cianhídrico ocurre principalmente cuando la estructura celular de los tejidos de la raíz se destruye por acción mecánica al momento de la

cosecha. En el cuadro 1.4 se comparan las concentraciones de cianuro total y cianuro libre en 10 variedades de yuca procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Cuadro 1.4. Concentración de cianuro (total y libre) en raíces frescas y completas de diferentes variedades de yuca cosechadas a los 10 meses. (Yuca producida actualmente en Colombia)

Variedad	Materia seca %	Cianuro total (mg/Kg de M.S.)	Cianuro libre %
MVen 25	33.65	1272	500
MThai 8	30.41	771	251
MCol 1684	37.22	546	164
MBra 12	37.19	525	176
CM 523 - 7	34.37	484	175
HMC - 1	36.43	417	103
MCol 1505	44.76	257	76
MPer 183	32.05	240	101
CM 3306- 4	42.05	224	80
CM 6740 - 7	43.02	153	43

Fuente: Laboratorio de Calidad; Mejoramiento de yuca CIAT. Autora Teresa Sánchez. 2000.

Los niveles de ácido cianhídrico presentan valores distintos en las diferentes partes de la planta de yuca, dependiendo de factores como la variedad y la edad de la planta, las condiciones del cultivo, la fertilización, etc. Existen variedades dulces de yuca con niveles inferiores a 200 ppm de ácido cianhídrico en el parénquima fresco, mientras que algunas variedades amargas sobrepasan las 1000 ppm.

En general los glucósidos cianogénicos se encuentran en los diferentes tejidos de la planta, pero su concentración siempre es mayor en la parte aérea (hojas y tallos) que en la raíz.

Considerando la raíz independientemente, se ve que el nivel de cianuro es mayor en las capas externas, y que alcanza los valores más altos en la corteza o cáscara. Las hojas se comportan un poco diferente, de acuerdo con la variedad y la edad de la planta, pero en promedio el valor del cianuro es intermedio entre el de la cáscara y el del parénquima de la raíz.

En el cuadro 1.5 se puede apreciar la diferencia entre variedades dulces y amargas procedentes del Brasil, analizando la concentración de ácido cianhídrico en diferentes tejidos de la planta

Cuadro 1.5. Concentración de cianuro (HCN) en diferentes partes de la planta de variedades dulces y amargas de yuca (variedades brasileñas)

Partes de la planta	HCN total (mg/Kg de materia fresca)	
	Yuca dulce	Yuca amarga
Pulpa de la raíz	4	53
Hojas maduras	16	41
Tallos verdes	14	24
Tallos adultos (leñosos)	43	113
Médula del tallo	19	26

Fuente: Domínguez, 1983.

EFFECTOS DEL ÁCIDO CIANHÍDRICO EN EL ANIMAL Y MECANISMOS DESINTOXICACIÓN

Aunque la intoxicación aguda por ácido cianhídrico es poco frecuente, el consumo prolongado de pequeños niveles de tóxico puede ocasionar problemas nutricionales y fisiológicos serios.

La mayoría de los síntomas de intoxicación se pueden asociar con la afinidad del ácido cianhídrico con iones metálicos como el del hierro y el del cobre. El radical $-CN$ del ácido reacciona con el ion hierro de la hemoglobina y forma cianohemoglobina, hecho que imposibilita el transporte de oxígeno en la sangre; asimismo, dicho radical forma complejos con algunas enzimas que tienen iones cobre (i.e., citocromo-oxidasa) afectando ciertas reacciones del metabolismo intermediario.

Estas anomalías metabólicas ocasionan depresión en los centros medulares, originando dificultades respiratorias y efectos tóxicos protoplasmáticos que pueden producir la muerte en casos extremos de intoxicación

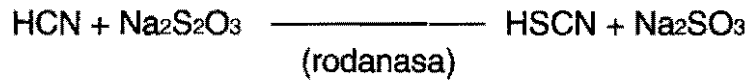
Generalmente cuando los alimentos se elaboran con productos derivados de yuca cuyo contenido de ácido cianhídrico es alto, los animales disminuyen drásticamente el consumo, y esto afecta su peso y rendimiento.

El modo de acción del ácido cianhídrico en el organismo puede ser afectado por otros componentes de la ración; entre estos se destacan la vitamina B12, los aminoácidos azufrados, el yodo, el azufre, el hierro y el cobre. Algunos de tales elementos (i.e., el yodo y el cobre) pueden combinarse con el ácido cianhídrico y ocasionar trastornos metabólicos; otros componentes como la vitamina B12 y la metionina pueden participar

en mecanismos de desintoxicación, hecho que reduce la disponibilidad de estos componentes esenciales para otras funciones metabólicas.

MECANISMOS DE DESINTOXICACIÓN

Se considera que el principal mecanismo de desintoxicación de ácido cianhídrico que tiene el organismo del animal es la conversión de dicho producto en tiocianato, el cual es excretado en la orina. Esta conversión se puede realizar en diversos tejidos, especialmente en el hígado, en condiciones aeróbicas, gracias a la acción de la enzima rodanasa, en presencia de azufre coloidal (tiosulfato):

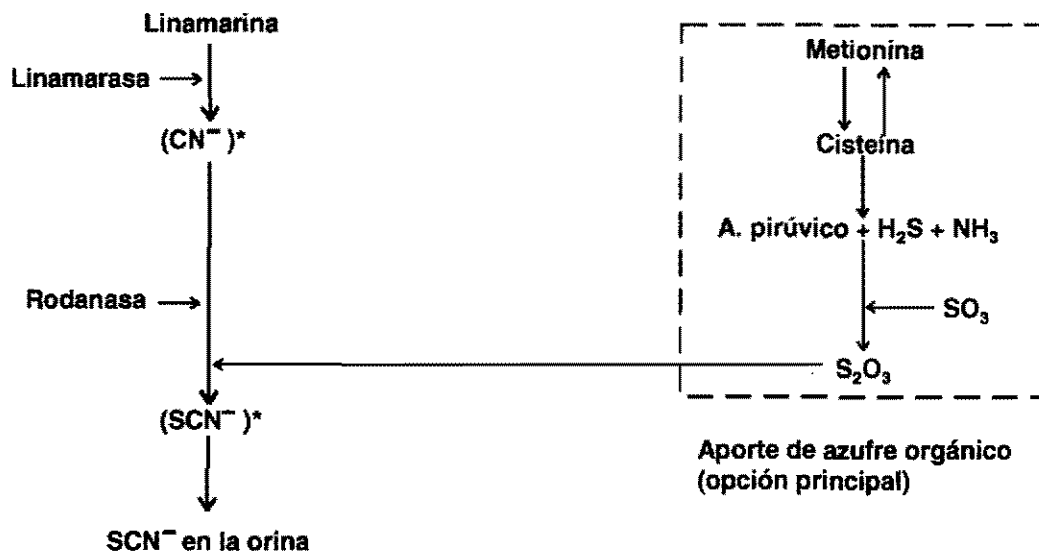


Existen varias moléculas en el organismo que pueden proveer azufre para el proceso de desintoxicación (metionina, cistina, cisteína), pero la mayoría de los mecanismos propuestos involucran el tiosulfato como la molécula que finalmente aporta el ion azufre para la conversión del ácido cianhídrico en tiocianato.

También la vitamina B12 ha sido incluida como otra alternativa en el proceso de desintoxicación del ácido cianhídrico (Oke, 1973).

En la figura 1.1. se presenta el diagrama de las principales reacciones involucradas en los mecanismos de desintoxicación del ácido cianhídrico.

Figura 1.1. Principales mecanismos para la transformación del ácido cianhídrico en el organismo



* Iones que afectan el metabolismo intermediario

Principales mecanismos para la transformación del ácido cianhídrico en el organismo

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL- CIAT, CALI, COLOMBIA, COMO EL SOCIO ESTRATÉGICO EN EL MANEJO AGRÍCOLA DEL INGENIO YUQUERO

El Centro tiene una extensa colección de germoplasma de Manihot con 5,728 variedades a septiembre de 1999 (Reporte anual de la Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, 1999), acumula más de dos décadas de experiencia a nivel mundial en investigación sobre todos los aspectos de la yuca y, cuenta con una estrategia de mejoramiento del cultivo que consiste en:

- a) Caracterizar germoplasma respecto a su resistencia a diferentes tipos de estrés biótico y abiótico y otros rasgos clave.
- b) Alterar el contenido de cianógenos en los acervos de genes según el uso final, desarrollar métodos para controlar el deterioro en poscosecha y modificar genéticamente la calidad del almidón.
- c) Incorporar la selección y transformación ayudada por marcadores para la transferencia interespecífica de genes en los esquemas convencionales de fitomejoramiento.
- d) Evaluar, seleccionar y recombinar genotipos (variedades) avanzados para agroecosistemas específicos, e incorporar la participación de los usuarios finales en los esquemas de fitomejoramiento.
- e) Organizar la capacitación en América Latina y Asia, apoyar iniciativas regionales de investigación y desarrollo, y difundir información científica.

Colaboran con el CIAT en este proyecto, diversas instituciones nacionales de investigación en países en desarrollo: El Centro Nacional de Investigación en Yuca y Frutas Tropicales (CNPMF, su acrónimo en portugués); Embrapa (Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria); el Instituto de Investigación de Cultivos (FCRI, su acrónimo en inglés) de Tailandia; la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); la Academia China de Ciencias Agrícolas del Trópico (CATAS, su acrónimo en inglés) y otros programas nacionales en América Latina y Asia que tienen amplia experiencia en la adaptación de genotipos mejorados de yuca a necesidades locales.

Actualmente, los sectores privado y público han aunado esfuerzos con el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (Clayuca). El consorcio fue establecido en 1999 por Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela, junto con el CIAT y el CIRAD (Centro para la Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo) de Francia.

La cultura científica del CIAT, sugiere que la utilización de la tecnología disponible en cada una de sus áreas de: biotecnología; entomología; virología; fitopatología; edafología; genética, incluyendo la Unidad de Recursos Genéticos, mejoramiento y;

manejo de semilla certificada, sea agrupada directamente por los inversionistas interesados de acuerdo con las necesidades técnicas de cada agroindustria.

CAPITULO II

Semillas y variedades de yuca a utilizar en el Ingenio Yuquero en el Cauca

SEMILLAS.

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) puede reproducirse a través de varios sistemas de propagación: sexual, vegetativa y por cultivo de meristemas.

PROPAGACIÓN SEXUAL

El sistema de reproducción sexual ha sido poco usado en el mundo en cultivos industriales. La yuca es muy heterogénea y por lo tanto la variabilidad de las progenies, aún derivadas del mismo cruce, es extremadamente amplia. Así por ejemplo es necesario contar con un buen número de semillas sexuales cuando, mediante la selección y asumiendo una probabilidad aceptable, se pretende obtener una variedad con las características deseadas. No se dispone de cifras exactas pero se puede afirmar que con pocas semillas las posibilidades de una acertada selección son remotas; además no es muy ventajoso usar semillas, porque seleccionando cantidades más pequeñas de material vegetativo puede lograrse mayor éxito y, se ha demostrado que se necesitan 6 años para seleccionar y probar una nueva línea hasta la etapa de su multiplicación y 8 años hasta la entrega a los agricultores. Este sistema de reproducción es ampliamente usado en programas de mejoramiento.

PROPAGACIÓN VEGETATIVA O CONVENCIONAL: BANCOS DE SEMILLA, CANGRES.

El sistema de propagación vegetativa ha sido el medio tradicional de introducir y ampliar producciones en todo el mundo; asegura la conservación de las características varietales durante generaciones sucesivas, lo cual es una ventaja en el mejoramiento del cultivo y, sus costos son muy bajos. Sin embargo, la propagación vegetativa por medio de estacas constituye un medio de transmisión y diseminación de plagas y enfermedades, especialmente aquellas que son causadas por organismos sistémicos. Los virus son muy difíciles de erradicar mediante la aplicación de los métodos de propagación vegetativa conocidos. Dichos patógenos pueden causar enfermedades que alteran las evaluaciones agronómicas de la planta. Las virosis, las cuales pueden presentarse en forma latente, gradualmente afectan no sólo el crecimiento y la forma general de la planta sino también su crecimiento.

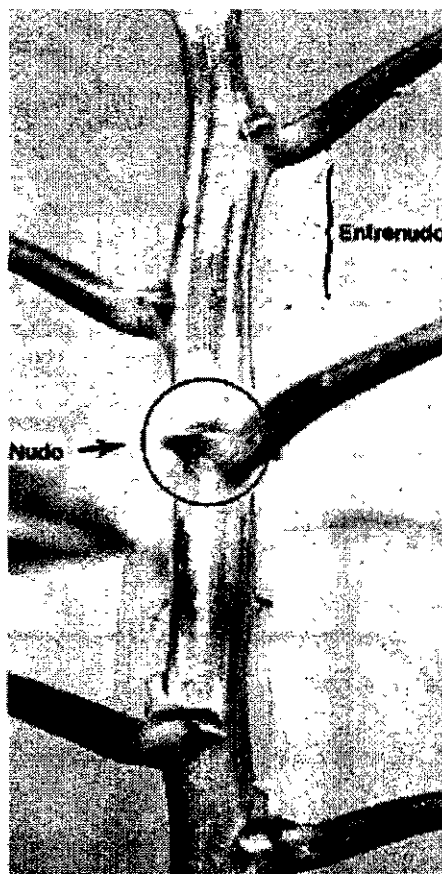
Los tallos o cangres son los medios utilizados para la multiplicación asexual en este sistema de propagación vegetativa. El tallo maduro es cilíndrico, su diámetro varía de 2 a 6 centímetros, y tanto el grosor como el color varían según la edad de la planta y la variedad. Se presentan tres colores básicos en tallos maduros: plateado o gris, morado y café.

Los tallos están formados por la alteración de nudos y entrenudos. El nudo es el punto en que una hoja se une al tallo y el entrenudo es la porción del tallo comprendida entre

dos hojas sucesivas. En el nudo se insertan el pecíolo de la hoja, una yema axilar protegida por una escama y dos estípulas laterales (Figura 2.1). La longitud de los entrenudos en el tallo principal es muy variable, porque además de depender de la variedad, hay otros factores que también influyen, como la edad de la planta, una sequía, un ataque de insectos, etc.

Una planta proveniente de material vegetativo, es decir de una estaca, puede producir tantos tallos primarios cuantas yemas viables tenga la estaca. En algunas variedades con fuerte dominancia apical solo se desarrolla un tallo. Otros factores que determinan el número de tallos primarios, además de la variedad, son: el tamaño y las condiciones de la estaca y la posición en que esta se siembre.

FIGURA 2.1. El tallo de la Yuca nudo Y entrenudo



El presente estudio sugiere este sistema de multiplicación como se explica más adelante en el capítulo IV, en el programa de multiplicación de Semilla y de las siembras del Ingenio, donde se incluye además: la densidad de siembra, la política de semilla certificada y las alternativas para la provisión de plántulas in vitro.

Existen otros métodos de propagación rápida que pueden ser utilizados de acuerdo con los requerimientos del Ingenio y que se explican a continuación.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN RÁPIDOS, SENCILLOS Y BARATOS

Con el fin de solucionar los problemas de multiplicación de semillas, El CIAT desarrolló un método de propagación rápido, sencillo y barato, con base en estacas caulinares de dos yemas y mejoró un método de propagación desarrollado en Filipinas, que utiliza como propágulos esquejes de una hoja con una yema. La tasa de multiplicación por planta por año en ambos métodos, es significativamente mayor que la del método tradicional. El Anexo No 3 describe los dos métodos de propagación: por medio de estacas de yuca y partiendo de esquejes de una hoja y una yema.

PROPAGACIÓN A TRAVÉS DEL CULTIVO DE MERISTEMAS

El cultivo de meristemas, y de tejidos en general, consiste en colocar el material vegetal aséptico, que puede ser cualquier parte de la planta, sea esta una célula, un tejido o un órgano, en un ambiente que sea y pueda ser mantenido en condición estéril, y proveer al material de las sustancias químicas y de los regímenes de temperatura, luz, etc. apropiados para el crecimiento y desarrollo del tejido.

El cultivo de meristemas debidamente utilizado, es un excelente método para producir plantas libres de patógenos a partir de materiales infectados. Además, debido a que los cultivos de meristemas tienen alta propagación potencial, están libres de microorganismos, requieren poco espacio para su almacenamiento y su manejo es relativamente simple, también pueden ser utilizados para la conservación y el intercambio internacional de yuca en forma vegetativa.

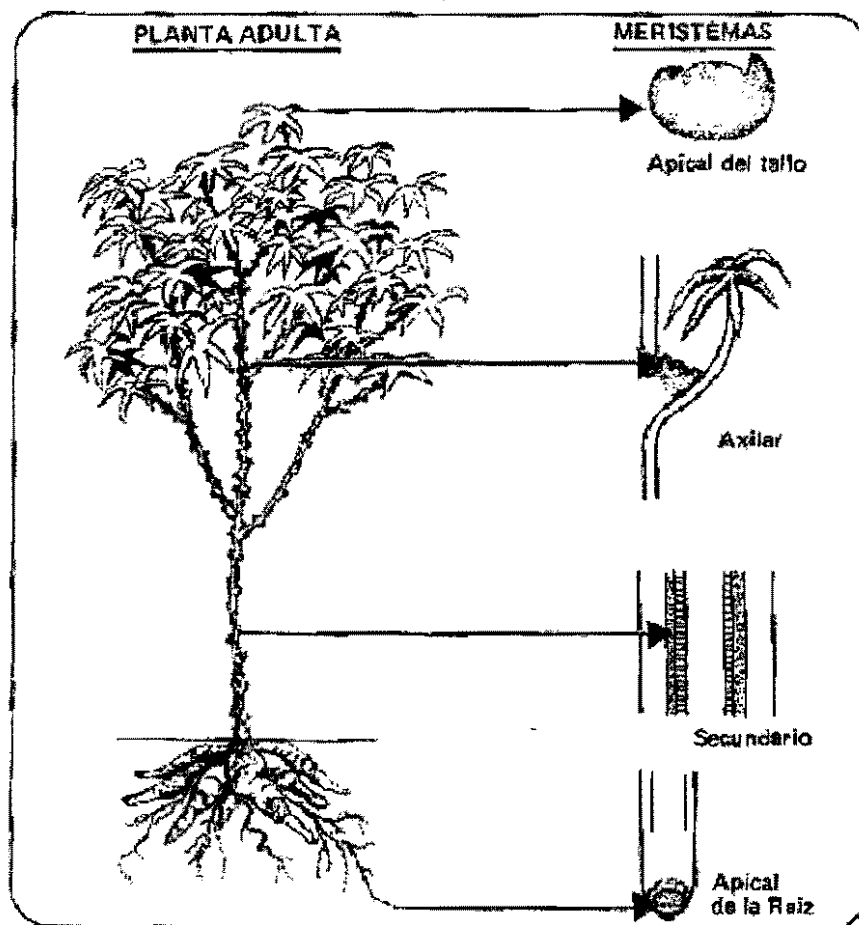
El meristema apical es el tejido más próximo al primordio foliar más joven del tallo y tiene la forma de una cúpula diminuta de 0.1 a 0.3 milímetros de diámetro. El meristema apical no solo constituye una estructura que se perpetúa así misma sino que también es responsable de la formación continua de los tejidos primarios y de los apéndices del tallo (hojas, estípulas, etc.).

Tanto el meristema apical del tallo como el de la raíz se forman durante la embriogénesis. Con el desarrollo de la semilla se establecen claramente los meristemas apicales y además se forma incipientemente el cambium. En la germinación de la semilla, el embrión se desarrolla para constituir una planta

independiente, y la formación de células nuevas queda localizada en ciertas partes del cuerpo de la planta, las que constituyen los meristemas apicales y laterales (Figura 2.2.). Por lo tanto, una planta de yuca adulta está compuesta por tejidos adultos y tejidos juveniles o meristemáticos.

Durante el crecimiento de la planta de yuca se desarrollan yemas axilares; los meristemas de estas yemas son los responsables de la perpetuación de la planta mediante la propagación vegetativa.

Figura 2.2. El cultivo de Meristemas de Yuca



La técnica del cultivo de meristemas consta de la Etapa I, de iniciación y la Etapa II, de Enraizamiento y Crecimiento, y consiste en:

1. Explantar simultáneamente los meristemas de cada variedad en los medios Nos 1 y 2 (cuadro 2.1). Después de 3-4 semanas, se habrán diferenciado tallitos de 2-3 cm que contienen dos o más nudos, además de la yema terminal de cada tallito. (Etapa I de iniciación).

El cuadro 2.1. presenta las formulas de los medios de cultivo que se utilizan durante las dos etapas del cultivo de meristemas de yuca. Los medios 1 y 2 han sido diseñados para estimular la formación de tallos a partir de los meristemas, sin prestar atención a la formación de las raíces; el medio 3 ha sido diseñado para estimular la formación de raíces y el crecimiento de las plantas completas a partir de las yemas terminales y axilares formados durante la primera etapa.

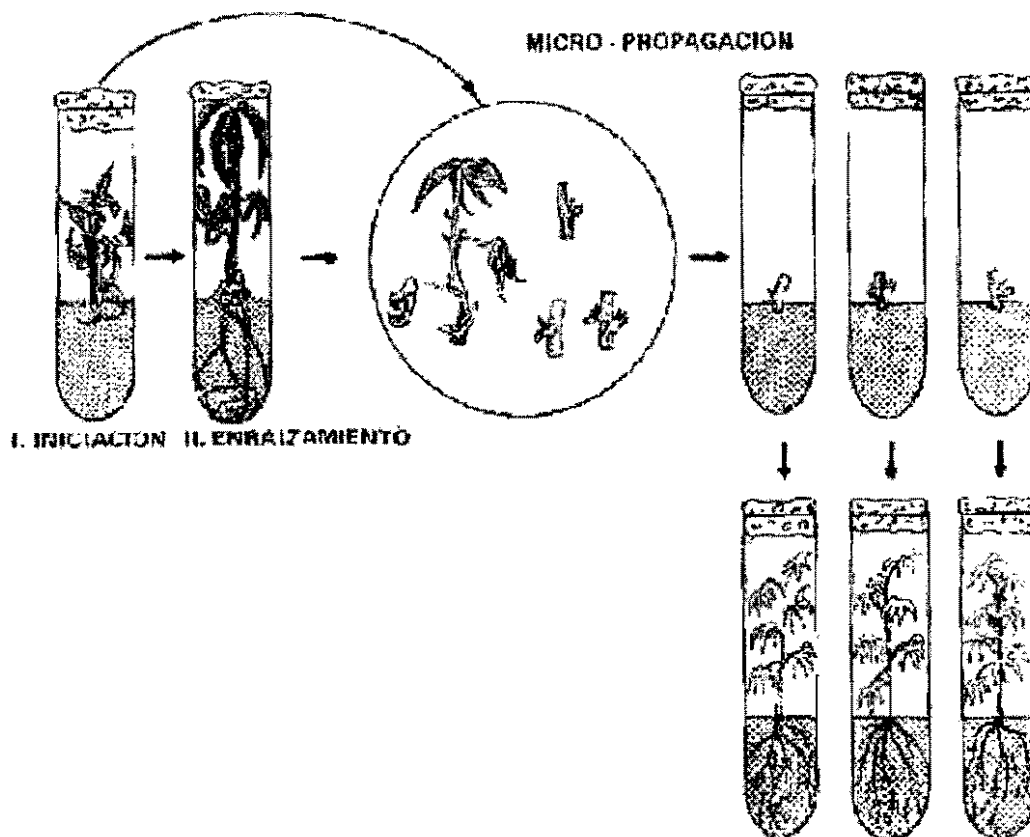
Cuadro 2.1. Requerimientos para la generación de plantas de yuca a partir de Meristemas.

Etapa	Medios	Medio Basal*	Sucrosa %	Hormonas (mg/l)			C.H. (mg/l)	Resultado
				BAP	AG	ANA		
I. Iniciación (3-4 semanas)	1	Completo	2	0.05	0.05	0.02	0	Tallo 90%
	2	Completo	2	0.05	0.05	0.02	100	Tallo y raíces (10%)
II. Enraizamiento Y Crecimiento (1-2 semanas)	3	1/3	2		0	0.01	0	Raíces (98%) Callo y raíz (2%)

Fuente: El cultivo de meristemas de yuca. CIAT. 04sc-02.02. asesoría científica William M. Roca. Ph.D.

2. Cortar cada yema terminal acompañada de 1-2 hojitas, así como cada nudo acompañado de un pequeño segmento de tallo. "Plantar" las yemas terminales y cada uno de los nudos en el medio de enraizamiento No 3 (cuadro No 2.1). Después de 1-2 semanas las yemas y los nudos han formado raíces, no hay mayor desarrollo de los callos, y los tallos han crecido rápidamente. (Etapa II, de enraizamiento y crecimiento (Figura 2.3). Lo ideal sería la ausencia total de callo entre el tallo y la raíz, lo cual es fundamental para una buena adaptación de las plantas al medio ambiente. Parece que el callo interfiere la diferenciación normal del tejido vascular entre la raíz y el tallo, dificultando así su funcionamiento.

Figura 2.3. Cultivo de meristemas de yuca en dos etapas y micropropagación por cultivo de nudos.



MÉTODOS DE MULTIPLICACIÓN ACELERADA DE MATERIAL GENÉTICO PROMISORIO DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)

El cuadro No 2.2. presenta tres métodos de multiplicación de semilla de yuca, el sistema tradicional y dos métodos de multiplicación acelerada, los cuales pueden ser combinados partiendo de cultivo de tejidos meristemáticos, estableciendo las bases para el programa de semilla certificada del Ingenio.

Cuadro 2.2. Multiplicación vegetativa de la yuca por medio de tres técnicas de propagación.

Parámetros	Sistema Tradicional	Retoños de estacas de 2 yemas	Esquejes de una hoja-yema
Edad de la planta madre a	8-12 meses	8-12 meses	3-4 meses
No. propágulos/planta madre	30	150	100
No tallos formados/propágulos	1-3/año	8 cada 4 meses	1 cada 2 semanas
Formación de raíces	-	2-3 semanas	1-2 semanas
Transplante al campo	-	4-6 semanas	3 semanas
No plantas maduras/planta madre	30/año	1.200/año	10.000/año
No. estacas comerciales/planta madre	900/año	12.000-36.000 Por año	300.000 - 450.000/año

Fuente: Julio César Toro, William Roca, James H. Cock. CIAT. 1976, 1980 . a Cada método de propagación se inicia con una planta madre.

Cálculos basados en los trabajos de Cock, et al (1976), Pateña, et al (1979), Roca, et al (1980)

BANCO DE GERMOPLASMA- CIAT

La Unidad de Recursos Genéticos en colaboración con el programa de yuca del CIAT, sabiendo la importancia que es no sólo tener acceso a germoplasma nuevo, sino también el intercambio de germoplasma de yuca en forma asexual, está utilizando, entre otros, el método de cultivos *in vitro*, con el objetivo de disminuir los riesgos de diseminación de plagas y enfermedades y proteger el riesgo potencial de la erosión genética de los recursos silvestres y cultivados de este germoplasma. (Figura 2.4).

Dentro del sistema CGIAR (consultative group for international agricultural research), El CIAT tiene el mandato global de conservar los recursos genéticos de *Manihot esculenta*. Hoy en día, las colecciones mantenidas en los centros CGIAR, por ser patrimonio de la humanidad, han pasado a estar bajo el auspicio de la FAO. Esto implica la obligación de proveer un alto nivel de seguridad para conservación, completa caracterización, evaluación y un sistema efectivo de intercambio de germoplasma libre de patógenos.

El CIAT mantiene dos formas de colección de germoplasma de *Manihot*: *banco campo* y *banco in vitro*, a su vez, dos tipos de banco de germoplasma *in vitro* han sido propuestos (Withers and Williams, 1985) así:

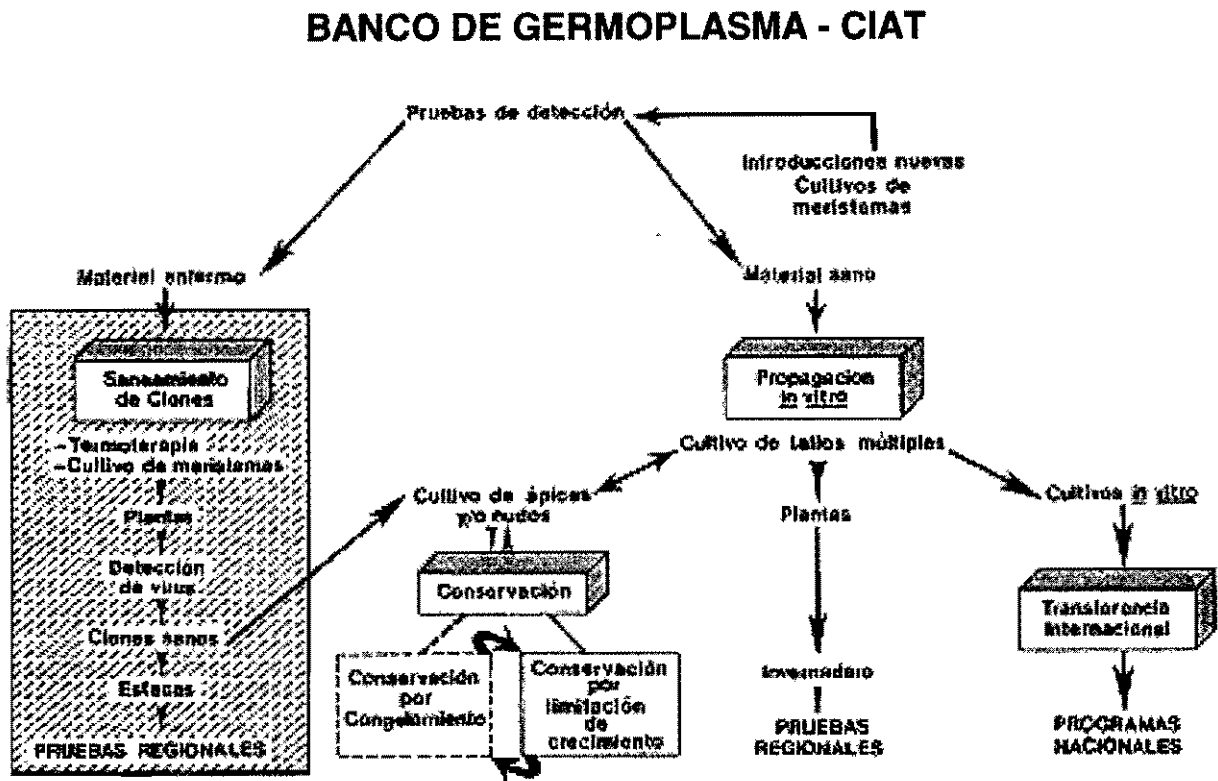
1. El banco genético *in vitro* activo (IVAG, en Inglés) donde las plántulas se mantienen en crecimiento lento. El método consiste en mantener los cultivos en condiciones físicas y/o químicas que permitan extender al máximo la transferencia a medios frescos.

Cuadro No 2.3. : Estado del Banco de Germoplasma de Yuca en el CIAT a Septiembre de 1999

Origen	Auspicio de la FAO	Disponibilidad para distribución en 1999	Termoterapia in vitro	Pruebas cuero de sape 1999 Grafting FSD	% aporte de germoplasma por país
Argentina	68	8	55	-	1.19
Bolivia	3	2	2	-	0.05
Brazil	1,317	242	1,132	36	22.99
Colombia	1,995	380	1,701	29	34.83
China	2	2	-	-	0.03
Costa Rica	148	23	39	86	2.58
Cuba	77	72	8	-	1.34
República Dominicana	5	2	-	1	0.09
Ecuador	116	45	86	4	2.03
Fiji	6	2	2	-	0.10
Guatemala	91	17	67	1	1.59
Indonesia	51	10	39	-	0.89
Malasya	67	16	49	-	1.17
Mexico	102	30	79	1	1.78
Nigeria	19	3	16	-	0.33
Panamá	43	11	26	1	0.75
Paraguay	208	56	136	1	3.63
Perú	405	90	314	11	7.07
Filipinas	6	3	2	-	0.10
Puerto Rico	15	5	9	-	0.26
Tailandia	31	4	25	-	0.54
United States	9	4	5	-	0.16
Venezuela	241	62	165	7	4.21
CIAT/ICA híbridos	384	219	97	43	6.70
SUBTOTAL	5,406	1,308	4,054	221	94.38
ESPECIES SILVESTRES					0.00
ssp in vitro	322	-	-		5.62
TOTAL	5,728	1,308	4,054	221	100.00

Fuente: Reporte anual Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, 1999

Figura 2.4 Método de cultivos *in vitro* utilizado con el Banco de Germoplasma CIAT



2. El banco genético *in vitro* básico (VBG, en Inglés) donde los cultivos son crioconservados. Por medio de este sistema se persigue la supresión total de crecimiento y metabolismo, permitiendo la conservación por tiempo indefinido. Las mutaciones pueden ser evitadas puesto que a bajas temperaturas los procesos biológicos son suspendidos. El IVBG constituye una colección básica y no activa de trabajo conservada a largo plazo.

El cuadro No 2.3. muestra que el banco *in vitro* de Manihot en CIAT, conserva a Septiembre de 1999, un total de 5.726 clones. Estos incluyen 5.406 clones de Manihot esculenta (cultivares primitivos, mejorados y stock genético) y 322 accesiones correspondientes a 33 especies silvestres.

El origen de los clones muestra que 1995 de estos, son de Colombia, y representan el 34.8 % del total del banco de germoplasma de yuca a nivel mundial. Este hecho unido a la localización del CIAT en Colombia ofrece una ventaja comparativa y competitiva en la industrialización de la yuca, que hemos estado en mora de aprovechar.

El cuadro No 2.3. también muestra que países de alta producción mundial de yuca, como Nigeria en el Africa, con 31 Millones de toneladas/año y, otros países asiáticos como Tailandia, con 18 Millones de toneladas/año e Indonesia, con 17 Millones de toneladas/año, ver también cuadro No 2.4., han originado una mínima cantidad de clones al banco mundial de germoplasma, habiendo sabido utilizar los clones originados en otros países como Colombia.

Cuadro No. 2.4 Principales países productores de harina de yuca y almidón a escala mundial.

	1995	1996	1997
Millones de tons.			
Mundial	165.3	162	164.1
Africa	84.7	82.1	83
Rep. Dem. Congo	18.9	16.8	16.8
Ghana	6.6	7.1	7.1
Nigeria	31.4	31.4	31.4
Tanzania	6	4.3	4.4
Otros	21.8	22.5	23.3
Asia	48.2	47.7	48.5
Indonesia	15.4	17	17.2
Tailandia	18.2	17.4	18.1
Otros	14.6	13.3	13.2
América Latina	32.2	32.1	32.4
Brasil	25.3	24.9	25.4
Colombia	1.8	2	1.8
Paraguay	2.7	2.6	2.6

Lo anterior demuestra la capacidad empresarial que los asiáticos y los africanos han puesto al servicio de sus comunidades agrícolas, convirtiéndolos en los mayores exportadores mundiales de harina de yuca y de almidones, hacia los mercados de destino de las exportaciones indicados en el cuadro No. 2.5. para el caso de Tailandia.

Cuadro No. 2.5 TAILANDIA DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE HARINA DE YUCA Y DE ALMIDON

PAÍS DESTINO	CHIPS			HARD PELLETS			STARCH		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997
China	149		134	36		10	30	43	43
Alemania						30			
Japón				14	19	12	200	222	187
Malasia		3					60	70	73
Holanda				2472	2600	2727	13	33	17
Filipinas			5			58	10	21	14
Polonia					169	1			
Portugal				136		197			
Singapur							43	34	40
España				458	277	302			
Corea del Sur	20				465	404	5	7	5
Taiwan						13	204	280	260
Turquía					61	100			
U.S.A							31	52	24
U.S.S.R							2	2	
Total Mercados Mayores	169	3	139	3126	3596	3854	598	764	663
Otros Mercados	0	0	0	2	8	162	247	129	245
Total Mercados	169	3	139	3128	3604	4016	845	893	908

VARIETADES DE YUCA A UTILIZAR EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.

El programa de mejoramiento de yuca del CIAT ha utilizado los siguientes criterios de selección para seleccionar las 10 variedades de yuca que se utilizarían en el primer ingenio yuquero en el Cauca.

1. Alto potencial de rendimiento de materia seca.

Este factor se obtiene al multiplicar el rendimiento en peso fresco por el contenido de materia seca y cuantifica la eficiencia real de los clones evaluados. Para el caso del ingenio yuquero en el Cauca se recomiendan valores por encima de las 10.0 ton/ha de rendimiento de materia seca.

2. Resistencia genética para las principales plagas y enfermedades prevalentes en la región.

Para el triángulo Corinto, Miranda, Padilla, lugar donde está previsto establecer el primer ingenio, es recomendable la resistencia a trips, bacteriosis y superalargamiento.

3. Estabilidad de rendimiento.

Los materiales recomendados deben de haber sido ampliamente evaluados por varios años y deben presentar un comportamiento estable por lo menos durante 3 años seguidos a nivel de pruebas regionales.

4. Uso de las raíces.

Para estar preparados para atender la demanda del mercado para consumo humano, sería conveniente la utilización de un grupo de clones de doble propósito: consumo animal y humano, cuyos contenidos de cianuro integral sean menores a 500 ppm en muestra integral de raíces.

5. Tipo de planta.

La competitividad de los ingenios yuqueros exige alto nivel de mecanización tanto en la siembra como en la recolección y sistemas de facilitación en las labores culturales, por lo tanto, se recomiendan tipos de planta de porte erecto y ramificación tardía.

CLONES RECOMENDADOS PARA LA SIEMBRA.

Con base en la aplicación de los anteriores criterios de selección, el programa de mejoramiento de yuca del CIAT, dirigido por el Dr. Hernán Ceballos y con la participación de los Ings: Gustavo Jaramillo, Fernando Calle y Jairo Bedoya, concluyeron que los mejores clones de yuca recomendados para empezar la siembra en el ingenio yuquero en el Cauca son en orden prioritario los siguientes: CM 7951- 5; SM 1219- 9 ; SM 1741- 1; SM 1460- 1; CM 7514- 7; MBRA 383; CM 6740- 7; SM 909-25; CM 523-7 (ICA CATUMARE); MPER 183.

El cuadro No 2.6. muestra que estas 10 variedades dieron una productividad promedio por hectárea de 48.37 toneladas de yuca fresca; 18.69 toneladas de materia seca, lo cual equivale a 38.92% y ; 4.8 toneladas de forraje fresco. El contenido promedio de cianuro integral de estas 10 variedades es de 292.7 ppm, que corresponde a la clasificación de yucas dulces.

Cuadro No 2.6. Variedades de yuca recomendadas para iniciar siembras

No	Clon	Rendim P. fresco Ton/ha	Materia seca %	Redim Mat .seca Ton/ha	Rendim Forj fres Ton/ha	Cianuro Integral Ppm	Calid cul 1= bueno 5= malo	Porte del tipo de planta	Clasificación Amargas - dulces	% promedio de materia seca
1	CM 7951- 5	56.3	39.0	21.9	3.2	371	2.3	Erecto	Semi amarga	38.7
2	SM 1219- 9	54.3	37.4	20.3	3.8	412	3	Erecto	Semi amarga	38.7
3	SM 1741- 1	49.9	41.5	20.0	4.3	289	1.6	Erecto	Dulce	39.1
4	SM 1460- 1	49.3	38.4	18.9	5.4	430	1	Erecto	Semi amarga	38.7
5	CM 7514- 7	45.3	41.6	18.8	4.3	190	5	Erecto	Dulce	39.1
6	MBRA 383	46.5	39.9	18.5	4.4	315	1	Erecto	Semi amarga	38.7
7	CM 6740- 7	48.3	37.8	18.2	6.5	197	1	Erecto	Dulce	39.1
8	SM 909- 25	44.9	37.9	17.0	6.1	294	2.3	Erecto	Dulce	39.1
9	CM 523- 7	40.8	41.0	16.7	4.4	204	2.3	Semi ramificado	Dulce	39.1
10	MPER 183	48.1	34.7	16.6	5.6	225	1	Ramificado	Dulce	39.1
PROMEDIOS:		48.37	38.92	18.69	4.8	292.7				
Ton de yuca fresca/yuca seca		2.569373								
Fuente: Programa de Mejoramiento de Yuca CIAT, Ensayo Agrovez, 2000, Dr. Hernán Ceballos, Ings: Gustavo Jaramillo, Fernando Calle y, Jairo Bedoya										

RENDIMIENTO PROMEDIO ESPERADO

Para efectos de la evaluación financiera del proyecto, el CIAT-Clayuca, con base en los records que se tienen de disminución de productividad al pasar de tamaños experimentales a producciones comerciales, han avalado una productividad promedio de 25 + 5 toneladas/hectárea de yuca fresca (Hernán Ceballos, Bernardo Ospina). Con base en los datos del cuadro No 2.6., en el cuadro No 2.7. se muestran las tres alternativas de rendimiento promedio esperado por hectárea de 20, 25 y 30 toneladas de yuca fresca con sus correspondientes equivalentes en la relación yuca fresca a yuca seca, porcentaje de rendimiento de yuca seca, las toneladas de yuca seca y las

toneladas de forraje fresco. Estas 10 variedades tienen un contenido de cianuro integral de 292.7 ppm.

Cuadro No 2.7. Rendimiento promedio esperado de las variedades de yuca recomendadas para iniciar siembras

Alternativa	No de Clones	Rendim yuca fresca Ton/ha	Relación Yuca fresca/ seca	% de Redim Mat .seca Ton/ha	Ton/Ha yuca seca	Rendim Forrj fres Ton/ha	Cianuro Integral Ppm
1	10	20	2.56937	38.92	7.784	4.8	292.7
2	10	25	2.56937	38.92	9.73	4.8	292.7
3	10	30	2.56937	38.92	11.676	4.8	292.7
Fuente: Programa de Mejoramiento de Yuca CIAT, 2000, Dr. Hernán Ceballos, lngs: Gustavo Jaramillo, Fernando Calle, y Jairo Bedoya							

Es importante recordar el hecho que en esta industria el 82.5% del costo del producto final es agrícola y por lo tanto su rentabilidad puede aumentarse significativamente con variedades que aporten un mayor contenido de materia seca como se muestra en el cuadro 2.6. El CIAT tiene la capacidad científica para obtener nuevas variedades con mayor contenido de materia seca usando el banco de germoplasma y sus recursos genéticos disponibles.

CAPITULO III

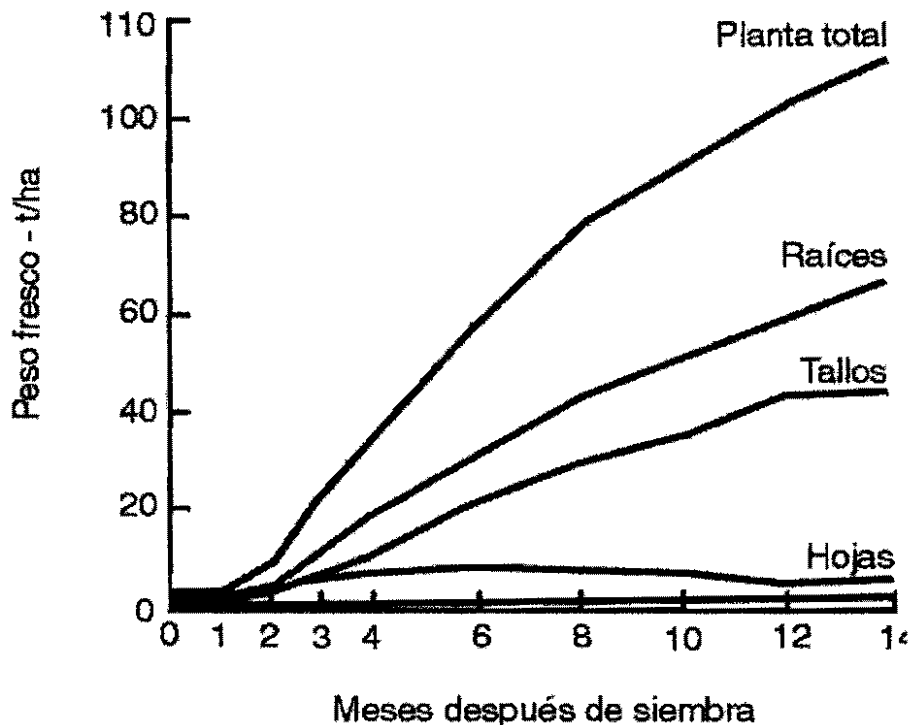
Alternativas de utilización de los tallos y el follaje (hojas) de la planta de yuca para aumentar la rentabilidad de esta industria

ALTERNATIVAS DE UTILIZACIÓN DE LOS TALLOS Y EL FOLLAJE (HOJAS) DE LA PLANTA DE YUCA PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE ESTA INDUSTRIA.

La otra forma de aumentar la rentabilidad de esta industria es a través de la utilización de los tallos y de las hojas de la planta de yuca en la elaboración de otros subproductos; lo cual con un bajo costo marginal agrícola más el costo de procesamiento correspondiente, ofrece la oportunidad de obtener harina de yuca rica en proteína, proveniente de las hojas, para consumo animal y; producir abonos, aglomerados o papel utilizando el tallo con su riqueza en materia orgánica y/o fibra.

La figura 3.1. muestra la acumulación y distribución de materia seca durante el ciclo de crecimiento de la planta observada por Nyholt, 1935., donde se observa la proporción de materia producida en los tallos y en las hojas respecto de las raíces

Figura 3.1. Acumulación y distribución de materia seca durante el ciclo de crecimiento de la planta de yuca.



El cuadro 3.1. muestra los rendimientos de las distintas partes de la planta: raíz, tallo y follaje tanto del material fresco como del seco de la variedad CM 523-7. El cuadro presenta estos datos para distintas productividades por hectárea que en términos de material fresco corresponden a 40.8; 30; 25 y 20 toneladas / ha.

Cuadro 3.1. Rendimiento promedio esperado de las distintas partes de la planta de yuca: raíz, tallo, follaje.

No	Clon	Parénquima más cáscara				Follaje (hojas)				Tallos			
		Rendim mat. fresco Ton/ha	% de mat. Fresco sobre total de la planta	Redim Mat .seca Ton/ha	% de mat. seco sobre total de la planta	Rendim mat. fresco Ton/ha	% de mat. Fresco sobre total de la planta	Redim Mat .seca Ton/ha	% de mat. seco sobre total de la planta	Rendim mat. fresco Ton/ha	% de mat. Fresco sobre total de la planta	Redim Mat .seca Ton/ha	% de mat. seco sobre total de la planta
	9 CM 523- 7	40.8	55.74	16.7	61.5	4.4	6.01	0.9	3.2	28.0	38.25	9.6	35.2
	9 CM 523- 7	30.0	55.74	12.3	61.5	3.2	6.01	0.6	3.2	20.6	38.25	7.0	35.2
	9 CM 523- 7	25	55.74	10.2	61.5	2.7	6.01	0.5	3.2	17.2	38.25	5.9	35.2
	9 CM 523- 7	20	27.32	8.2	61.5	2.2	6.01	0.4	3.2	13.7	38.25	4.7	35.2

Fuente: Cálculos Ivan Rodas, Luis Fernando Cedevid con base en datos del Programa de Mejoramiento de Yuca CIAT, Ensayo Agrovelaz, 2000,
Dr. Hernán Ceballos, Ings. Gustavo Jaramillo, Fernando Calle y Jairo Bedoya, Efecto de Fertilización y Humedad relativa sobre la Absorción
y distribución de Nutrientes en Yuca, Luis Fernando Cedevid, 1988.

Con base en los resultados indicados en el cuadro No. 3.1 se ha calculado la producción total de material fresco y materia seca de las distintas partes de la planta: raíz, tallo y follaje en un Ingenio de 5,200 hectáreas a full capacidad. El cuadro No. 3.2 muestra que la producción total de material fresco es de 233,236 toneladas por año y la de materia seca es de 86,485 para un promedio porcentual de materia seca de 37.08%.

Cuadro 3.2. Producción de material fresco y materia seca de las distintas partes de la planta de yuca: raíz, tallo, follaje (hojas) en un Ingenio de 5,200 hectáreas a full capacidad.

No	Clon	Material fresco (ton / ha)			Material seco (ton / ha)		
		Parénquima	Follaje	Tallos	Parénquima	Follaje	Tallos
	9 CM 523- 7	130,000	14,020	89,216	53,211	2,804	30,470
	% sobre total	55.7	6.0	38.3	61.5	3.2	35.2

Fuente: Cálculos Ivan Rodas basado en cuadro No 2.8.

Con base en estos resultados, el estudio de factibilidad presenta las fábricas para el procesamiento industrial de la planta de yuca para producir harina proveniente de las raíces y el follaje (hojas) y; sugiere la elaboración de un estudio complementario para la producción de abonos utilizando los tallos, la gallinaza producida en el área de influencia del Ingenio y los demás minerales, estos últimos en convenio con los productores de abonos químicos como Monómeros Colombo Venezolanos. El mercado de estos abonos es para consumo, en el 100% de su producción de la fábrica, en las tierras que proveen yuca al Ingenio, y hacen parte del manejo sostenible del suelo al devolver materia orgánica enriquecida con minerales a estos suelos.

CAPITULO IV

Productividad de La Yuca en Fresco y en Contenido de Materia Seca según su Clasificación en Yucas Dulces (bajo contenido de ácido cianhídrico) y en Yucas Amargas (alto contenido de ácido cianhídrico)

PRODUCTIVIDAD DE LA YUCA EN FRESCO Y EN CONTENIDO DE MATERIA SECA SEGÚN SU CLASIFICACIÓN EN YUCAS DULCES (BAJO CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO) Y EN YUCAS AMARGAS (ALTO CONTENIDO DE ÁCIDO CIANHÍDRICO)

Ha existido la hipótesis que la productividad de las yucas amargas es más alta que la de las yucas dulces. Las yucas frescas tienen un contenido de ácido cianhídrico que va desde el rango de 100-200 ppm hasta 1300-1500 ppm. No ha existido un consenso sobre los rangos de contenido de ácido cianhídrico para esta clasificación. Para efectos de este estudio de factibilidad hemos adoptado la clasificación de las yucas muy amargas como aquellas que tienen un contenido integral de ácido cianhídrico de más de 1000 ppm, amargas con un contenido integral entre 500 y 999 ppm, semi amargas o semidulces con un contenido integral entre 300 y 499 ppm, y dulces con un contenido integral de menos de 300 ppm.

El cuadro 4.1. se ha elaborado con base en los análisis de 10 variedades **disponibles** de yucas, 4 de las cuales están en el rango de las amargas y 6 en el rango de las dulces, y muestra una clara tendencia en que el contenido de materia seca es más alto en aquellas, dentro de la categoría de las dulces, con un contenido integral de ácido cianhídrico de menos de 500 ppm. El rango de las amargas no muestra una tendencia a mayor o menor productividad en proporción al contenido de ácido cianhídrico pero sí muestra que el contenido de materia seca de la categoría de las amargas es menor que el de la categoría de las dulces en aproximadamente un 10.73%. Nótese que en este análisis están incluidas yucas, amargas y muy amargas. El cuadro 2.6, que incluye yucas semidulces o semiamargas y dulces, confirma lo anterior. Existe una ligera tendencia de mayor contenido de materia seca en las yucas dulces, 39.1%, respecto de las yucas semiamargas, 38.7%, lo cual representa una mayor productividad de 1.03%. Nótese que la categoría de semiamargas o semidulces tiene un contenido de ácido cianhídrico entre 300 y 500 ppm. Según Hernán Ceballos, Director del Programa de mejoramiento de yuca de CIAT, este resultado puede ser ocasionado porque los programas de mejoramiento de yuca de CIAT han estado orientados a las variedades dulces por la baja demanda que las variedades amargas han tenido hasta hoy. Un enfoque de mejoramiento hacia las variedades amargas definirá en un futuro si las dulces son más productivas que las amargas. Si embargo, el resultado hoy, es que las variedades **disponibles** dulces tienen la tendencia a poseer un mayor contenido de materia seca que las variedades **disponibles** amargas.

Cuadro No 4.1. Productividad esperada en yucas dulces y amargas

Sitio de análisis	Variedad	Materia seca %	Cianuro total (mg/Kg de M.s.)	Cianuro libre %	Clasificación: amargas - dulces	% promedio de materia seca
CIAT	Mven 25	33.65	1272	500	Muy amargas	34.62
CIAT	Mthai 8	30.41	771	251	Amarga	34.62
CIAT	Mcol 1684	37.22	546	164	Amarga	34.62
CIAT	MBra 12	37.19	525	176	Amarga	34.62
CIAT	CM 523-7	34.37	484	175	Semi dulce	38.78
CIAT	HMC-1	36.43	417	103	Semi dulce	38.78
CIAT	Mcol 1505	44.76	257	76	Dulce	38.78
CIAT	Mper 183	32.05	240	101	Dulce	38.78
CIAT	CM 3306-4	42.05	224	80	Dulce	38.78
CIAT	CM 6740-7	43.02	153	43	Dulce	38.78

Fuente: Laboratorio de Calidad; Mejoramiento de yuca CIAT. Autora: Teresa Sanchez., 2000

Las condiciones agrológicas de las distintas regiones del país indican que las productividades de las yucas amargas y dulces pueden ser diferentes en cada una de ellas. Por lo tanto, la definición de las productividades en cada una de las regiones debe ser analizada en mucho detalle.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RENDIMIENTOS DE MATERIAL FRESCO Y SECO EN VARIETADES AMARGAS Y DULCES PARA EL ECOSISTEMA DEL NORTE DEL CAUCA

El cuadro 4.2. muestra un análisis comparativo de la eficiencia de variedades amargas versus variedades dulces para el ecosistema del **Norte del Departamento del Cauca**. Los resultados de los análisis de los rendimientos ponderados de estas variedades, en esta zona, muestran que el rendimiento promedio en fresco de las variedades dulces es mayor en un 36.5% con respecto a las variedades amargas. El porcentaje de materia seca es ligeramente superior en un 1.76% en las variedades dulces con respecto a las amargas. El índice representativo de este análisis está dado por el rendimiento de materia seca medido en toneladas por hectárea; en este caso las variedades dulces muestran un rendimiento de materia seca superior en un 38.24% con respecto a las variedades amargas.

Cuadro No 4.2. Análisis comparativo de los rendimientos de material fresco y seco en variedades amargas y dulces para el ecosistema del Norte del Cauca

Variedad	Zona de adaptación	Cianuro total (mg/Kg de	Cianuro libre %	Clasificación: amargas y dulces	Rendim. Fresco Ton/Ha	Materia seca %	Rendim. Materia seca
Mcol 1684	Quilichao	546.0	164.0	Amarga	20.0	33.0	6.6
MBra 12	Quilichao	525.0	176.0	Amarga	20.0	35.0	7.0
Promedio amargas		535.5	170.0	Amarga	20.0	34.0	6.8
CM 523-7	Quilichao	484.0	175.0	Semi Dulce	25.0	38.0	9.5
HMC1	Quilichao	417.0	103.0	Semi Dulce	22.0	33.0	7.3
Mper 183	Quilichao	240.0	101.0	Dulce	32.0	32.0	10.2
CM 6740-7	Quilichao	153.0	43.0	Dulce	30.0	35.5	10.6
Promedio dulces		323.5	105.5		27.3	34.6	9.4
Fuente: Programa Mejoramiento de Yuca, CIAT. Gustavo Jaramillo, Fernando Calle. Datos ponderados, 2000							

Con base en las diferencias significativas de los rendimientos de materia seca entre las variedades dulces y amargas disponibles podríamos decir que en esta zona del país se recomienda el uso de variedades dulces para el proyecto del Ingenio Yuquero.

El cuadro 4.3. muestra un análisis comparativo de la eficiencia de variedades amargas versus variedades dulces para un ecosistema de la **Costa Norte de Colombia**. Los resultados de los análisis de los rendimientos ponderados de estas variedades, en esta zona, muestran que el rendimiento promedio en fresco de las variedades amargas es mayor en un 21.9 % con respecto a las variedades dulces. El porcentaje de materia seca es ligeramente superior en un 9.5 % en las variedades dulces con respecto a las amargas. El índice representativo de este análisis está dado por el rendimiento de materia seca medido en toneladas por hectárea; en este caso las variedades amargas muestran un rendimiento de materia seca superior en un 11.7% con respecto a las variedades dulces.

Nótese que las variedades dulces tienen un rendimiento de materia seca superior en toneladas por hectárea respecto a las variedades amargas, en un 38.24%, para el caso del ecosistema del Norte del Cauca; mientras que en un ecosistema de la Costa Norte de Colombia las variedades amargas tienen un mejor comportamiento que las variedades dulces, con un contenido de materia seca superior en un 11.7%.

Cuadro No 4.3. Análisis comparativo de los rendimientos de material fresco y seco en variedades amargas y dulces para un ecosistema de la Costa Norte de Colombia

Variedad	Zona de adaptación	Cianuro total (mg/Kg de M.s.)	Cianuro libre %	Clasificación: amargas y dulces	Rendim. Fresco Ton/Ha	Materia seca %	Rendim. Materia seca Ton/ha
Mven 25	Costa	1272.0	500.0	Muy Amarga	23.0	34.0	7.8
Mtai 8	Costa	771.0	251.0	Amarga	28.1	33.1	9.3
Promedio amargas		1021.5	375.5	Amarga	25.6	33.6	8.6
Mcol 1505	Costa	257.0	76.0	Dulce	20.0	37.0	7.4
CM 3306-4	Costa	224.0	80.0	Dulce	22.0	36.5	8.0
Promedio dulces		240.5	78.0	Dulce	21.0	36.8	7.7
Fuente: Programa Mejoramiento de Yuca, CIAT. Gustavo Jaramillo, Fernando Calle. Datos ponderados, 2000							

Los resultados de este estudio, producto del análisis de la información suministrada por CIAT, son relevante en la decisión de siembra de las variedades de yuca en producciones masivas, en cada región del país, porque está directamente relacionado con la rentabilidad de esta industria y la de los agricultores involucrados en la proveeduría de un ingenio.

La selección del proceso industrial se basó en la utilización de yucas amargas con contenidos de ácido cianhídrico entre 700 y 1300 ppm; por lo tanto los procesos evaluados de Lorenz-SuperBrix, Niro Atomizer de Dinamarca y Muskus Ingenieros son aplicables, con un buen margen de seguridad, desde el punto de vista de los resultados de eliminación de ácido cianhídrico.

CAPITULO V

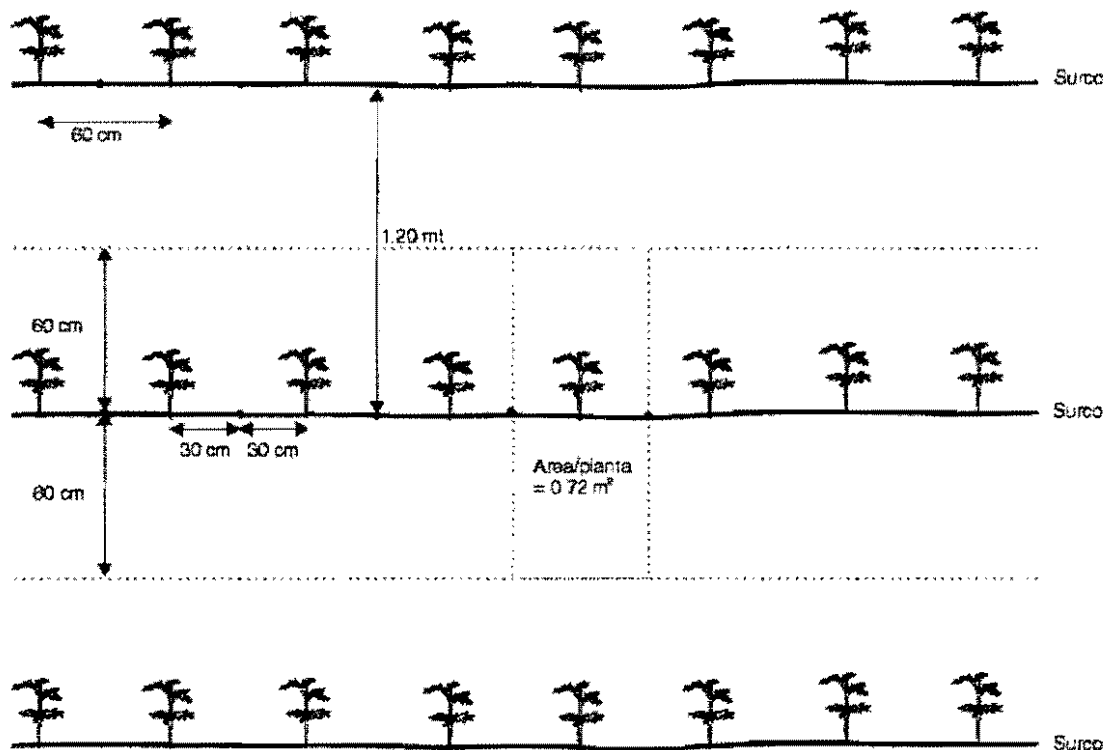
Programa de Multiplicación de Semilla y de las Siembras del Ingenio de 50,000 toneladas de Harina de Yuca con 12%-13.5% de Humedad

PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA Y DE LAS SIEMBRAS DEL INGENIO DE 50,000 TONELADAS DE HARINA DE YUCA CON EL 12%-13.5% DE HUMEDAD.

DENSIDAD DE SIEMBRA

Las experiencias de Thailandia (Bernardo Ospina de Ciat-Clayuca) y de Brasil, (Friedel Schindler de Lorenz) indican que la facilitación de la mecanización del cultivo de yuca sugiere una densidad de siembra mayor a las 10.000 plantas por hectárea que tradicionalmente se han sembrado en Colombia. Los diseños de las máquinas plantadoras y fofadoras han sido desarrollados para unas densidades de siembra entre 13.000 y 20.000 plantas por hectárea.

Figura No 5.1. Densidad de siembra de 13,889 plantas por hectárea para facilitar la mecanización de la siembra y recolección del cultivo de la yuca.



Area de cada planta: $1,20\text{m} \times 0,60 \text{ m} = 0,72 \text{ m}^2$
 No. de plantas/ha: $10,000 \text{ m}^2 / 0,72 \text{ m}^2 / \text{planta} = 13,889$

Para efectos del presente estudio de factibilidad, hemos adoptado una densidad de siembra de 13.889 plantas, la cual es común en los cultivos de Brasil (Lorenz). La Figura No 5.1. muestra el esquema del cultivo para esta densidad de siembra.

SISTEMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA

Entre las varias alternativas de multiplicación de semillas: propagación vegetativa, utilizando cangres directamente en campo o en cámaras de propagación rápida; y propagación mediante el cultivo de meristemas, el presente estudio ha adoptado una combinación entre el cultivo de meristemas orientado a proveer la semilla certificada del ingenio y la propagación vegetativa utilizando cangres directamente en campo. En esta decisión aportaron conceptos muy valiosos, los científicos: Anthony Bellotti, Lee Calvert, y Benjamín Pineda del CIAT.

El cuadro No 5.1. presenta el programa anual de multiplicación y siembras para un Ingenio de 50,000 toneladas. Este programa tiene en cuenta las siguientes consideraciones, las cuales incluyen factores de seguridad, basadas en las experiencias del Programa de Mejoramiento de Yuca del CIAT: a) El número de cangres por planta en los años 0 y 1 de iniciación de operaciones se estima en 5; y a partir del segundo año se estima en 7; b) El número de variedades definidas para iniciar operaciones es de 10, como se indica en el cuadro 2.6.; c) La densidad de siembra por hectárea es de 13,889 plantas, Figura 5.1(Ospina y Schindler); d) El sistema de multiplicación y siembra es el convencional.

Cuadro No 5.1. Programa anual de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.

No semillas/planta a partir año 2:	7			No semillas/planta años 0, 1	5						
Semillas por hectárea:	13,889			No de Variedades :	10						
Sistema:	Convencional										
	Año al inicio										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Hectáreas	30	149	743	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200
Total semillas*	413	2,064	10,318	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223
Semillas por variedad *	41	206	1,032	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222
No Has por variedad	3.0	14.9	74.3	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0

* Miles. Fuente: Cálculos Mitsubimi

Este programa muestra que iniciando, en el año 0, con un total de 30 hectáreas, 3 por variedad, al final del tercer año se tienen sembradas las 5,200 hectáreas que requiere este ingenio. El requerimiento de semillas para el primer año es de 413,000 cangres distribuidos en 41,300 de cada una de las 10 variedades. Las cifras correspondientes para los primeros 10 años se pueden observar en este cuadro.

El cuadro No 5.2. muestra la distribución de las siembras por mes para los primeros 10 años. Nótese que en el año 0, se han incluido 6 hectáreas adicionales como margen de seguridad.

Cuadro No 5.2. Programa anual, por mes, de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.

Mes	Año al inicio											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
2	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
3	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
4	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
5	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
6	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
7	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
8	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
9	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
10	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
11	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
12	3.0	12.4	61.9	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3	433.3
Total*	36	149	743	5200.0	5200.0	5200.0	5200.0	5200.0	5200.0	5200.0	5200.0	5200.0
*Año 0 : se siembran 6 hectáreas de más por seguridad. Fuente: Cálculos Mitsubimi												

Los cuadros 5.1. y 5.2. demuestran la extraordinaria capacidad de multiplicación de la semilla de yuca. El tener cultivadas las 5,200 hectáreas al terminar el tercer año, significa que un porcentaje representativo de la capacidad instalada del ingenio estaría sin utilizar en un período de 2 años, después de instalada la planta.

En este estudio se presenta una alternativa de simulación, en la cual, se propone un esquema de siembras que cubra el 80% del área requerida por el ingenio en el transcurso del año 2, y un 50% de esta área en el transcurso del año 1. El cuadro 5.3 muestra que en este caso se requiere iniciar en el año 0 con siembras mensuales de 43.3 hectáreas, las cuales requieren 8.7 hectáreas mensuales como fuente de semillas y un número de cangres de 120,400 unidades. Las cifras para los años 1 al 10 se pueden observar en este cuadro.

Cuadro No 5.3. Método más ágil del programa anual, por mes, de multiplicación y siembras, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.

Capacidad de planta en ton/año:	50,000	Días hábiles del año	264								
Capacidad de planta en ton/mes:	4,167	Días hábiles por mes	22								
Capacidad de planta en ton/día habil :	189.4	yuca fresca/ yuca seca	2.6								
Toneladas de yuca fresca por día	492.5	No hectáreas cosechar/día	19.7								
No hectáreas a cosechar por mes	433.4										
		Año al inicio									
% capacidad instalada		0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
2	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
3	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
4	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
5	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
6	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
7	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
8	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
9	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
10	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
11	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
12	43.3	216.7	346.7	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4	433.4
Total/año	520.0	2600.2	4160.3	5200.4	5200.4	5200.4	5200.4	5200.4	5200.4	5200.4	5200.4
No de hectáreas fuente semilla/mes	8.7	43.3	49.5	61.9	61.9	61.9	61.9	61.9	61.9	61.9	61.9
No de semillas requeridas por mes (000)	120.4	601.9	687.9	859.9	859.9	859.9	859.9	859.9	859.9	859.9	859.9

Fuente: Cálculos Mitsubimi

Los requerimientos de multiplicación y siembra de este ingenio demuestran su facilidad de manejo agrícola contando con máquinas sembradoras automáticas con capacidad de plantar entre 5 y 7 hectáreas por turno de 8 horas; y máquinas fofadoras, que facilitan la recolección de la yuca fresca, con capacidad entre 10 y 15 hectáreas por turno de 8 horas dentro del programa de siembra y recolección diaria de 19.7 hectáreas.

POLÍTICA DE SEMILLA CERTIFICADA DEL INGENIO

La capacidad de multiplicación de la yuca exige un cuidadoso manejo de la semilla porque esta característica tiene asociada la facilidad de transmisión de plagas y de enfermedades. Por tal razón el grupo de científicos del CIAT en las áreas de entomología, virología, fitopatología, biotecnología y mejoramiento, han enfatizado en la necesidad de establecer una política de implantación de semilla certificada que minimice los costos agrícolas del cultivo, contribuya a lograr mayor productividad

dentro de las posibilidades de cada variedad y minimice la transmisión de plagas y enfermedades.

Con este grupo asesor, se definió una política de implantación anual de semilla certificada en el 20% del área total del ingenio a partir del cuarto año de la iniciación de sus operaciones.

La producción de semilla certificada exige que el origen de las plantas esté basado en el cultivo de meristemas. Como se mencionó anteriormente, el presente estudio ha adoptado una combinación entre el cultivo de meristemas orientado a proveer la semilla certificada del ingenio y la propagación vegetativa utilizando cangres directamente en campo.

Cuadro No 5.4. Cálculo de plantulas in vitro para el programa anual de implantación de semilla certificada a partir del cuarto año en el 20% del área total sembrada, en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.

No semillas/planta a partir año 2:	7			No semillas/planta años 0, 1	5						
Semillas por hectárea:	13,889			No de Variedades :	10						
Sistema:	Biotecnología primer año y campo a partir 2 año										
	Año al inicio										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total Hectáreas	30	149	743	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200
Total semillas *	413	2,064	10,318	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223	72,223
Semillas por variedad *	41	206	1,032	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222	7,222
No Has por variedad	3.0	14.9	74.3	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0	520.0
20% del area				1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
Total semillas certificadas *				14,445	14,445	14,445	14,445	14,445	14,445	14,445	14,445
Siembra de hectáreas de semilla certificada a partir de semilla in vitro		4.2	21.2	148.6							
Plantas in Vitro requeridas	58,957										

* Miles. Fuente: Cálculos Mitsubimi

El cuadro No. 5.4. muestra el requerimiento, en el año 0, de 58,957 plántulas in vitro, libres de plagas y enfermedades, que deben ser transplantadas al campo para iniciar el proceso de multiplicación bajo el sistema tradicional. Para lograr obtener la semilla certificada para las 1,040 hectáreas que representan el 20% de las 5,200 hectáreas del área total del ingenio, se requiere sembrar 4.2 hectáreas en el año 1; 21.2 hectáreas en el año 2; y 148.6 hectáreas en el año 3. Esta semilla estará sembrada dentro de las 1000 hectáreas bajo el control directo del ingenio para asegurar su certificación. Es importante resaltar el hecho que un buen control de la semilla certificada por parte del ingenio contribuye a la rentabilidad de los proveedores de la materia prima del ingenio y a la seguridad de su provisión.

El cuadro No 5.5. muestra los requerimientos anuales, en un periodo de 10 años, de plántulas in vitro y de las hectáreas del programa de multiplicación convencional para cumplir la política de implantación anual de semilla certificada en el 20% del área total del ingenio.

Cuadro No 5.5. Programa anual de implantación de semilla certificada a partir del cuarto año en el 20% del área total sembrada., en un período de 10 años, para un Ingenio de 50,000 toneladas / año de harina de yuca con el 12%-13.5% de humedad.

No semillas/planta a partir año 2:	7	No semillas/planta años 0, 1		5							
Semillas por hectárea:	10,000	No de Variedades :		10							
Sistema:	Biotecnología primer año y campo a partir 2 año										
	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plantas in Vitro requeridas	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957	58,957
Multiplicación en campo en hectáreas		4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Multiplicación en campo en hectáreas			21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2
Multiplicación en campo en hectáreas				148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6	148.6
Multiplicación en campo en hectáreas					1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040

Fuente: Cálculos Mitsubimi

ALTERNATIVAS PARA LA PROVISIÓN DE PLANTULAS IN VITRO

Existen dos alternativas para la provisión de plántulas in vitro. Utilizar proveedores externos, como BIOTECOL con un costo de US\$ 0.25 por plántula; 0; montar una infraestructura pequeña dentro del Ingenio que será analizada una vez inicie operaciones el Ingenio.

CAPITULO VI

EDAFOLOGÍA

EDAFOLOGÍA

REQUERIMIENTOS DE SUELO PARA LA PLANTA DE YUCA

Las recomendaciones con respecto a los requerimientos climáticos y de suelo de la yuca (73, 103, 108, 111) se han basado más en observaciones visuales que en datos cuantitativos. López & Estrada (103) recomendaron el cultivo de la yuca en suelos livianos y fértiles, francos o franco-arcillosos, mientras que Normanha (124) indicó que la yuca crece mejor a un pH de 6-7. Evenson & Keating (61) también recomendaron un suelo de textura liviana bastante plano para facilitar la producción mecanizada. Cock & Howeler (42) observaron que la yuca puede crecer en un amplio rango de suelos cuya textura varía de liviana a pesada, pH de 3.5 (102) a 7.8 (31) y de condiciones de alta a baja fertilidad, pero indicaron que la yuca no tolera un nivel frático muy alto, ni un nivel alto de salinidad. La yuca ha producido los mayores rendimientos en suelos bien drenados, de textura mediana a pesada, fértiles, con un pH de aproximadamente 5.5-7.0. En el Valle del Cauca, Colombia, se han registrado rendimientos máximos de aproximadamente 80 toneladas por hectárea por año (32) en suelos pesados (>50% arcilla) pero extremadamente fértiles. Además la yuca se cosecha con mayor facilidad en suelos de textura liviana, que poseen un buen drenaje. Tan & Bertrand (168) informaron que en América Latina la yuca se cultiva principalmente en Oxisoles, Ultisoles y Entisoles, y tiene una producción potencial en Aridisoles (con riego), Andepts (si no son muy fríos) y en Alfisoles.

REMOCIÓN DE NUTRIMENTOS DEL SUELO

Los agricultores generalmente consideran que la yuca empobrece el suelo y por lo tanto prefieren sembrarla como el último cultivo en las rotaciones, antes de dejar descansar la tierra (133). Sittubussaya & Kurmarohita (156) informan que después de 15 años de producción continua de yuca sin fertilización en el sudoeste de Tailandia, los rendimientos disminuyeron de un nivel inicial de 30 ton / ha a sólo 17 ton / ha. Cuando se fertilizaron estos suelos exhaustos con 375 Kg de N, 164 Kg de P y 312 Kg de K / ha, los rendimientos aumentaron de 22 a 41 ton / ha. Los nutrientes se expresan en una base elemental, no como P_2O_5 , K_2O , CaO , ó, MgO .

En Indonesia, den Doop (53, 54) encontró que tres siembras sucesivas de yuca sin aplicación de K disminuyeron los rendimientos de 15 a 4 ton / ha. Varios experimentos de larga duración han demostrado que si se aplica fertilización adecuada, se pueden mantener buenos rendimientos de yuca cultivada en forma continua (17, 77, 133). En Malasia (17), después de 15 años de cultivo consecutivo de yuca bien fertilizada, un cultivo subsiguiente de caucho produjo excelentes rendimientos.

El cuadro No 6.1. muestra la extracción de N, P, K y Mg en el producto cosechado de cuatro productos tropicales. Una fertilización adecuada no solamente contribuye a un mayor rendimiento agrícola sino también al manejo sostenible del suelo en el largo plazo.

Cuadro No 6.1. Extracción de N, P, K y Mg en el producto cosechado de cuatro productos tropicales.

Cultivo (Producción, t/ha)	N	P	K	Mg
Yuca (20,9)	87	37.6	117	35.1
Palma africana (20,4)	61	9.9	84	13.6
Caucho (1,13)	9	2.0	11	2.3
Maíz (3,4)	82	20.7	69	14.7

Fuente : Kanapathy (92)

ENCALAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE OTRAS ENMIENDAS DEL SUELO

Muchos suelos de los trópicos carecen de productividad debido a la extrema acidez del suelo, la cual en caso de los suelos minerales se acompaña generalmente por toxicidad de Al o de Mn, así como de deficiencias de Ca, Mg y Mo. Estos suelos se pueden hacer productivos mediante el encalamiento, el cual aumenta el pH y el contenido de Ca y disminuye las cantidades de Al y Mn intercambiables y solubles. Howeler et al. (79) demostraron que las bajas aplicaciones de cal aumentaron los rendimientos en los llanos, pero que las aplicaciones altas tenían un efecto negativo debido a la inducción de deficiencia de Zn. Tomando la respuesta promedio de 42 cultivares (Howeler, Nutrición animal y fertilización de Yuca, 1981), se encontró que la yuca producía más del 95% del rendimiento máximo a un pH superior a 4.6 y a una saturación de Al inferior al 80% (32). Así, para la mayoría de los suelos ácidos, la yuca no requiere cal o sólo aplicaciones muy pequeñas.

La cal se aplica generalmente como cal agrícola (CaCO_3) o cal dolomítica ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), finalmente molidas. Otras fuentes de cal son CaO, MgO y Ca(OH)_2 ; las escorias Thomas pueden contener una equivalencia de 60-70% de CaCO_3 y las rocas fosfóricas frecuentemente contienen pequeñas cantidades de cal.

Aunque la yuca es bastante tolerante a los suelos ácidos, no tolera un pH extremadamente alto y es bastante sensible a la salinidad y alcalinidad del suelo. CIAT (30) informó que los rendimientos de la yuca se reducían drásticamente cuando el pH era superior a 7.8, la saturación porcentual de Na era superior a 2.5, o la conductividad eléctrica era superior a 0.5-0.7 mmhos/cm.

Esta información explica parcialmente la adaptación de variedades de yuca y sus rendimientos a las características de los suelos.

RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

El cuadro No 6.2. resume la respuesta a la fertilización y al encalamiento. En los tres tipos de suelos tropicales de mayor extensión (Oxisoles, Ultisoles e Inseptisoles), el P es generalmente el elemento más limitante del rendimiento. En los llanos de Colombia, los rendimientos aumentaron 3 veces mediante adecuada fertilización con P. La yuca extrae grandes cantidades de K del suelo (aproximadamente 100 Kg por cada 25 toneladas de raíces) y por lo tanto se requiere una fertilización adecuada y continua. Bajo estas condiciones, el cultivo responde a altos niveles de aplicación de K. En comparación con muchos otros cultivos, la yuca tiene un bajo requerimiento de N; las altas aplicaciones pueden causar un crecimiento excesivo de las partes aéreas, una reducción en la síntesis del almidón y un escaso engrosamiento de las raíces.

La yuca es muy tolerante a los suelos ácidos donde otros cultivos pueden sufrir de toxicidad de Al o de Mn. Aunque también tolera un pH bajo, el intervalo óptimo está entre 5.5. y 7.5. El cultivo frecuentemente responde a bajas aplicaciones de cal pero es susceptible al encalamiento excesivo, el cual puede inducir deficiencias de micronutrientos. Es especialmente susceptible a la deficiencia de Zn, lo cual se puede solucionar con la aplicación de sulfato de Zn al suelo, en aspersión foliar, o por tratamiento de las estacas al momento de la siembra.

Cuadro No 6.2. Respuesta de la yuca a la aplicación de nutrimentos y cal en diferentes zonas de Colombia

Región	Suelo	N	P	K	Mg	Cal	Fuente
		(Kg / Ha)					
Varios	Incept-Oxisol	50-60	131	42-50	-	-	Tarazona et al. (169)
Antioquia	Inceptisoles	145	85	38	-	-	Rodríguez (141)
Valle del Cauca	Inceptisoles	-	-	100	-	-	Ngongi (115)
Llanos	Oxisoles	100	-	-	-	-	CIAT (29)
Llanos	Oxisoles	100	87-175	133	-	-	CIAT (30)
Llanos	Oxisoles	130	175	133	-	0.5-2	CIAT (31, 32)
Llanos	Oxisoles-	-	-	-	60	-	CIAT (33)

Fuente: Howeler, R. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1981.

MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

La yuca posee un sistema radical burdo, con unas pocas raíces que son bastante gruesas y que tienen relativamente pocos pelos absorbentes (81). Por esta razón puede depender considerablemente de las asociaciones con micorrizas para la absorción de nutrimentos, especialmente del P, que posee escasa movilidad en el suelo (171, 172). Campos & Sena (20) y Sena & Campos (149) informaron que un Oxisol en Cruz das Almas, Brasil, las raíces de yuca alcanzaban una profundidad de 90 cm a los 7 meses y que el 66% de las raíces se encontraban en los primeros 10 cm del suelo. A los 12 meses, las raíces alcanzaban una profundidad de 140 cm con 86% en los primeros 10 cm de suelo. En las dos épocas de cosecha, aproximadamente el 96% de las raíces se encontró en los primeros 30 cm de suelo. Entonces, parece que la yuca tiene algunas raíces profundas, posiblemente para la absorción de agua durante la sequía, si ese es el caso, pero la mayor parte del sistema radical se encuentra cerca a la superficie, lo que hace que las aplicaciones de fertilizantes a profundidades mayores de 10-20 cm sean probablemente ineficientes.

Mediante el uso de P radiactivo, Ofori (132) estableció que una vez que las raíces comenzaban a funcionar como órganos de acumulación de carbohidratos, dejaban de desempeñar un papel activo en la absorción de nutrimentos. El sugirió que la aplicación de P al voleo sobre la superficie del suelo una vez que la planta se había establecido podría ser más eficiente, ya que las raíces absorbentes activas se localizaban en los primeros 10 cm del suelo.

Normanha & Freire (122) obtuvieron una escasa germinación cuando aplicaron N y K en el surco de siembra, especialmente durante la estación seca. Ellos recomendaron la aplicación lateral de P y K durante al siembra con una aplicación de N a los 3 meses (124, 126, 159). En los llanos de Colombia, la aplicación de 1 tonelada de fertilizante 10-20-20 directamente bajo la estaca sembrada vertical u horizontalmente no causó daños ni aún durante la siembra de estación seca (33). Se encontró que el mejor método de fertilización durante la época de siembra de la estación húmeda era la aplicación de la mitad de los fertilizantes al voleo y la otra mitad en bandas en el momento de la siembra, mientras la aplicación al voleo sin hacer caballones, fue superior en la siembra de la estación seca (33). En un ensayo en El Darién, Colombia, Ramírez (139) no encontró diferencias significativas entre la aplicación de un fertilizante compuesto NPK en bandas, en círculos o en un solo sitio. En forma similar, en Tailandia, no se obtuvieron diferencias significativas entre la aplicación al voleo, en bandas por debajo de la estaca o en una banda lateral, a 20 o 50 cm de la estaca (156). En otros ensayos se obtuvieron los más altos rendimientos mediante la aplicación de los fertilizantes en bandas, en surcos de 15 cm de profundidad antes de sembrar en el mismo surco (155). En Malasia Chan (35) no encontró diferencias significativas entre la aplicación de N en banda y al voleo en el momento de la siembra. Con la aplicación de SFT en los llanos de Colombia no se observaron

diferencias significativas entre la aplicación en bandas o al voleo (30), aunque en suelos con mayor fijación de P, se espera que la aplicación en bandas de mejores resultados. Para las fuentes de P menos solubles tales como rocas fosfóricas o escorias Thomas, la aplicación al voleo fue considerablemente superior a la aplicación en bandas (30). En la India se registraron rendimientos más altos (24) con la aplicación de p a 5 o 10 cm de profundidad en comparación con la aplicación superficial.

EPOCA DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES.

Varios investigadores (106, 124, 144, 150) han recomendado la aplicación de fertilizantes durante la siembra o poco después, con una aplicación adicional a los 2-3 meses. En la India, Kumar et al. (97) registraron mejores resultados con la aplicación de la mitad del K al momento de la siembra y la otra mitad al mes. En el mismo país, Ashokan & Sreedharan (16) recomendaron una aplicación fraccionada de K, si solamente se aplican cantidades pequeñas, mientras que el CTCRI (22) obtuvo rendimientos más elevados con aplicaciones fraccionadas de N ($\frac{1}{2}$ basal, $\frac{1}{2}$ a los 2 meses), P ($\frac{1}{2}$ basal, $\frac{1}{2}$ al mes o a los 2 meses) y K ($\frac{1}{2}$ al mes y $\frac{1}{2}$ a los 2 meses), aunque en otros ensayos (23) se encontró que una aplicación basal de P era significativamente superior que una aplicación fraccionada. Rodríguez (141) obtuvo mayores rendimientos cuando todos los fertilizantes NPK se aplicaron al momento de la siembra y no como aplicación fraccionada. CIAT (30, 31) no encontró diferencias significativas entre una aplicación basal y una fraccionada de fertilizantes de N o K, pero una aplicación basal de P era superior a una fraccionada (30). Más recientemente se encontró que una aplicación fraccionada de K con una tercera parte aplicada a los 0, 30 y 90 días era superior a una sola aplicación basal.

CAPITULO VII

Tierras para el primer Ingenio Yuquero en el Cauca

TIERRAS PARA EL PRIMER INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA

LOCALIZACIÓN

Los factores relevantes que se deben tener en cuenta en la localización del Ingenio son:

- a) Características edafológicas y climáticas incluyendo la precipitación anual
- b) Infraestructura y disponibilidad en: vías de comunicación, energía: eléctrica y gas, agua, teléfonos.
- c) Disponibilidad de tierras
- d) Cultura de producción masiva agrícola.
- e) Disponibilidad de mano de obra
- f) Cercanía a centros de consumo del producto final.
- g) Costos de transporte de la materia prima hasta el sitio del procesamiento industrial
- h) Incentivos tributarios, si existen.

En la predefinición de la localización del Ingenio Yuquero en el Cauca, se han analizado los 8 factores relevantes mencionados anteriormente.

El Valle geográfico del Río Cauca posee una cultura de producción masiva agrícola en caña de azúcar que contribuye a facilitar la implantación de otros cultivos en forma masiva como es el caso de la yuca para el Ingenio Yuquero. El área entre Corinto, Miranda y Padilla tiene tierras disponibles provenientes de ganadería, de otros cultivos diferentes a caña de azúcar y de la misma caña de azúcar, con ocasión de la crisis del sector azucarero. Esta área tiene una infraestructura adecuada en vías de comunicación, energía eléctrica y agua para los requerimientos del Ingenio.

El gas está actualmente en el City Gate de Florida a 9.8 Kilómetros del sitio donde quedaría localizado el Ingenio y existe la disposición del Gobierno Nacional de efectuar estas instalaciones en un periodo de 5 meses, a partir de la fecha de la solicitud formal por parte de los inversionistas, para hacer viable la generación de empleo en esa zona.

Existe mano de obra disponible proveniente de estos tres municipios cuyas distancias se presentan en el cuadro No 7.1. El municipio de Caloto a menos de 10 Kilómetros de Corinto, también puede ser una fuente de mano de obra para el ingenio.

Cuadro No 7.1. Distancias intermunicipales entre Corinto, Miranda, Padilla, Puerto Tejada y a los Ingenios Cauca y Cabaña

Miranda	Corinto	9.5 Kms.
Miranda	Padilla	10.0 Kms.
Miranda	Incauca	9.0 Kms.
Padilla	Corinto	10.0 Kms.
Padilla	Puerto Tejada	12.0 Kms.
Corinto	La Cabaña	15.0 Kms.

Fuente: Ing. L.E. Reina, 2000.

El sitio del Ingenio incluye la cercanía, aproximadamente 10 kilómetros, a Agropecuaria Latinoamericana ubicada en jurisdicción del municipio de Caloto. Esta compañía es una subsidiaria de Incubadora Santander, la cual es considerada como el mayor avicultor de Colombia con una capacidad instalada de más de 1,000,000 de aves en el Departamento de Santander, cerca a Bucaramanga. Agropecuaria Latinoamericana se constituyó bajo la Ley Páez desde 1998 y está adelantando un montaje para otro 1,000,000 de aves, de las cuales, a la fecha de Julio 7 del 2000, tiene ya en producción 360,000 gallinas.

El sitio del Ingenio dista aproximadamente 30 minutos de Cali, un centro importante de consumo de huevos y carne de pollo, productos provenientes del uso de la harina de yuca. La ubicación de las avícolas cerca de la proveeduría de los alimentos balanceados y de los centros de consumo de sus productos finales contribuyen a su competitividad. La ubicación de Agropecuaria Latinoamericana y de otras avícolas listadas en el cuadro No 7.2. cerca al centro de consumo de Cali y de proveedores de materia prima, es una orientación que se irá dando, en la medida que el sector avícola vaya haciendo los ajustes de competitividad que el mercado exige. Este cuadro muestra una población de 2, 470,000 aves como los potenciales consumidores de harina de yuca de este ingenio.

El proyecto del Ingenio Yuquero en el triángulo entre Corinto, Miranda y Padilla requiere 5,200 hectáreas considerando una productividad promedio de 25 toneladas / ha. El cuadro No 7.3. muestra que utilizaría solo un 26.5% de la tierra disponible cuando se considera una distancia de 7 kilómetros desde el sitio de producción industrial del ingenio hasta el sitio de provisión de yuca fresca más lejano. En el caso que esa distancia sea de 10 kilómetros, la utilización de la tierra de ingenio disminuye al 13% y en el caso de 15 kilómetros disminuye hasta el 5.8%.

Cuadro No 7.2. Población avícola del renglón huevo cerca a la localización del Ingenio yuquero en el Cauca

AGUACATAL	LOS LIMONES	265,000	151,000
CALOTO-CAUCA	EL GUALI	20,000	6,000
CALOTO-CAUCA	AGROP. LATINOAMERICANA	360,000	100,000
CANDELARIA	AVICOLA SIERRA GOMEZ	190,000	120,000
CANDELARIA	PROHUEVO DE COLOMBIA	187,500	150,000
CANDELARIA	AVICOLA NAPOLES	475,000	380,000
CANDELARIA	VILLA PILENA	76,250	61,000
JAMUNDI	GRANJA DALANDIA	142,000	125,000
JAMUNDI	AVICOLA ALEJANDRIA	75,000	55,000
JAMUNDI	AVICOLA LA ESTER	58,000	28,000
PALMIRA	EL PORVENIR	74,900	35,000
PALMIRA	LOS PORTALES	20,000	12,000
PALMIRA	GRANJAS PARAISO	24,130	15,000
POTRERITO	AVICOLA POLLERA COLORA	44,500	35,600
PRADERA	GRANJA SANTA ANITA	312,500	250,000
SANTR/QUILICH.	AVICAUCA	76,000	70,000
SANTR/QUILICH.	CARIBE	30,000	12,000
SANTR/QUILICH.	CIA. AGROIND. KILIMANJARO	40,000	40,000
TOTAL		2,470,780	1,645,600
Fuente : Fenavi, Valle, Derling Bedoya, Julio del 2000			

El Ingenio debe tener una política clara sobre la distancia de la proveeduría de su materia prima, la cual debe ser menor a 15 kilómetros. Esto en razón al costo de transportar el agua que contiene la yuca cuyo contenido de humedad oscila entre 62 y 65%. En el consumo anual de 130,000 toneladas de yuca fresca se están transportando entre 80,600 y 84,500 toneladas de agua, las cuales en el proceso industrial van a ser evaporadas en su mayor porcentaje para la obtención de harina de yuca con 12-13.5% de humedad.

Cuadro No 7.3. Porcentaje del área disponible a ser utilizada por un Ingenio yuquero de 50,000 toneladas / año en el triángulo entre Corinto-Miranda-Padilla

Distancia del Ingenio al proveedor (Kilómetros)	Area potencial (hectáreas)	Area requerida por un Ingenio (hectáreas)	% area del Ingenio del área potencial
7	19,600	5,200	26.5
10	40,000	5,200	13.0
15	90,000	5,200	5.8

Fuente: Cálculos Mitsubimi

Para efectos de este estudio se ha identificado un área de 6,136 hectáreas (9,588 plazas) en el triángulo Corinto-Miranda-Padilla. El cuadro 7.4. muestra esta distribución por municipio y la cantidad de minifundios que podrían estar integrados como proveedores del ingenio.

Cuadro No 7.4. Area de tierras identificadas por municipio en el triángulo Corinto-Miranda-Padilla

Municipio	Area (Has)	Area (Plazas)	%
Corinto	2,846	4,447	46.4
Miranda	1,049	1,639	17.1
Padilla	1,020	1,594	16.6
Minifundios	1,221	1,908	19.9
Total	6,136	9,588	100.0

Fuente: Cálculos Mitsubimi

CARACTERÍSTICAS AGROLÓGICAS Y CLIMÁTICAS DE LAS TIERRAS IDENTIFICADAS EN EL TRIANGULO CORINTO-MIRANDA-PADILLA

Cuadro No 7.5. Relación detallada de tierras en el triángulo Corinto, Miranda, Padilla

HACIENDA Código	No Predio	Area (Plazas)	Suelo Textura	PH.	P Ppm	K Me/100	M.O. %	Relación Ca/Mg.	MUNICIPIO
FM 01	1	780	F. Ar.	5.8	4.10	0.20	3.18	1.87	CORINTO
FM 02	2	703		5.5	4.10	0.22	3.22	1.81	CORINTO
FM 03	3	371		5.8	3.20	0.20	3.20	1.87	CORINTO
FM 04	4	332		6.0	3.18	0.23	2.89	1.93	CORINTO
FM 05	5	300	F.Ar.	5.7	3.00	0.18	3.00	1.72	CORINTO
FM 06	6	261		5.6	3.08	0.21	3.00	1.79	CORINTO
FM 07	7	225		5.8	3.05	0.22	2.98	1.78	CORINTO
FM 08	8	79		5.5	4.03	0.18	3.01	1.91	CORINTO
FM 09	9	48		5.5	4.03	0.20	3.02	1.90	CORINTO
FM 10	10	316	F.Ar.	5.5	9.20	0.30	2.98	1.98	CORINTO
FM 11	11	580		5.9	19.50	0.20	1.58	2.25	CORINTO
FM 12	12	90		6.0	18.30	0.25	1.60	2.05	CORINTO
FM 13	13	70		6.0	12.0	0.25	1.80	2.30	CORINTO
FM 14	14	40		6.0	9.0	0.25	1.81	1.45	CORINTO
FM 15	15	78		6.1	10.5	0.24	1.80	1.51	CORINTO
FM 16	16	135		6.0	16.0	0.40	1.85	1.72	CORINTO
FM 17	17	45	F.Ar.	5.8	2.70	0.30	2.78	1.80	CORINTO
FM 18	18	169	F.A	6.0	14.40	0.21	1.67	1.88	PADILLA
FM 19	19	120		5.8	14.20	0.20	1.58	1.85	PADILLA
FM 20	20	162		6.1	11.0	0.39	1.76	1.83	PADILLA
FM 21	21	450	F. A.	5.8	11.0	0.38	1.73	1.81	PADILLA
FM 22	22	185	F.Ar.	5.8	14.3	0.26	1.28	1.48	PADILLA
FM 23	23	180		5.9	10.2	0.29	1.75	1.75	PADILLA
FM 24	24	32		6.0	-	-	-	-	PADILLA
FM 25	25	265		5.8	-	-	-	-	PADILLA
FM 26	26	30	F. Ar.	5.8	19.0	0.23	1.79	1.45	PADILLA
FM 27	27	332	F. A.	6.0	19.50	0.20	1.58	2.25	MIRANDA
FM 28	28	277		6.0	14.40	0.21	1.67	1.88	MIRANDA
FM 29	29	130		6.0	14.18	0.20	2.14	1.83	MIRANDA
FM 30	30	110		5.9	12.90	0.24	2.52	1.92	MIRANDA
FM 31	31	39		5.8	-	-	-	-	MIRANDA
FM 32	31	75		6.2	-	-	-	-	MIRANDA
FM 33	32	76		5.5	-	-	-	-	MIRANDA
FM 34	33	600	F.A	5.5	14.10	0.23	1.50	1.85	MIRANDA
TOTAL					9.588 Plazas				

El cuadro No 7.5. muestra el área, su ubicación, el pH y un análisis químico de los terrenos indicando el contenido de fósforo, potasio, materia orgánica y la relación calcio / magnesio.

A continuación se presentan las características agrológicas y climáticas de esta área:

Los terrenos identificados provienen de la explotación comercial de caña de azúcar en su mayor proporción, ganadería y cultivos transitorios. La crisis del azúcar, con soluciones temporales mientras se producen ajustes en los otros países productores como Brasil, facilita el establecimiento de este ingenio yuquero en el Norte del Departamento del Cauca.

En el Mapa No. 1. adjunto, a escala 1: 50.000, se observa detalladamente las vías de comunicación pavimentadas (rojo), las vías destapadas en buen estado (gris), los ríos y quebradas (azul) que recorren la región de E. a W. A demás se localizan perfectamente los municipios de Corinto-Miranda-Padilla y los dos ingenios azucareros de la zona: Cauca y Cabaña.

En el mapa No. 1. se marcan las zonas de concentración de las haciendas comprometidas.

Las características climáticas de la zona son: clima cálido con temperaturas promedias de 24°C, humedad relativa entre 49% y 92%, tensión de vapor de 22 m.b., radiación de 415 cal/cm².

La precipitación promedio anual fluctúa entre los 1.700 y 2.000 m.m. con una evapotranspiración de 1.351 m.m. anual. Su alta precipitación anual contribuye a minimizar los costos agrícolas por el ahorro de varios riegos al año.

La hidrología de la zona, es abundante y complementa las necesidades hídricas de los cultivos, cuando la precipitación anual no es suficiente en épocas de veranos fuertes. Los principales ríos de la región y sus afluentes son importantes por abarcar totalmente el área comprendida entre los ríos Desbaratado y el Palo, el primero al norte y el segundo al sur del área en consideración. El mapa adjunto señala con color azul los ríos y afluentes y su recorrido por la zona. Se cuenta con más de 2.200 L.P.S. de aforo para riego con aguas superficiales.

Las fincas sembradas en caña están adecuadas y niveladas para ser regadas por gravedad, por el sistema de surco alterno.

La alta precipitación anual y la hidrología abundante de la zona facilitan la siembra continua de este cultivo a través de todo el año, con lo cual se asegura que la planta de producción de la harina de yuca no requiera una capacidad sobrante para atender variaciones fuertes de producción.

Los vientos en gran parte del año soplan en sentido SE - NW, en horas de la mañana a 1.1 m/ seg. de velocidad y en la tarde a 1.5 m/seg. En la noche de 0.9 m/seg., siendo el sentido en esa hora contrario al de la mañana.

Los suelos en general son material parental del orden de los inceptisoles y mollisoles, en abanicos aluviales recientes con material erodado de la cordillera Central. La pendiente del terreno es moderada, promedio de 3%. El espesor de la capa superficial varía entre 25 y 35 cms. de profundidad.

El ph. varía entre 5.2 y 6.5, ligeramente ácido, con un color del suelo pardo grisáceo oscuro. El subsuelo con una capa entre 20 y 80 cms. de profundidad, color pardo oscuro con manchas amarillas, blancas y pardas claras.

Su consistencia es friable en húmedo y pegajosa en mojado. Su drenaje es natural de lento a medio, su textura es liviana y muy liviana, limitado por la baja fertilidad.

Las características de estos suelos livianos, con un pH entre 5.5. y 6.5, con una capa vegetal entre 25 y 35 cm, unidos a la alta precipitación anual y una hidrología abundante en la zona son garantía de un alto rendimiento agrícola como se ha explicado en el contenido de este estudio. Es de anotar que un análisis preliminar efectuado por el área de suelos del CIAT concluyó que estos terrenos son aptos para la producción de yuca. Su rendimiento en el tiempo dependerá del programa de manejo sostenible del suelo que el ingenio establezca.

Estratégicamente existen varias posibilidades para escoger el centro o núcleo donde funcionaría la fabrica productora de la harina yuca, de acuerdo con las fincas y áreas potenciales entre Miranda-Corinto-Padilla.

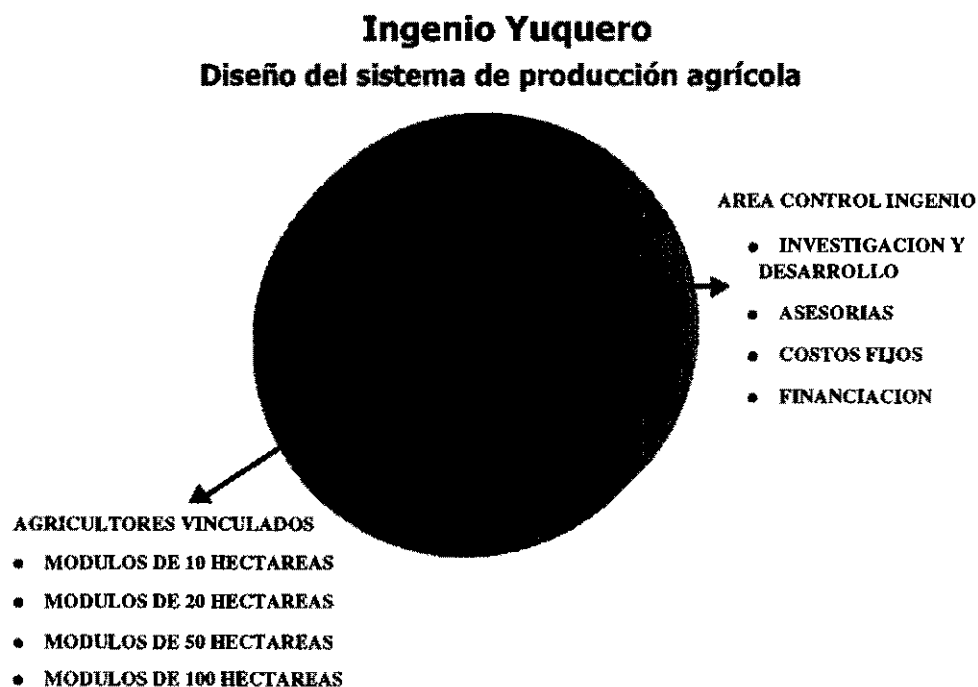
CAPITULO VIII

Sistema de producción agrícola del Ingenio

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO

Los ingenios azucareros, en el Valle Geográfico del Río Cauca, a través de su Presidente y vocero, Dr. Ricardo Villaveces Pardo, 1999, mencionan que el sistema de producción de un Ingenio azucarero, para mantener su estabilidad económica, debe auto-proveer la cantidad de materia prima que se requiera para lograr el punto de equilibrio de su operación. En el sistema de los Ingenios azucareros existe un núcleo que genera la dinámica del negocio, el cual está conformado por: la fábrica o producción industrial y la auto-proveeduría agrícola en la cantidad que establezca cada ingenio; y un grupo de proveedores agrícolas externos, quienes suministran el resto de la materia prima que el ingenio no auto-provee y su administración se efectúa por contratos en varias modalidades.

Figura No. 8.1. Esquema del diseño del sistema de producción agrícola del Ingenio Yuquero



El Estudio de Factibilidad del Ingenio Yuquero sugiere adoptar un sistema de producción agrícola mecanizado que consiste en:

1. Un Núcleo que genera la dinámica del Ingenio
2. Un sistema de proveeduría agrícola externa
3. Una política de manejo de variedades de yuca
4. Una política de renovación de semilla certificada; y
5. Una política de rotación de cultivos

La Figura 8.1. muestra el esquema del diseño del sistema de producción agrícola del Ingenio Yuquero donde aparece el núcleo del Ingenio y la proveeduría agrícola externa.

EL NÚCLEO DEL INGENIO YUQUERO

El núcleo que genera la dinámica del Ingenio Yuquero está conformado por:

1. La fábrica con capacidad de producción de 50,000 ton / año de harina de yuca con el 12-13.5% de humedad, la cual garantiza la comercialización del cultivo de la yuca en el área de influencia del Ingenio.
2. Auto-proveedoría agrícola con un montaje de 1000 hectáreas, controladas directamente por el Ingenio, que aportan, aproximadamente, el 20% de sus requerimientos de materia prima.

EL SISTEMA DE PROVEEDURÍA AGRÍCOLA EXTERNO

El sistema de proveeduría agrícola externa está conformada por agricultores grandes, medianos y pequeños, quienes suministran el 80% de los requerimientos de materia prima del Ingenio, y será administrado a través de contratos, a mediano y largo plazo, basados en el contenido de materia seca de la yuca.

Esta proveeduría externa tendrá integrado un esquema de apoyo agrícola, por parte del Ingenio, que consiste en facilitar y / o proveer:

1. Asistencia técnica directa a los agricultores en la aplicación de los paquetes tecnológicos del cultivo de la yuca que se definan para el área de influencia del Ingenio. Esta asistencia incluye también cursos de entrenamiento permanentes sobre dichos paquetes tecnológicos.
2. La semilla certificada que garantice la sanidad vegetal, la productividad agrícola y la estabilidad del cultivo en el largo plazo.
3. Los equipos de siembra y fertilización mecanizada

4. Los equipos fofadores para la recolección de las cosechas.
5. La recolección de la yuca fresca, después de cosechada, en el sitio del cultivo y su transporte hasta la fábrica.

La Figura No 8.1. muestra que el área de las 1,000 hectáreas controladas directamente por el ingenio, aproximadamente el 20% del área total de sus cultivos, serán utilizadas para manejar la investigación y desarrollo aplicada a su área de influencia. Hemos visto a lo largo de este estudio, que se requiere continuar haciendo investigación aplicada a condiciones agrológicas específicas y que cualquier mejora que se logre en rendimiento, de materia seca en toneladas por hectárea y en resistencias varietales a plagas y enfermedades, aumenta significativamente la rentabilidad de este negocio, teniendo en cuenta que el costo agrícola representa el 82.5% del costo del producto final. Esta área también será utilizada para: el manejo de la asesoría a los agricultores vinculados, contribuir a los costos fijos de la organización y ayudar a los agricultores en el manejo de sistemas de financiación vigentes, con o sin incentivos.

La Figura 8.1. también muestra los tipos de agricultores vinculados que pueden ser grandes, pequeños y medianos y representan 4,200 hectáreas, aproximadamente el 80% del área total de cultivos del Ingenio.

POLÍTICA DE MANEJO DE VARIEDADES DE YUCA

Como se ha explicado en este estudio, el Banco de Germoplasma en el CIAT cuenta con 5,728 variedades y se identificó: que en el ecosistema del Norte del Cauca las yucas dulces muestran un rendimiento de materia seca superior en un 38.24% con respecto a las variedades amargas mientras que en un ecosistema de la Costa Norte de Colombia, las yucas amargas tienen un mejor comportamiento que las variedades dulces, con un contenido de materia seca superior en un 11.7%.

La baja demanda que han tenido las yucas amargas hasta hoy, ha definido que la investigación del CIAT se haya estado orientado con mucho énfasis hacia las yucas dulces.

Este estudio sugiere que el Ingenio adopte una política de investigación permanente de nuevas variedades, tanto en yucas dulces como en amargas, con las condiciones edáficas, climáticas y ambientales del área del Ingenio, utilizando el Banco de Germoplasma del CIAT y la infraestructura agrícola del Ingenio.

POLÍTICA DE RENOVACIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA

El estudio sugiere, como se explicó anteriormente en el Capítulo V, una política de implantación anual de semilla certificada en el 20% del área total del ingenio a partir del cuarto año de la iniciación de sus operaciones, para:

- Contribuir a disminuir los costos agrícolas del cultivo
- Lograr mayor productividad dentro de las posibilidades de cada variedad; y
- Tener un mayor control sobre la transmisión de plagas y enfermedades para mantener un nivel aceptable de sanidad vegetal.

POLÍTICA DE ROTACIÓN DE CULTIVOS

La rotación de cultivos es una práctica agrícola que se ha recomendado con el fin de lograr el corte de los ciclos de plagas y enfermedades de los cultivos.

Se conoce ampliamente que las siembras seguidas de yuca en el mismo lote, complementadas con la incorporación de residuos de cosecha, aumenta significativamente los problemas de plagas y enfermedades, especialmente las pudriciones radicales causadas por *Phytophthora*, cuyo potencial de inóculo se disminuye cuando se siembran gramíneas como maíz o sorgo después de la yuca.

Cada cultivo por su fotosíntesis y abonos aplicados, de acuerdo con las recomendaciones agronómicas, asociado a la reincorporación de las partes de la planta que no se utilizan comercialmente, extrae y contribuye a aportar elementos nutricionales a la tierra que son parte del manejo sostenible de los suelos.

La yuca extrae cantidades grandes de N del suelo, especialmente si se remueven las hojas y los tallos junto con las raíces; se extraen aproximadamente 57 Kg de N/ha en un rendimiento de 25 ton de raíces / ha. Si se calcula la recuperación de N aplicado aproximadamente en un 50% (43-69% de acuerdo con Fox et al., 67) es necesario reintegrar cerca de 115 Kg de N al suelo para mantener su fertilidad. La soya ha demostrado ser un gran aportante de Nitrógeno al suelo.

La yuca extrae aproximadamente 100 Kg de K₂O por cada 25 ton de raíces frescas si se cultiva la yuca sin fertilización adecuada (75). El maíz ha demostrado ser un aportante moderado de potasio al suelo, además de su aporte de materia orgánica (CIMMYT, Luis Alberto León, 2000).

Las aves, gallinas ponedoras y pollos de engorde, son las principales consumidoras del Ingenio Yuquero. El anexo No 1 muestra la composición de una dieta típica de pollos de engorde y de gallinas ponedoras en las cuales están incluidos los siguientes productos: maíz, soya y yuca. Las proporciones de estos tres elementos que

representan entre el 95% y el 98% en la composición de estas dietas, indican que la soya y el maíz o el sorgo, son candidatos a tener en cuenta en el programa de rotación de cultivos de la yuca. Estos dos cultivos actúan con la doble función de participar en la rotación del cultivo de la yuca y en la composición de las dietas de los animales.

Con base en la experiencia del CIAT, su grupo de mejoramiento de yuca, dirigido por el Dr. Hernán Ceballos, y los científicos Anthony Bellotti y Lee Calvert han propuesto que se adopte una política de rotación de cultivos con la yuca que consiste en :

- Permitir máximo dos cultivos consecutivos de yuca manejando un criterio de flexibilidad de acuerdo con las condiciones reales que se presenten
- Los cultivos a rotar son, en su orden, en un período de 10 años:
 1. Yuca
 2. Yuca
 3. Gramíneas: maíz o sorgo
 4. Soya
 5. Yuca
 6. Yuca
 7. Gramíneas: maíz o sorgo
 8. Soya
 9. Yuca
 10. Yuca

Esta política debe ser implementada de acuerdo con el uso que se le dé a la harina de yuca, su proporción en la composición de los alimentos balanceados para animales y a los requerimientos de ese mercado. La programación de estos tres cultivos será una consecuencia de la composición de estas dietas, lo cual debe ser analizado en un estudio adicional. Es de aclarar que la Palma Africana, también contribuye a las dietas de los animales, y por lo tanto es un cultivo candidato a participar en la rotación con la yuca.

Los cultivos de soya y maíz tienen una importancia relevante dentro del programa de manejo sostenible del suelo en el cultivo de la yuca. Cabe recordar que estos dos cultivos representan: el 76.9% en la composición de una dieta para pollos de engorde (Anexo No 2), cuando la yuca participa con el 20% en esa dieta; o el 55.5% cuando la yuca participa en el 40% de esa dieta. En el plan de sustitución de maíz por harina de yuca, el maíz continúa teniendo el 10.7% de participación en las dietas de los pollos de engorde y la soya el 44.8%, cuando la yuca participa con el 40% en la dieta. Por esta razón, estamos incluyendo en este estudio, la información de Corpoica sobre los costos comparativos de producción de soya y maíz en el sistema de siembra

convencional y siembra directa. Cabe anotar que existen desarrollos varietales para soya y maíz en las tierras ácidas óptimas para el cultivo de la yuca.

El Anexo No 4, cuadros 1 y 2, muestra la información comparativa de costos en los sistemas de siembra convencional y siembra directa para dos variedades de Soya: L-194 y Soyica P-34. El cuadro No 8.1. muestra que el sistema de siembra directa aumenta la rentabilidad de la producción agrícola de la soya en 6.53 veces para el caso de la variedad L-194 y en 17.88 veces para el caso de la variedad Soyica P-34.

Cuadro No 8.1. Análisis de costos de producción en Soya para dos sistemas de siembra. Corpoica, C.I. Palmira, 1999a.

	SIEMBRA DIRECTA		SIEMBRA CONVENCIONAL	
	L-194	SOYICA P-34	L-194	SOYICA P-34
LABORES	380.000	380.000	773.000	773.000
INSUMOS	198.000	198.000	353.000	353.000
COSTOS FIJOS	317.900	317.900	358.300	358.300
COSTOS TOTALES	903.775	894.325	1'498.925	1'481.375
RENDIMIENTO	2913 Kg/ha	2476 Kg/ha	3213 Kg/ha	2776 Kg/ha
PUNTO DE EQUILIBRIO	1738 Kg	1720 Kg	2882 Kg	2849 Kg
REDUCCION DE COSTOS (%)	40	40	0	0
RENTABILIDAD (%)	67.6	43.9	10.3	-2.6

Precio tonelada de soya 99A = \$520.000

El anexo No 4, cuadro No 3, muestra la información comparativa de costos en los sistemas de siembra convencional y siembra directa para la variedad de maíz SV-670. El cuadro No 8.2. muestra que el sistema de siembra directa aumenta la rentabilidad de la producción agrícola de esta variedad de maíz en 1.73 veces.

Cuadro No 8.2. Análisis de costos de producción en maíz para dos sistemas de siembra. Corpoica. C.I. Palmira. 1999a.

	SIEMBRA CONVENCIONAL	
	MAIZ SV 670	
LABORES	594.000	883.000
INSUMOS	426.000	580.375
COSTOS FIJOS	403.400	470.274
COSTOS TOTALES	1.423.400	1.883.649
RENDIMIENTO	6.000 Kg/ha	6.000 Kg/ha
PUNTO DE EQUILIBRIO	3.400 Kg	4.485 Kg
REDUCCION DE COSTOS (%)	24.19	0
RENTABILIDAD (%)	43.5%	25.2 %

Precio tonelada de Maíz (B) = \$420.000/ Tonelada.

Estas investigaciones contribuyen a la utilización del maíz y la soya producida en el área del ingenio, dentro de las dietas de los animales, teniendo en cuenta que en este caso su costo de producción agrícola se beneficia con el ahorro de transporte y empaque.

CAPITULO IX

PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA YUCA (Entomología, Virología Y Fitopatología)

PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA YUCA

(Entomología, Virología Y Fitopatología)

PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

Aunque la yuca ha sido considerada como un cultivo libre de plagas artrópodas, se han identificado aproximadamente 200 especies de insectos y ácaros que atacan la planta (CIAT. 1983. Descripción de Plagas que atacan la Yuca), algunas de las cuales causan daño de poca o ninguna importancia económica, en tanto que otras, según lo indican investigaciones (1983), pueden causar grandes pérdidas en los cultivos, razón por la cual se consideran plagas de importancia económica. Entre ellas tenemos: ácaros, trips, barrenadores del tallo, moscas blancas, gusano cachón, escamas, gusanos trozadores. Se ha encontrado que los ácaros, los barrenadores del tallo, las escamas, los trozadores, las moscas blancas, además de las hormigas, cortadores y las termitas están distribuidas en todo el mundo.

Hasta el momento el CIAT ha podido recopilar la mayoría de la información disponible sobre el cultivo de la yuca lo cual ha hecho posible tener una idea general sobre los problemas que causan las plagas más importantes y el tipo de daño que causan a las plantas de yuca. Algunas, al atacar los cogollos y las hojas retardan el crecimiento de la planta y reducen drásticamente el área fotosintética activa; otras, atacan los tallos e impiden el transporte normal de los nutrimentos y los inutilizan para su uso como material de siembra. Algunos insectos, como las moscas blancas o la mosca de la fruta son vectores o diseminadores de enfermedades, en tanto que otros atacan las raíces, lo que trae como consecuencia pudriciones secundarias.

Cuadro No 9.1. Relación de plagas que atacan a las distintas partes de la planta de yuca: estacas, follaje, tallo, raíces; y a la yuca seca almacenada

Estacas	Follaje	Tallo	Raíces	Yuca seca almacenada
Chizas (disminuye germinación en 95%)	Comedores: Gusano Cachón	Barrenadores perforadores del tallo	Termitas y Chinche de las raíces Chizas	Stegobium Paniceum
Tierreros y trozadores	Chupadores : Acaros Insectos Piojo Chinche Mosca Blanca Encaje	Insectos que se localizan en la superficie del tallo	Diptero de la familia Stratyomidae	Araecerus fasciculatus
Termitas	Raspadores Trips			Dinoderus minutus
	Deformadores Piojo			Tribolium Castaneum
Babosas: Vaginulas (sarasinula) plebis	Babosas: Vaginulas (sarasinula) plebis			Ltheticus oryzae
Fuente: Descripción de las Plagas que Atacan la Yuca, CIAT, 1983; Anthony Bellotti, 2000				

En Colombia las principales plagas que atacan la yuca son: El Gusano Cachón, Los Acaros, Los Trips, La Mosca Blanca, Los piojos Harinosos, Los Barrenadores, El Chinche de Encaje, El Chinche de la Raíz y las Chizas. Es importante hacer notar que las plagas que atacan la yuca almacenada después del procesamiento industrial no son muy conocidas en Colombia porque la industrialización de la yuca aún está muy incipiente.

PROPUESTA DEL CIAT (ANTHONY BELLOTTI, BERNARDO ARIAS) SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

El cuadro No 9.2. presenta una propuesta de manejo integrado de plagas (Dr. Anthony Bellotti, Ing. Bernardo Arias, Departamento de Entomología de CIAT, 2000) para el Ingenio Yuquero en el Departamento del Cauca con base en la experiencia que se tiene en el seguimiento de cultivos en esa zona del país.

Cuadro No 9.2. Propuesta del CIAT (Anthony Bellotti, Bernardo Arias) sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de la yuca en el Departamento del Cauca.

Cachón y otras plagas	En momento de establecimiento del lote	Trampa de luz tipo F-20 T12BL y/o BLB	1 por cada 50 ha.	200000	4,000.00	Antes de siembra
Mosca blanca	Con 1 a 5 hojas con poca presencia de adultos y ninfas	Crisopa	30000 ind. / ha.	1	60,000	20 - 150 días
Cachón	Cada 2 meses liberación	Trichogramma	100 pulg. / ha por aplic.	150	45,000	45-120-180 días
Chincha/chizas	Lotes endémicos y variedades dulces. 20% area	Hongos: Metarhizium - B. bassiana	0.3 Kg./ha. por aplicación	36000	14,400	40 - 150 días
Cachón	Cuando se obs. Más de 2 - 3 larvas/planta - larvas pequeñas	B. turingiensis	0,8 Kgs/ha	58000	46400	en el momento oportuno
Cachón	Explosión larvas grandes. 20%area	Profitox	1,0 Kg	25000	5,000	En cualquier momento
Trips	20% del area	Sistemín	0,5 Lt	22600	2,260	hojas cogollo afectadas
	Aplicaciones manuales	jornales	2.4	9000	21,600	
	Aplicaciones aéreas	vuelos	0.4	16000	6,400	
Fuente: Dr. Anthony bellotti, Ing. Bernardo Arias; Entomología CIAT. 2000						

ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA YUCA

La yuca puede ser atacada por más de 30 agentes bacterianos, fungosos, virales o similares y micoplasmas. Las enfermedades de la yuca pueden ocasionar pérdidas en el establecimiento del cultivo, disminuir el vigor normal de las plantas, reducir su capacidad fotosintética o causar pudriciones radicales anteriores o posteriores a la cosecha. Algunos patógenos atacan solo el tallo, que es el material de propagación normalmente usado. Otros atacan el tejido foliar y las partes tiernas del tallo causando manchas, quemazones o añublos, defoliaciones, marchitez, muerte descendente o hipertrofias (alargamiento exagerado o proliferación de yemas y entrenudos). Otros solo atacan el tejido radical y la parte basal leñosa del tallo, causando pudriciones radicales anteriores a la cosecha. Estos síntomas pueden ocurrir durante cualquier estado de crecimiento de la planta, generalmente en épocas de lluvias fuertes y persistentes. Después de la cosecha las raíces también pueden presentar pudriciones debidas a efectos fisiológicos, patogénicos o microbianos.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS, VIRUS Y MICOPLASMAS

Las enfermedades causadas por bacterias, se caracterizan por manchas angulares acuosas, quemazón foliar, exudación gomosa en tallos jóvenes y pudrición interna del tallo.

Cuadro No 9.3. Enfermedades causadas por bacterias, virus y micoplasma en el cultivo de la yuca

Causadas por Bacterias	Causadas por Virus y Micoplasmas
Añublo bacterial (<i>xanthomonas manihotis</i>)	Mosaico africano
Pudrición bacterial del tallo (<i>Erwinia carotovora</i> var. <i>carotovora</i>)	Mosaico común americano de la yuca
Mancha angular de la hoja (<i>Xanthomonas cassavae</i>)	Mosaico de las nervaduras
Agalla bacterial del tallo (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>)	Cuero de sapo
	Superbrotamiento
Fuente : CIAT, 1982, Descripción de las enfermedades de la yuca; Científicos: J. Carlos Lozano, Luis F. Ceballos, Carlos E. Domínguez.	

Las enfermedades causadas por virus y micoplasmas pueden causar pérdidas considerables como el Mosaico africano y el cuero de sapo. Los síntomas de estas enfermedades se describen frecuentemente en términos generales pero muy rara vez en detalle. Las pérdidas no han sido satisfactoriamente determinadas y a menudo se cuenta con muy poca información disponible sobre temas tan importantes como sistemas de transmisión y rango de hospederos. Igualmente, no se han estudiado a fondo las características biológicas, fisiológicas, físicas y químicas de los agentes infecciosos, caracterizándolos parcialmente en el mejor de los casos. El cuadro No 9.3. muestra las enfermedades causadas por bacterias, virus y micoplasma en la yuca.

El laboratorio de Virología del CIAT, Maritza Cuervo I, 2000, describe las enfermedades virales más comunes con especial énfasis en el Cuero de Sapo como sigue:

Mosaico Africano de la Yuca (ACMV): Es la enfermedad más devastadora del continente Africano en términos de distribución e importancia económica. Los síntomas aparecen primero como áreas cloróticas en las hojas jóvenes en proceso de expansión, asociados con la distorsión severa del folíolo particularmente en la base del mismo.

Estriado marrón (CBSV): Es una enfermedad viral muy importante en Kenia y Tanzania. El virus afecta las raíces y disminuye su calidad, sin embargo, las pérdidas son más bajas que las ocasionadas por el ACMV.

Moteado Verde de la Yuca (CGMV): Presente en las Islas Solomón. La enfermedad se caracteriza por presentar un moteado en las hojas con predominio del color verde

claro y ligera deformación de las mismas. No se ha determinado su importancia económica.

Mosaico Común (CCMV): Presente en casi todas las regiones yuqueras de América Latina, se ha registrado en Brasil, Perú, Colombia, Paraguay y Argentina. Los síntomas son del tipo mosaico clorótico leve, a menudo difíciles de distinguir bajo condiciones de campo.

Mosaico de las Nervaduras (CVMV): Esta enfermedad se presenta en algunas regiones de Brasil. La incidencia es muy baja y no se considera un problema económico de mayor importancia.

Rhabdovirus de la Yuca: Este es un virus referido como latente.

Virus X de la Yuca: Es una enfermedad asintomática en un amplio rango de clones y no es considerada un problema de mayor importancia económica.

Virus Asintomáticos: Virus que no presentan síntomas y no causan relativamente daño económico como son CALV y CCSpV.

Enfermedad del Cuero de Sapo: Es una enfermedad que afecta la yuca y fue reportada por primera vez en 1971 en el Sur de Colombia (Lozano et. al, 1989). La distribución de esta enfermedad es en la zona Amazónica de Colombia y Brasil, en la costa Norte y algunas regiones del centro y Sur de Colombia, Venezuela, Perú y Bolivia. Esta enfermedad fue llamada Cuero de Sapo debido a que la epidermis de la raíz y las capas corchosas se alargan para formar lesiones y fisuras características en forma de labio. Las raíces con síntomas severos no almacenan almidón y forman unas zonas de estrangulamiento donde las fisuras son muy prominentes. La parte aérea de las plantas afectadas, en la mayoría de variedades, no presentan síntomas visibles y en algunos casos pueden lucir sanas y vigorosas.

Por investigaciones realizadas en el laboratorio de virología se tiene evidencia de que el vector de esta enfermedad es la mosca blanca *B. tuberculata*. Debido a la morfología de las partículas y a las especies de dsRNA asociadas se considera que el Cuero de Sapo esta asociado con un virus similar a los fitoreovirus.

La detección de la enfermedad se puede hacer mediante el examen visual de las raíces y el injerto al clon secundina siendo este un clon indicador, que presenta síntomas visibles en la hojas a temperaturas menores de 30 °C.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Las enfermedades causadas por hongos se clasifican en: foliares, del tallo, y pudriciones radicales antes de la cosecha y después de la cosecha. El cuadro No 9.4. muestra estas enfermedades de acuerdo con la clasificación mencionada.

Las enfermedades foliares causadas por hongos se caracterizan por la aparición de manchas sobre la lámina foliar que puede ser de diferentes formas (angular, redondeada, con anillos concéntricos o de bordes indefinidos) y colores (amarillo, marrón o blanco). En las manchas sobre las nervaduras y los pecíolos se observan chancros con borde marrón y centro blanco lo mismo que distorsión foliar. También se pueden presentar pústulas marrones o negras en la haz y en el envés de las hojas.

El tallo empleado normalmente como material de propagación, es atacado por diferentes patógenos. El tejido afectado presenta coloraciones diferentes al tejido sano, especialmente hacia la zona vascular o medular. La falta de información sobre enfermedades en los tallos de la yuca, sugiere la continuidad de la investigación relacionada con aspectos etiológicos de los organismos causales al igual que estudios epidemiológicos.

Las pudriciones radicales en la yuca son importantes en áreas con suelos mal drenados o en donde ocurren períodos prolongados de lluvia. Aunque se han registrado varias enfermedades radicales, falta información a l respecto.

Cuadro No 9.4. Enfermedades causadas por hongos en el cultivo de la yuca

Foliales	Del tallo	Pudriciones radicales	
		Anterior a la cosecha	Posterior a la cosecha
Mancha parda (<i>Cercosporidium henningsii</i>)	Necrosamiento del tallo inducido por <i>Glomerella cingulata</i>	Pudrición suave (<i>Phytophthora drechesleri</i> , <i>Pythium</i> spp.)	Deterioración fisiológica
Añublo pardo fungoso (<i>Cercospora vicosae</i>)	Necrosamiento del tallo inducido por <i>Botryodiplodia theobromae</i>	Pudrición seca (<i>Rosellinia necatrix</i> , <i>Rigidoporus lignosus</i> , <i>Armillariella mellea</i>)	Deterioración microbiana
Mancha blanca (<i>Phaeoramularia manihotis</i>)	Necrosamiento del tallo inducido por basidiomicetes o ascomicetes		
Mancha de anillos circulares (<i>Phoma (phyllosticta) sp.</i>)			
Ceniza de la yuca (<i>Oidium manihotis</i>)			
Superalargamiento (<i>Sphaceloma manihoticola</i>)			
Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp., <i>Gloeosporium manihotis</i> , <i>Glomerella manihotis</i>)			
Roya de la yuca (<i>Uromyces</i> spp.)			
Periconia (<i>Periconia shyamala</i>)			
Fuente : CIAT, 1982, Descripción de las enfermedades de la yuca; Científicos: J. Carlos Lozano, Luis F. Ceballos, Carlos E. Domínguez.			

MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA YUCA

A continuación se presenta una propuesta de manejo integrado de enfermedades en yuca (Dra. Elizabeth Alvarez, Ing. Germán Llano, Departamento de Fitopatología de CIAT; Dr. Lee Calvert, Ing. Maritza Cuervo I, Departamento de Virología de CIAT) que consiste en:

RESISTENCIA VARIETAL.

Se han identificado fuentes de resistencia a *Phytophthora* (podriciones radicales) y *Sphaceloma manihoticola* (superalargamiento) y genotipos tolerantes a *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* (añublo bacterial). En Cuadro No. 9.5. Se muestra la reacción a estas enfermedades, de los clones analizados por los Ingenieros Fernando Calle y Gustavo Jaramillo, para siembra en el Ingenio Yuquero, entre los cuales se recomendaron 10 variedades.

USO DE SEMILLA LIMPIA.

- Selección de semilla de plantas sanas.
- Tratamiento químico: Orthocide: 3 a 6 gr/lt
Benlate: 3 gr/lt

PRÁCTICAS CULTURALES.

- Rotación de cultivos: Preferiblemente con maíz o sorgo
- Mejorar drenaje del suelo
- Control de malezas
- Fertilización (Potasio)
- Erradicar plantas enfermas
- Destrucción de residuos de cosecha

CONTROL BIOLÓGICO

- Trichoderma (En proceso de investigación)

Cuadro No 9.5. Reacción de 18 clones de yuca recomendados para el Ingenio Yuquero, a añublo bacterial (CBB) y superalargamiento (SA)

Clon	CBB (Llanos Orientales)	CBB (Cepa Cauca. Invernadero)	SA (Llanos Orientales)
CM 849- 1		S ¹	
CM 5655- 4		S	
CM 6740- 7	I	S	R
CM 7514- 7		S	
CM 7951- 5			
SM 653- 14		S	
SM 909- 25		S	
SM 1210- 4		S	
SM 1219- 9			
SM 1460- 1	I		S
SM 1543- 16	S		I
SM 1557- 17	S	S	R
SM 1741- 1	S		I
MBRA 383			
MPER 183	S		S
CM 523- 7	I	S	I
MBRA 12	S	S	S
CM 3306- 4	S	I	S

¹Reacción a la enfermedad: R: Resistente; I: Intermedio; S; Susceptible

CUERO DE SAPO

La enfermedad se disemina principalmente por el uso de estacas contaminadas, por este motivo se puede sugerir las siguientes medidas de control:

- Remoción de fuentes de inóculo por raleo de plantas enfermas y recolección de residuos de cosecha.
- Uso de estacas procedentes de plantas sanas, obtenidas de plantaciones libres de la enfermedad, preferiblemente producidas mediante aplicación de termoterapia y cultivo de meristemas.
- Aplicación de restricciones cuarentenarias para prevenir el movimiento de estacas entre áreas afectadas y aquellas libres del patógeno.

CAPITULO X

MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

Se ha observado en Colombia que la presencia de malezas durante los primeros 60 días del ciclo de la yuca causa una reducción en los rendimientos de aproximadamente un 50%, en comparación con yuca libre de malezas durante todo el ciclo (Doll y Piedrahíta, 1976)

El cuadro No 10.1. Muestra la clasificación de malezas según el tipo de planta y su ciclo de vida. Las malezas clasificadas por tipo de planta se presentan en dos categorías: malezas de hoja ancha, que son generalmente las dicotiledóneas; y las malezas de hoja angosta que comprende las gramíneas y las ciperáceas.

Cuadro 10.1. Ejemplos de clasificación de malezas en el cultivo de la yuca según el tipo de planta de la maleza y su ciclo de vida.

TIPO DE PLANTA		CICLO DE VIDA			
HOJA ANGOSTA		HOJA ANCHA	ANUALES	BIENALES	PERENNES
GRAMINEAS	CIPERÁCEAS				
Leptochloa filiformis	Cyperus rotundus (coquito)	Sida spp	Leptochloa filiformis	Zanahoria silvestre	Cyperus rotundus
Imperata cylindrica	Cyperus ferax	Bidens pilosa	Cyperus diffusus		Imperata cylindrica
Eleusine Indica	Cyperus luzulae	Ageratum conyzoides	Eleusine Indica		Cyperus ferax
Digitaria sanguinalis	Cyperus diffusus	Euphorbia spp.	Digitaria sanguinalis		Cyperus luzulae
Cynodon dactylon	Dichromena Ciliata	Portulaca oleracea	Sida spp		Cynodon dactylon
		Ipomea spp.	Bidens pilosa		Dichromena Ciliata
		Amaranthus spinosus	Ageratum conyzoides		Sida spp
			Euphorbia spp.		Amaranthus spinosus
			Portulaca oleracea		
			Ipomea spp.		

Fuente: Manejo y control de las malezas en el cultivo de la Yuca. CIAT, 1981, Científicos: Jerry Doll y Dietrich Leihner.

Según su ciclo de vida las malezas han sido clasificadas en tres categorías: anuales, bienales y perennes.

Un estudio realizado en Colombia (Doll et al., 1977) en 283 fincas yuqueras en 5 zonas durante 3 épocas diferentes del ciclo del cultivo (0-4 meses, 4 a 8 meses y 8 a 12 meses), encontró que: del 71% al 78% de las especies de malezas presentes en los cultivos eran de hoja ancha, del 13% al 22% eran gramíneas y del 5% al 9% eran ciperáceas. Doll y Leihner, 1981 encontraron que la mayor parte de las gramíneas anuales encontradas, ciperáceas y especies de hoja ancha pueden ser controladas por herbicidas comunes recomendados para el cultivo de la yuca.

CONTROL INTEGRADO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

El control integrado de malezas en el cultivo de la yuca incluye tres métodos:

- Cultural
- Mecánico, y
- Químico

CONTROL CULTURAL

El control cultural incluye todas aquellas prácticas agrícolas que, manejadas eficientemente, aseguran el desarrollo de un cultivo vigoroso que pueda competir favorablemente con las malezas. Estas prácticas culturales incluyen:

1. Buena preparación del terreno
2. Densidad de siembra adecuada
3. Epoca y sistema de aplicación de fertilizantes
4. Uso de variedades adaptadas
5. Control de plagas y enfermedades

CONTROL MECÁNICO

Consiste en la utilización de herramientas manuales y de accesorios tirados por animales o por tractor, que rompen el contacto de las malezas con el suelo causando así su secamiento, o muerte al enterrarlas

CONTROL QUÍMICO

Es el uso de sustancias químicas (herbicidas) capaces de destruir las malas hierbas ya sea en forma total o parcial sin causar daño a las plantas cultivadas.

Los herbicidas se clasifican en pre-emergentes y de pre-siembra incorporados y post-emergentes. Estos herbicidas pueden aplicarse solos o mezclados. El cuadro No 10.2. muestra un ejemplo de recomendaciones para el control químico de malezas en el cultivo de la yuca (CIAT, 1976-1981).

Los herbicidas pre-emergentes, en términos generales, sólo controlan las malezas por un período de 60 días, al término del cual el follaje de la yuca todavía no ha cerrado; por lo tanto se hace necesario un control adicional de las malezas, que puede hacerse mediante la aplicación de herbicidas postemergentes o por medio del desyerbe manual.

La densidad de siembra es un factor cultural que puede aumentar o disminuir el factor de la competencia. En este estudio ya se definió que la densidad a utilizar es de

13,889 plantas por hectárea versus la cantidad tradicional de 10,000 plantas por hectárea. Este hecho contribuirá al manejo de malezas de los cultivos del Ingenio.

Cuadro No 10.2. Recomendaciones para el control químico de las malezas en el cultivo de la yuca (CIAT, 1976-1981)

Herbicida	Dosis (P.C./ha)		Epoca
	Suelo liviano	Suelo pesado	
Cotoran	4.0 Kg	5.0 Kg	Pre
Karmex	2.0 Kg	3.0 Kg	Pre
Lazo	4.0 L	6.0 L	Pre
Afalon	2.0 Kg	3.0 Kg	Pre
Goal	3.0 L	4.0 L	Pre
Treflan	2.5 L	3.5 L	PSI
Dow-Pon o Basfafon	8.0 Kg	8.0 Kg	Post-D-Pan *
Gramoxone	2.0 L	2.0 L	Post-D-Pan *
Karmex	2.0 Kg	3.0 Kg	Post-D **
*Post-D-Pan : Postemergente dirigido con una pantalla protectora.			
** Post-D : Postemergente dirigido sin pantalla protectora			
Fuente: CIAT, 1981, Manejo y control de malezas en el cultivo de la yuca; Jerry Doll y Dietrich Leihner			

La figura No 10.1. Muestra los resultados que se obtuvieron por efecto de la densidad de siembra de la yuca y del sistema de control de malezas (una desyerba manual, dos desyerbas manuales, control químico y sin desyerbar) sobre el peso fresco de raíces de las variedades CM-9 y México 11, a los 10 meses de sembradas (CIAT, 1979).

Cuando las malezas se controlaron químicamente, la producción máxima para la variedad México 11 se obtuvo con la densidad de 25,000 plantas por hectárea, en tanto la variedad CMC-9 alcanzó su máximo rendimiento con sólo 15,000 plantas por hectárea. La diferencia entre las densidades óptimas para máximo rendimiento en ausencia de competencia por las malezas es un resultado de los dos tipos de plantas diferentes, la variedad México 11 con su porte erecto y ramificación tardía, solo llegando a su máximo rendimiento con densidades altas de siembra, y la variedad CMC-9 con su ramificación temprana y profusa alcanzando su máximo rendimiento con densidades más bajas. A medida que se disminuyó la intensidad del control de malezas en este experimento (dos desyerbas, una desyerba, sin control), ambas variedades sólo alcanzaron su rendimiento máximo con la densidad más alta (25,000

plantas / ha) indicando que con un control de malezas sub óptimo, el factor densidad de siembra es decisivo para competir con las malezas mientras que el factor tipo de planta disminuye en importancia.

Esta tendencia se hizo más clara en el tratamiento sin control donde de ambas variedades sólo se obtuvieron rendimientos aceptables con la más alta densidad de siembra.

PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS EN EL INGENIO YUQUERO

El presente estudio sugiere una propuesta de manejo integrado de malezas para el Ingenio Yuquero que consiste en:

CONTROL CULTURAL que incluye:

1. Buena preparación del terreno
2. Densidad de siembra de 13,889 plantas / ha
3. Aplicación de fertilizantes al momento de la siembra
4. Uso de variedades adaptadas a la zona. La investigación sobre las 10 variedades iniciales se continuará haciendo, incluyendo otras variedades, para ir minimizando costos y maximizando productividad agrícola por hectárea.
5. Rotación de cultivos con soya y maíz o sorgo

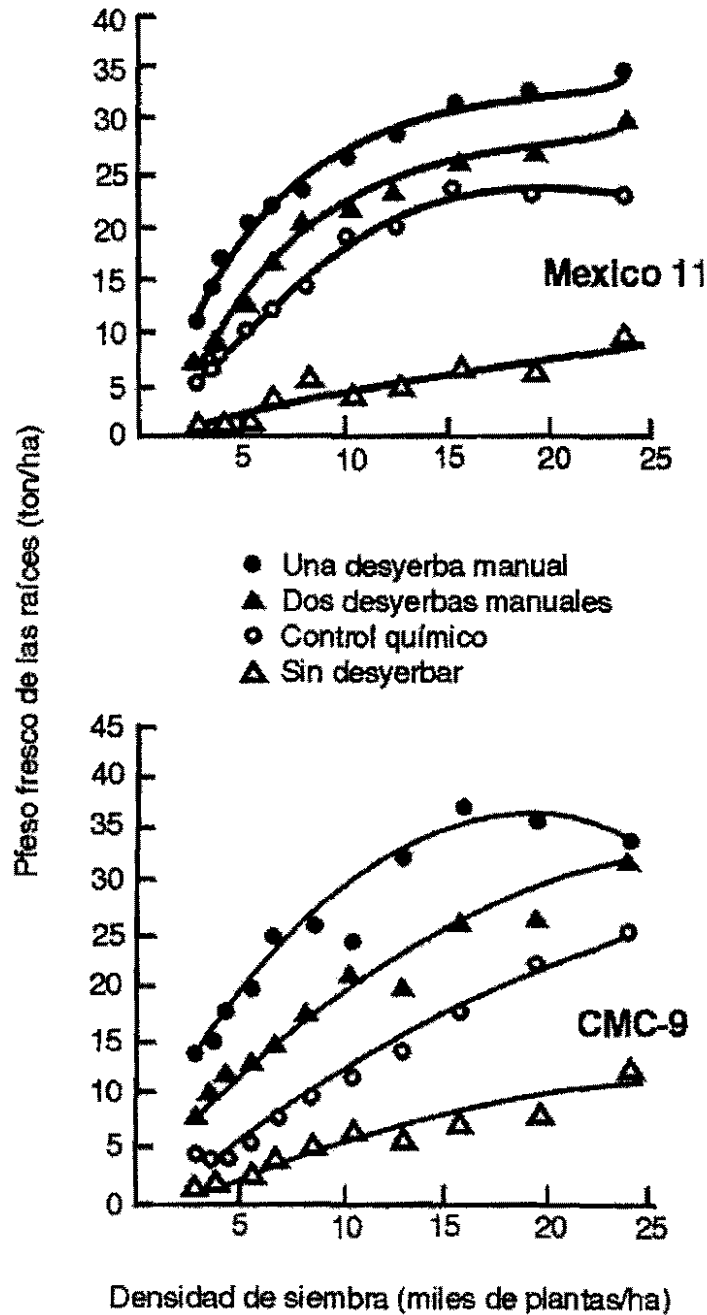
CONTROL MECÁNICO que consiste en:

1. Una desyerba manual entre plantas de los surcos
2. Una desyerba mecanizada entre surcos

CONTROL QUÍMICO que consiste en:

1. Aplicación de pre-emergentes: Karmex y Lazo
2. Aplicación de post-emergentes en dos aplicaciones: Roundup

Figura No 10.1. Efecto de la densidad de siembra de la yuca y del sistema de control de malezas sobre el peso fresco de raíces de las variedades CM-9 y México 11, a los 10 meses de sembradas (CIAT, 1979).



CAPITULO XI

Costos agrícolas en el Ingenio Yuquero en el Cauca

COSTOS AGRÍCOLAS EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA

El presente estudio ha identificado que el 82.5% del costo total del producto final (harina de yuca con el 12-13.5% de humedad) corresponde al costo de la yuca fresca utilizada como materia prima del Ingenio. Por esta razón se ha desarrollado un análisis completo de los factores que inciden en su costo agrícola para así orientar las acciones que se deben tener en cuenta para disminuirlo y contribuir a la viabilidad y rentabilidad de esta industria en el largo plazo.

FACTORES RELEVANTES QUE DEFINEN EL COSTO AGRÍCOLA DEL INGENIO

En la definición de los costos agrícolas del ingenio, el presente estudio ha identificado los siguientes factores relevantes:

1. El sistema de producción agrícola mecanizado sugerido que consiste en :
 - 1.1. Un Núcleo que genera la dinámica del Ingenio
 - 1.2. Un sistema de proveeduría agrícola externa, incluyendo el esquema de apoyo agrícola por parte del ingenio a los agricultores vinculados.
 - 1.3. Una política de manejo de variedades de yuca
 - 1.4. Una política de renovación de semilla certificada; y
 - 1.5. Una política de rotación de cultivos
2. La mecanización de las labores agrícolas en:
 - 2.1. Preparación del terreno
 - 2.2. Siembra
 - 2.3. Fertilización
 - 2.4. Riego
 - 2.5. Control de malezas
 - 2.6. Control de plagas y enfermedades
 - 2.7. Cosecha
 - 2.8. Producción de la propia semilla
 - 2.9. Transporte del sitio de los cultivos hasta la planta de procesamiento de la harina
3. Pendiente del terreno: Plano para efectuar las labores mecanizadas.
4. Los manejos integrados de: plagas, enfermedades y malezas
5. La densidad de siembra para:
 - 5.1. Contribuir al control de malezas

- 5.2. Facilitar la cosecha mecanizada
6. La selección de las variedades:
 - 6.1. Con resistencias desarrolladas contra plagas y enfermedades
 - 6.2. Orientadas a mayor productividad agrícola por hectárea en términos de contenido de materia seca (dulces versus amargas)
 - 6.3. Para facilitar la siembra mecanizada (porte erecto)
7. Manejo sostenible del suelo basado en:
 - 7.1. La aplicación de fertilizantes en proporción a la extracción de nutrientes
 - 7.2. Prácticas culturales
 - 7.3. Rotación de cultivos
8. Localización, teniendo en cuenta:
 - 8.1. Características:
 - Edafológicas (químicas, físicas y pH)
 - Climáticas, incluyendo la precipitación anual (costo de riego)
 - 8.2. Infraestructura y disponibilidad en:
 - Vías de comunicación (costos de transporte y mantenimiento de equipos)
 - Energía : eléctrica y gas (costos de proceso industrial)
 - Agua (costos de proceso industrial)
 - 8.3. Disponibilidad de tierras por sus costos de:
 - Oportunidad agrícola
 - Transporte de la materia prima desde el cultivo hasta el sitio de procesamiento industrial
 - 8.4. Cultura de producción masiva agrícola (facilidad y estabilidad en la implantación de la yuca como cultivo masivo)
 - 8.5. Disponibilidad de mano de obra (costo laboral)
 - 8.6. Cercanía a sus consumidores (avícolas)

Estos ocho factores se han venido tratando en la estructuración del presente paquete tecnológico agrícola. La mecanización es un factor relevante que vamos a tratar a continuación:

EQUIPOS

Este estudio ha identificado los equipos que se requieren en el cultivo de la yuca para las siguientes labores:

- Preparación del terreno
- Siembra
- Fertilización
- Riego
- Control de malezas
- Control de plagas y enfermedades
- Cosecha
- Producción de la propia semilla
- Transporte del sitio de los cultivos hasta la planta de procesamiento de la harina

El sistema agrícola del Ingenio define el control directo de 1000 hectáreas que corresponden a una producción anual de 25,000 toneladas de yuca fresca (aproximadamente 20% del requerimiento total) y la compra a través de agricultores vinculados de la producción de 4,200 hectáreas con un volumen anual de 105,000 toneladas (aproximadamente el 80% del requerimiento total).

El cuadro No 1 del Anexo 5 muestra los equipos requeridos en el Ingenio; para el control de las 1000 hectáreas directamente por el Ingenio y los equipos que se requieren en las 5,200 hectáreas, incluyendo el apoyo a los agricultores vinculados; los cuales fueron calculados con el criterio de máxima utilización de su capacidad, con la siguiente información:

- Tipo de equipo
- Marca
- Productividad estimada en has / turno de 8 horas
- Horas requeridas / ha
- Requerimiento en horas para 1000 hectáreas / año
- Requerimiento en horas para 5,200 hectáreas / año
- Disponibilidad en horas / mes
- Disponibilidad en horas / año
- Cantidad de equipos para 1000 hectáreas
- Cantidad de equipos para 5,200 hectáreas
- Disponibilidad por equipo en horas / año para otras actividades

INCENTIVOS DE FINAGRO

El Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario-Finagro- mediante las Resoluciones : No 03 y No 04 del 22 de Marzo del 2000 establecieron que el ICR para los equipos que están incluidos en el Paquete Tecnológico Agrícola podrán acceder al Incentivo a la Capitalización Rural, ICR, hasta en el 40% del valor de la inversión, al participar cada uno de los 4 inversionistas más el Ingenio como tal, como agricultores parte del Ingenio, según el decreto 312 de 1991 o los demás que lo modifiquen.

El cuadro 11.1. muestra la forma de utilización del ICR, por cada una de las empresas, dentro de la reglamentación vigente. La utilización por parte de cada una de las 5 empresas del valor del ICR es solo el 64.6% del valor máximo permisible.

Al ICR tienen acceso las personas naturales y jurídicas que de forma individual o colectiva ejecuten proyectos de inversión nueva, dirigidos a mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción agropecuaria y a reducir sus riesgos de manera duradera. Estos proyectos deberán ejecutarse en predios sobre los cuales se tenga la propiedad o previa existencia de un contrato de arrendamiento no inferior al plazo del crédito solicitado, siempre que sobre el mismo predio no concorra otro ICR en el mismo año. Cuando no exista propietario de las tierras, se exigirá un certificado que acredite la tenencia del inmueble expedido por la autoridad competente.

Cuadro No 11.1. Forma de utilización del ICR por cada una de las empresas a participar en el Ingenio Yuquero en el Cauca dentro de la reglamentación vigente.

Empresa	Inversion Col \$ (000)	ICR 40%	ICR Max/Es Col \$ 000	% utilización ICR
Empresa 1	216,648	83,976	130,050	64.6
Empresa 2	216,648	83,976	130,050	64.6
Empresa 3	216,648	83,976	130,050	64.6
Empresa 4	216,648	83,976	130,050	64.6
Empresa 5	216,648	83,976	130,050	64.6
Total	1,083,240	419,882	650,250	64.6

Fuente : Cálculos Mitsubimi. Tasa de cambio : \$2,160 / 1US\$. Salario mínimo mensual legal vigente : \$260,100

Dentro de la Reglamentación confirmada el día 28 de Julio del 2000, quedó incluido el tractor ref 7810 de 180 HP. Los equipos que involucren discos no están cubiertos por el ICR, por lo tanto: los arados de disco (Rome) no se incluyen en estos beneficios; las cultivadoras que se incluyen son tipo escardillo y; los pulidores son tipo Field Cultivators, estos dos últimos cubiertos por el ICR.

El cuadro No 2 del Anexo 5 muestra el valor de los equipos con y sin ICR para cada una de las labores identificadas en el sistema de mecanización del Ingenio. Los valores en pesos están calculados con base en una tasa de cambio de \$2,160 / 1US\$.

El Cuadro No 3 del Anexo 5 muestra el valor de los equipos agrícolas para 1,000 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares. La tasa de cambio utilizada es de \$2,160 / 1US\$.

El cuadro No 11.2. muestra un resumen de la inversión en los equipos para las 1000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio, el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares.

El Cuadro No 4 del Anexo 5 muestra el valor de los equipos agrícolas para 5,200 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares. La tasa de cambio utilizada es de \$2,160 / 1US\$.

Cuadro No 11.2. Resumen de la inversión en los equipos para las 1000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio, el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares.

Item	Inversion	Ahorro	Neto US\$	Neto Col\$
	US\$	ICR 40% en US\$	Total	Total
Siembra	37,500	15,000	22,500	48,600,000
Riego	42,000	16,800	25,200	54,432,000
Cultivada	34,750	13,900	20,850	45,036,000
Preparacion de tierra	128,025	45,000	83,025	179,334,000
Recoleccion mecanica de yuca fresca	140,550	56,220	84,330	182,152,800
Recoleccion mecanica de tallos	0	0	0	0
Total	382,825	146,920	235,905	509,554,800

Fuente : Cálculos Mitsubimi. Tasa de cambio : \$2,160 / 1US\$

El cuadro No 11.3. muestra un resumen de la inversión en los equipos para las 5,200 hectáreas; incluyendo las 1,000 controladas directamente por el Ingenio, y las 4,200 de los agricultores vinculados con su programa de apoyo agrícola; el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares.

Con base en los equipos identificados, sus valores y los incentivos de Finagro, se han definido los costos de producción por hectárea para cada uno de los equipos utilizados, para las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio. El cuadro No 5 del Anexo 5 muestra estos cálculos. Aunque el Incentivo a la Capitalización Rural podría interpretarse como un efecto en el flujo de caja, para el caso de los cálculos en el Ingenio Yuquero se ha considerado como un menor valor del equipo, asumiendo que el gobierno no reconocería incentivos sobre incentivos. La depreciación se ha considerado en línea recta a 10 años.

Los costos de producción por hectárea, incluyendo equipos y sus costos de manejo: mano de obra, combustible, y mantenimiento, se presentan en el cuadro No. 6 del Anexo 5

Cuadro No 11.3. Resumen de la inversión en los equipos para las 5,200 hectáreas; incluyendo las 1,000 controladas directamente por el Ingenio, y las 4,200 de los agricultores vinculados con su programa de apoyo agrícola; el ahorro usando el ICR y los valores netos en pesos y en dólares.

Item	Inversion	Ahorro	Neto US\$	Neto Col\$
	US\$	ICR 40% en US\$	Total	Total
Siembra	55,500	22,200	33,300	71,928,000
Riego	42,000	16,800	25,200	54,432,000
Cultivada	34,750	13,900	20,850	45,036,000
Preparacion de tierra	128,025	45,000	83,025	179,334,000
Recoleccion mecanica de yuca fresca	241,225	96,490	144,735	312,627,600
Recoleccion mecanica de tallos	0	0	0	0
Total	501,500	194,390	307,110	663,357,600

Fuente : Cálculos Mitsubimi. Tasa de cambio : \$2,160 / 1US\$

Con base en la orientación del equipo científico del CIAT y su programa de Mejoramiento de Yuca y Clayuca, los análisis de costos de equipos y su utilización presentados en este estudio, el Cuadro 11.4 presenta una propuesta sobre los costos de producción por hectárea del cultivo de la Yuca en el área del Norte del Departamento del Cauca donde se proyecta instalar el primer Ingenio Yuquero en Colombia. Las cifras incluyen los costos directos identificados en este paquete tecnológico, y dentro de los indirectos está la asistencia técnica, la administración agrícola (estos dos rubros definidos en el Capítulo XII, cuadro No 12.3) y los costos financieros proyectados con base en el promedio de la operación total del Ingenio. Nota: El valor definitivo de los costos financieros se tomará del estudio financiero total y se hará el ajuste correspondiente. El valor del arrendamiento de la tierra no se incluye bajo el concepto que el rendimiento económico esperado por el agricultor incluye el costo de oportunidad del alquiler de la tierra y de esta forma no se toma como doble negocio.

Cuadro No 11.4. Costos de producción por hectárea para el cultivo de la yuca, usando un sistema mecanizado, en el Departamento del Cauca (Julio 2000)

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		%	
			UNITARIO (\$)	HECTAREA (\$)	Directos Indirectos	Costo Total
1.COSTOS DIRECTOS						
1.1. Preparación terreno						
Arada con cincel	Pases	1		18,405.6	1.7	1.5
Arada con discos o Rome	Pases	2		36,811.1	3.3	3.0
Pulida	Pases	2		36,811.1	3.3	3.0
Caballoneada (surcada)	Pases	1		18,405.6	1.7	1.5
Subtotal 1				110,433.4	10.0	8.9
1.2. Semilla/siembra						
Costo de semilla	Cangre 20 cm	10,000.0	8.6	86,194.5	7.8	7.0
Siembra y resiembra	hectárea			32,460.0	2.9	2.6
Subtotal 2				118,654.5	10.7	9.6
1.3. Riego						
Germinación	hectarea	1	15,043.2	15,043.2	1.4	1.2
Establecimiento	hectarea	1	15,043.2	15,043.2	1.4	1.2
Subtotal 3				30,086.4	2.7	2.4
1.4. Control malezas						
Aplicación pre (tractor)	hectárea	1	10,582.4	10,582.4	1.0	0.9
Karmex (Pre-emergente)	Kg	2	13,000.0	26,000.0	2.3	2.1
Lazo (Pre-emergente)	Lt	4	10,000.0	40,000.0	3.6	3.2
Aplicación post (manual)- 2 veces-	Jornal	1	9,000.0	18,000.0	1.6	1.5
Roundup- 2 aplicaciones	Lt	2	12,000.0	48,000.0	4.3	3.9
Desyerba manual-una entre surcos	Jornal	5	9,000.0	45,000.0	4.1	3.6
Cultivada Mecanizada	Hora-maquina	1	11,457.8	11,457.8	1.0	0.9
Subtotal 4				199,040.2	17.9	16.1
1.5 Encalamiento Mecánico incorporado al pulir						
Cal Dolomítica	Bto X 50 Kg	10	3,350.0	33,500.0	3.0	2.7
Voleadora mecánica	costo/ha	1	5,337.5	5,337.5	0.5	0.4
Subtotal 5				38,837.5	3.5	3.1
1.6 Fertilización						
Análisis suelo por cada 10 Has	ha	1	80,000.0	8,000.0	0.7	0.6
ABONO 10-20-20	Bto X 50 Kg	8	25,000.0	200,000.0	18.0	16.1
Aplicación fertilizantes*	Jornal	1	9,000.0	9,000.0	0.8	0.7
Subtotal 6				217,000.0	19.6	17.5
Fuente: Cálculos Mitsubimi						

Cuadro No 11.4. Costos de producción por hectárea para el cultivo de la yuca, usando un sistema mecanizado, en el Departamento del Cauca (Julio 2000) (Continuación)

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		%	
			UNITARIO (\$)	HECTAREA (\$)	Directos	Costo Total
1.7 Control plagas y enfermed.						
Insecticidas:						
Trichogramma para cachón *100 pulgadas /aplicación	Pulgadas	3	150.0	45,000.0	4.1	3.6
Profitox para cachón (20% del área)	Kg	1	25,000.0	5,000.0	0.5	0.4
Sistemín para Trips (20% del área)	Lt	0.5	22,600.0	2,260.0	0.2	0.2
Crisopa para mosca blanca	individuos/ha por liberación	2	60,000.0	120,000.0	10.8	9.7
Aplicaciones manuales	Jornales/ha			21,600.0	1.9	1.7
Aplicaciones aéreas	Vuelo	0.4	16,000.0	6,400.0	0.6	0.5
Trampa de Luz para cachón		0.02	200,000.0	4,000.0	0.4	0.3
Entomopatogenos Chinche de la raíz 20% area 2 veces	Kg	0.3	36,000.0	21,600.0	1.9	1.7
Subtotal 7				225,860.0	20.4	18.2
Fungicidas:						
Oxicloruro de cobre	Kg	0.5	5,000.0	2,500.0	0.2	0.2
Aplicación aérea 20%	Vuelo	0.2	16,000.0	3,200.0	0.3	0.3
Subtotal 8				5,700.0	0.5	0.5
1.8. Cosecha						
Mecánica	hectarea			110,631.9	10.0	8.9
Subtotal 9				110,631.9	10.0	8.9
Subtotal Costos						
Directos				1,056,243.9	95.2	85.2
Imprevistos (5%)				52,812.2	4.8	4.3
Total Costos Directos				1,109,056.1	100.0	89.5
2. COSTOS INDIRECTOS						
2.1. Asistencia Técnica				58,504.8	44.9	4.7
2.2. Administración				12,654.8	9.7	1.0
2.3. Costos financieros				59,010.8	45.3	4.8
Total costos indirectos				130,170.4	100.0	10.5
Gran Total Costos				1,239,226.5		100.0
			Total Costos Por Tonelada en US\$			
	Ton / Ha		Directos	Indirectos	Costo Total	
	35		14.7	1.7	16.4	
	30		17.1	2.0	19.1	
	25		20.5	2.4	22.9	
	20		25.7	3.0	28.7	
Fuente : Cálculos Mitsubimi						

CAPITULO XII

Personal para el manejo agrícola y asistencia técnica en el Ingenio

PERSONAL PARA EL MANEJO AGRÍCOLA DEL INGENIO

El manejo agrícola del Ingenio requiere un personal con el siguiente perfil:

- Experiencia en el manejo de cultivos masivos (caña de azúcar, Palma Africana, Banano, Café, maíz, soya, yuca)
- Entendimiento de la importancia de la investigación para que conjuntamente con entidades como CIAT, Corpoica, ICA, Colciencias y Universidad Nacional sede Palmira, participen en desarrollos tecnológicos orientados al fortalecimiento y expansión del cultivo en el área del Ingenio, en los siguientes temas:
 - Manejo sostenible del suelo
 - Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas
 - Variedades de yuca
 - Manejo de semilla certificada
 - Paquetes tecnológicos de soya, maíz y sorgo para aplicar en la rotación de cultivos en el área del Ingenio
 - Mecanización en el proceso agrícola y en la recolección
- Cultura en el análisis de procesos orientada a la minimización de costos
- Cultura de servicio a los agricultores
- Habilidades para capacitación en los paquetes tecnológicos que se definan

Con base en este perfil, se han identificado los procesos en los cuales debe participar el personal agrícola del Ingenio y las actividades que debe desarrollar. Los procesos son : Relaciones internas, relaciones con agricultores vinculados, producción, recolección, acopio y transporte y relaciones con el Ingenio. El cuadro No 12.1. presenta una relación de estos procesos y estas actividades .

El Cuadro No 12.2. muestra como las 5,200 hectáreas del Ingenio están divididas por responsabilidad en 4 grupos de trabajo así : El primer grupo está conformado por el superintendente de campo y un extensionista. El superintendente además de sus funciones de dirección, tiene la responsabilidad directa sobre el manejo de la semilla certificada del Ingenio y de los programas de investigación y desarrollo. Cada uno de los otros tres grupos están conformados por un agrónomo y tres extensionistas que manejan un promedio de 400 hectáreas por persona, además de las funciones administrativas correspondientes definidas en los procesos identificados y presentados en el cuadro No 12.1.

Cuadro No 12.1. Relación de los procesos y las actividades a desarrollar por el personal agrícola del Ingenio.

Cargo	Procesos				
	Relaciones internas	Relaciones con agricultores vinculados	Producción	Recolección acopio y transporte	Relaciones con el Ingenio
Jefe de Operaciones	Manejo agrónomos	Contratos largo plazo	Programa siembras	Programa de recolección y transporte	Cumplimiento del programa de recolección
		Programa de facilitación de equipos de siembra y fofadores	Manejo sostenible del suelo		Investigación : variedades, fertilización, densidad de siembra, manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas
		Facilitación de semilla certificada	Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas		
		Asesoría en control costos de proceso	Control costos de proceso		Control costos de proceso
		Programas de Capacitación	Programas de calidad total		
Agrónomo	Manejo de extensionistas	Asesoría permanente	Programa siembras	Programa de recolección y transporte	Investigación : variedades, fertilización, densidad de siembra, manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas
		Capacitación	Manejo sostenible del suelo		
		Programa de facilitación de equipos de siembra y fofadores	Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas		
		Asesoría en control costos de proceso	Programas de calidad total		
		Facilitación de semilla limpia	Control costos de proceso		Control costos de proceso
Extensionista	Obfención de información	Asesoría permanente	Programa siembras	Programa de recolección y transporte	Investigación : variedades, fertilización, densidad de siembra, manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas
		Capacitación	Manejo sostenible del suelo		
		Programa de facilitación de equipos de siembra y fofadores	Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas		
		Asesoría en control costos de proceso	Programas de calidad total		
		Facilitación de semilla limpia	Control costos de proceso		Control costos de proceso

Fuente : Análisis Mitsubishi, 2000

Cuadro No 12.2. Distribución de áreas, medido en hectáreas, por grupos de trabajo y cálculo del área promedio de atención por persona.

Area	Grupo				Total Area
	I Dirección	II Agrónomo	III Agrónomo	IV Agrónomo	
Semilla Certificada	200				200
Investigación y Desarrollo	200				200
Area controlada directamente por el Ingenio	400	200	200	200	1,000
Agricultores vinculados	0	1,400	1,400	1,400	4,200
Total Area	400	1,600	1,600	1,600	5,200
Personas por Grupo					
Agrónomos	1	1	1	1	4
Extensionistas	1	3	3	3	10
Total Personal Agrícola	2	4	4	4	14
Area promedio por persona	200	400	400	400	371

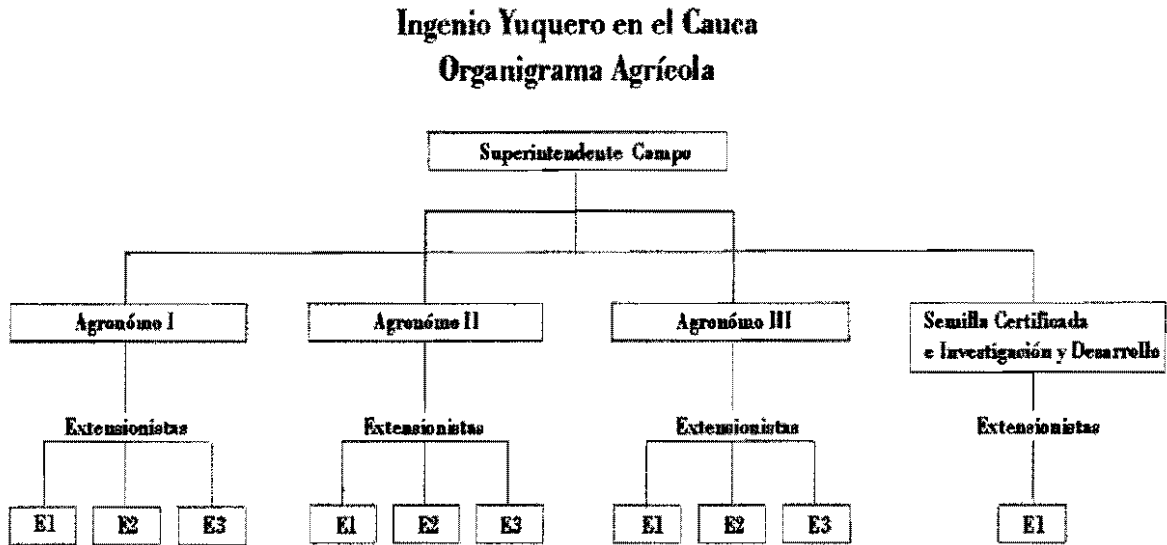
Fuente : Cálculos Mitsubimi

El área de las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio, se han distribuido en los 4 grupos así: 200 hectáreas para el manejo de la semilla certificada, 200 hectáreas para investigación y desarrollo, y 200 hectáreas para cada uno de los otros 3 grupos de trabajo liderados por los agrónomos. El saldo de las 4,200 hectáreas se han distribuido en estos tres grupos de trabajo cada uno con 1,400 hectáreas, para un total por grupo de 1,600 hectáreas.

La Figura 12.1. muestra el organigrama del personal agrícola del Ingenio que comprende 14 personas en total. Cada una de las personas estará asistida por un computador para su manejo administrativo y las programaciones de cultivos, siembras, capacitaciones, recolección, asesorías agrícolas y en costos de proceso.

El cuadro No 12.3 muestra el valor de la nómina para el manejo agrícola del Ingenio.

Figura 12.1 Organigrama del Personal Agrícola del Ingenio



Cuadro No 12.3. Valor nómina de personal para el manejo agrícola del Ingenio

Cargo	No de personas	Tipo de salario		Prestaciones sociales					Parafiscales **	Total persona (000)	Total (000)
		Integral (000)	Básico (000)	Cesantías (000)	Intereses sobre cesantías (000)	Vacaciones (000)	Prima legal (000)	Seguridad social *			
Superintendente de Campo	1	4,000				2,000		507	360	60,405	60,405
Agrónomos	3		2,000	2,000	240	1,000	2,000	362	180	35,746	107,239
Extensionistas	10		800	800	96	400	800	145	72	14,299	142,986
Total	14	4,000	2,800	2,800	336	3,400	2,800	1,014	612	110,450	310,630

* Salud y pensiones ** Sens, Bienestar familiar, caja de compensación Fuente : Cálculos Mitsubimi

ASISTENCIA TÉCNICA

La instalación del Ingenio Yuquero requiere de la oferta por parte del Ingenio de la prestación de la asistencia técnica a los agricultores vinculados. Esta organización está definida en el organigrama presentado en la Figura No 12.1. y en la asignación de áreas indicada en el cuadro 12.2.

El cuadro No 12.4. muestra el costo de la asistencia técnica con las 14 personas definidas, dotadas cada una de un computador para efectuar las labores descritas en el cuadro No 12.1.

Cuadro No 12.4. Valor costo de personal y de equipos de sistemas para asistencia técnica y administración agrícola en el Ingenio Yuquero de 50,000 toneladas/año

Item	Valor unitario (\$000)	No de ítemes	Valor total (\$000)	Valor total en US\$	Costo/Ha en US\$ en 5,200	Costo por tonelada		
						20 ton/ha	25 ton/ha	30 ton/ha
Administración								
Superintendente de campo	60,405	1	60,405	27,965	5.4	0.27	0.22	0.18
Computadores	5,400	1	5,400	2,500	0.5	0.02	0.02	0.02
Subtotal Administración	65,805	2	65,805	30,465	6	0.29	0.23	0.20
Asistencia Técnica								0.00
Agrónomos	35,746	3	107,239	49,648	9.5	0.48	0.38	0.32
Extensionistas	14,299	10	142,986	66,197	12.7	0.64	0.51	0.42
Computadores	5,400	10	54,000	25,000	4.8	0.24	0.19	0.16
Subtotal Asistencia técnica	55,445	23	304,225	140,845	27	1.35	1.08	0.90
Total	121,250	25	370,030	171,310	33	1.65	1.32	1.10

Fuente : Cálculos Mitsubimi . Tasa de cambio : \$2,160 / 1US\$

CAPITULO XIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio hace un análisis de los aspectos fundamentales del cultivo de la yuca, orientado a identificar todos los factores que son necesarios tener en cuenta para hacerlo rentable y sostenible en el largo plazo.

Con base en este análisis, el estudio concluye y recomienda :

CONCLUSIONES

1. Las raíces de la planta de yuca tienen un potencial alimenticio para ser utilizada en la composición de las dietas del sector pecuario, principalmente los animales monogástricos donde están incluidas las aves (gallinas ponedoras y pollos de engorde) , los cerdos y los peces.
2. La cáscara o corteza de la raíz de yuca acumula una proporción importante de proteína, fibra, grasa y minerales, por lo tanto la harina producida en el Ingenio yuquero incluye como materia prima la pulpa o cilindro central o parénquima y la corteza o cáscara.
3. La yuca contiene principios antinutricionales en forma de glucósidos cianogénicos que son necesarios tener en cuenta en el sistema de procesamiento industrial seleccionado, con el fin de que la utilización de la harina, producida y utilizada como componente en las dietas del sector pecuario, asegure un contenido permisible de menos de 100 ppm.

El presente estudio, en el paquete tecnológico de procesamiento industrial, demuestra que existen varias alternativas de proceso en línea, sin efluente vegetal, para el secado de yuca con resultados favorables en la eliminación de los compuestos cianogénicos. Existen varias alternativas de estos procesos tales como cadena de secadores tipo flash, cadena de secadores de lecho fluidizado, o combinaciones incluyendo secadores de tambor con secadores tipo flash o lecho fluidizado. Por lo tanto la eliminación del ácido cianhídrico que habilita la harina de yuca para consumo animal tiene su solución tecnológica probada.

4. El programa de mejoramiento de yuca del CIAT ha identificado 10 variedades para iniciar las siembras en el Ingenio Yuquero en el Cauca (ver cuadro No 2.6) con los siguientes resultados a nivel de ensayo : un rendimiento promedio de 48.37 toneladas de yuca fresca por hectárea, una relación en toneladas de yuca fresca / tonelada de yuca seca de 2.569373 y un rendimiento de materia seca en toneladas/ hectárea de 18.69. El contenido de cianuro integral promedio de estas 10 variedades es de 292.7 y corresponden a la clasificación de yucas dulces.

5. Para efectos de los cálculos en los modelos financieros el CIAT y Clayuca han avalado un rendimiento promedio de 25 + 5 Toneladas por hectárea y una relación de yuca fresca a yuca seca de 2.6.

El CIAT y agricultores independientes han logrado rendimientos superiores a los avalados para este estudio, en distintas partes del país (Costa Atlántica, Casanare, Valle del Cauca, Cauca) y estos se logran cuando se aplican los paquetes tecnológicos sugeridos. Este es el caso del Ingenio Yuquero y se espera que las productividades sean superiores a 35 toneladas por hectárea. En el cuadro No 11.4. se muestra la sensibilidad al costo por tonelada para productividades desde 20 hasta 35 toneladas de yuca fresca por hectárea, lo cual se presenta a continuación

Total Costos Por Tonelada en US\$			
Ton / Ha	Directos	Indirectos	Costo Total
35	14.7	1.7	16.4
30	17.1	2.0	19.1
25	20.5	2.4	22.9
20	25.7	3.0	28.7

6. El presente estudio ha identificado que el proceso industrial representa el 17.5 % del costo total de la harina de yuca y el 82.5% restante lo representa el proceso agrícola, considerando una productividad de 25 toneladas por hectárea.

Esta información está basada en los resultados obtenidos en el cuadro 11.4 sobre costos agrícolas en el sistema mecanizado propuesto para el Ingenio y en el costo estimado de procesamiento industrial de US\$12.7 / tonelada presentado por Lorenz-SuperBrix. Este dato se ajustará con el resultado del estudio financiero completo.

A continuación se muestra como una mayor productividad agrícola aumenta la participación industrial de 14.6% para el caso de 20 toneladas por hectárea a 23.0% en el caso de 35 toneladas por hectárea. La participación industrial puede ser mayor en productividades agrícolas mayores a 35 toneladas por hectárea, que son posibles y a la utilización de las otras partes de la planta (hojas y tallos) en la elaboración de otros subproductos.

INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA								
COSTOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES PARA DISTINTAS PRODUCTIVIDADES								
	Productividad Agrícola en Toneladas / Hectárea							
	20		25		30		35	
	Costo US\$	%	Costo US\$	%	Costo US\$	%	Costo US\$	%
Costo agrícola	74.6	85.4	59.7	82.5	49.7	79.7	42.6	77.0
Costo Industrial	12.7	14.6	12.7	17.5	12.7	20.3	12.7	23.0
Costo total	87.3	100.0	72.4	100.0	62.4	100.0	55.3	100.0

7. La capacidad de multiplicación de la planta de yuca a través de la propagación vegetativa o convencional y del cultivo de meristemas define que:
 - 7.1. En el inicio de las siembras del Ingenio se utilice la propagación vegetativa o convencional con semillas disponibles en los Departamentos del Cauca y Quindío, previa certificación de la sanidad vegetal por parte del ICA y del CIAT.
 - 7.2. Para el programa de semilla certificada del Ingenio se utilice un método de multiplicación combinado de cultivo de meristemas para obtener la semilla limpia y reproducción en campo bajo el control total del Ingenio. Este es el sistema más económico para el manejo de grandes volúmenes, como los requiere el Ingenio.
8. El cultivo de la yuca es óptimo en suelos adecuados que corresponden a aquellos donde se han logrado mayores productividades y sus características son : bien drenados, de textura mediana a pesada, un pH de aproximadamente 5.5 – 7 y un nivel freático no muy alto.
9. El cultivo de la yuca responde: a bajas aplicaciones de cal en suelos ácidos, pero es susceptible al encalamiento excesivo; a adecuadas fertilizaciones con fósforo y potasio; y en el caso del nitrógeno, altas aplicaciones pueden causar un crecimiento excesivo de las partes aéreas, una reducción en la síntesis del almidón y un escaso engrosamiento de las raíces.
10. La sostenibilidad del suelo sugiere permitir máximo dos cultivos consecutivos de yuca manejando un criterio de flexibilidad de acuerdo con las condiciones reales que se presenten.
11. Las tierras seleccionadas para el Ingenio Yuquero en el Cauca cumplen con las características generales para los requerimientos del cultivo de la yuca (cuadro 7.5)

y es necesario enfatizar en el manejo sostenible del suelo para mantener su productividad en el largo plazo.

12. La definición de la localización de las tierras del Ingenio incluye los siguientes factores relevantes:

- 12.1. Características edafológicas y climáticas y la precipitación anual
- 12.2. Infraestructura y disponibilidad en: vías de comunicación, energía: eléctrica y gas, agua, teléfonos.
- 12.3. Disponibilidad de tierras
- 12.4. Cultura de producción masiva agrícola.
- 12.5. Disponibilidad de mano de obra
- 12.6. Cercanía a centros de consumo del producto final.
- 12.7. Costos de transporte de la materia prima hasta el sitio del procesamiento industrial
- 12.8. Incentivos tributarios, si existen.

13. El costo agrícola del Ingenio incluye los siguientes ocho factores relevantes, los cuales definen la orientación de las actividades que se deben efectuar para disminuirlo y contribuir a la viabilidad y rentabilidad de esta industria:

- 13.1. El sistema de producción agrícola mecanizado
- 13.2. La mecanización de las labores agrícolas en: Preparación del terreno, Siembra, Fertilización, Riego, Control de malezas, Control de plagas y enfermedades, Cosecha, Producción de la propia semilla, Transporte del sitio de los cultivos hasta la planta de procesamiento de la harina
- 13.3. Pendiente del terreno: Plano para efectuar las labores mecanizadas.
- 13.4. Los manejos integrados de: plagas, enfermedades y malezas
- 13.5. La densidad de siembra para contribuir al control de malezas y facilitar la cosecha mecanizada
- 13.6. La selección de las variedades con resistencias desarrolladas contra plagas y enfermedades; orientadas a mayor productividad agrícola por hectárea en términos de contenido de materia seca (dulces versus amargas) y para facilitar la siembra mecanizada (porte erecto)
- 13.7. Manejo sostenible del suelo basado en la aplicación de fertilizantes en proporción a la extracción de nutrientes; prácticas culturales y rotación de cultivos.
- 13.8. Localización como se definió en el numeral 12 de estas conclusiones.

RECOMENDACIONES

1. Dar al Ingenio una orientación que le permita aumentar la participación de los industriales en esta agroempresa de tal forma que genere mayor atractividad para los inversionistas.

Para lograr este objetivo existen tres alternativas:

La primera es aumentando la participación directa de los industriales en el proceso agrícola del Ingenio en una proporción donde la proveeduría propia represente al menos la cantidad suficiente para obtener el punto de equilibrio del proceso industrial. Otra forma sería integrando agricultores al capital social en la proporción indicada anteriormente.

La segunda es diversificando con productos de mayor valor agregado para consumo humano e industrial, sobre lo cual ya existen tecnologías desarrolladas.

La tercera es aprovechando la oportunidad que ofrece la planta de yuca con las siguientes dos opciones: la primera es aumentando la productividad agrícola de tal forma que el costo de la materia prima disminuya y esto ya se está dando en la medida que se apliquen los paquetes tecnológicos con la comercialización asegurada; y la segunda es utilizando el follaje (hojas) para producir harina de yuca y los tallos para producir abonos mezclados con la gallinaza producida en el área de influencia del Ingenio y con minerales, estos últimos en convenio con los productores de abonos químicos como Monómeros Colombo Venezolanos. El mercado de estos abonos es para consumo, en el 100% de su producción de la fábrica, en las tierras que proveen yuca al Ingenio, y hace parte del manejo sostenible del suelo al devolver materia orgánica enriquecida con minerales a estos suelos. En este último caso el costo de producción de la planta de yuca se distribuye entre raíces, tallos y hojas de acuerdo con sus posibilidades de comercialización y como resultado el proceso industrial cobra mayor importancia.

2. Utilizar las yucas dulces con base en el análisis del rendimiento de la yuca en fresco y su contenido de materia seca, según la clasificación en yucas dulces (bajo contenido de ácido cianhídrico) y en yucas amargas (alto contenido de ácido cianhídrico). Las variedades actualmente disponibles han mostrado que las yucas dulces tienen un rendimiento de materia seca superior en un 38.24% con respecto a las variedades amargas (cuadro No 4.2.) en el ecosistema del Norte del Departamento del Cauca, sitio donde se proyecta instalar el primer Ingenio Yuquero en Colombia.
3. Utilizar el programa de multiplicación de semillas y de las siembras del Ingenio incluyendo:

- 3.1. Una densidad de siembra de 13,889 plantas (Figura 5.1.), lo cual contribuye al control de malezas y a facilitar la cosecha mecanizada. Nótese que el 96% de las raíces se encuentra a profundidades de menos de 30 cms.
 - 3.2. El sistema de propagación vegetativa o convencional en un programa de siembra mensual en hectáreas de: 43.3. en el primer año, 216.7 en el segundo año, 346.7 en el tercer año y 433.4 en el cuarto año (Cuadro No 5.3).
 - 3.3. Una política de implantación anual de semilla certificada en el 20% del área total del Ingenio a partir del cuarto año de iniciación de sus operaciones. En el cumplimiento de esta política, se requieren anualmente 58,957 plántulas in vitro y un área de cultivo para este propósito en hectáreas de: 4.2 en el primer año, 25.4 en el segundo año y de 174 a partir del tercer año, en forma permanente.
 - 3.4. Una provisión externa de plántulas in vitro a un costo de US\$0.25 cada una, para un valor total por año de US\$ 14.739. que al cambio de \$2160 / 1US\$ equivale a \$ 31.836.780
4. Incluir la rotación de cultivos con: soya, como aportante de nitrógeno y una gramínea (maíz o sorgo) como aportante de materia orgánica y potasio en el manejo de la sostenibilidad del suelo.
 5. Adoptar la aplicación mecanizada de fertilizantes con aplicación en banda lateral al momento de la siembra. Esta sugerencia se hace con base en la disponibilidad de los equipos Brasileños para la siembra y fertilización mecanizada y a la falta de respuesta clara sobre los métodos y épocas de aplicación de los fertilizantes.
 6. Adoptar un sistema de producción agrícola mecanizado que consiste en:
 - 6.1. Un Núcleo que genera la dinámica del Ingenio
 - 6.2. Un sistema de proveeduría agrícola externa
 - 6.3. Una política de manejo de variedades de yuca
 - 6.4. Una política de renovación de semilla certificada; y
 - 6.5. Una política de rotación de cultivos
 7. Utilizar la proveeduría agrícola externa mediante contratos a largo plazo basados en el contenido de materia seca.
 8. Incluir en el manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de la yuca los siguientes temas:
 - 8.1. Resistencia varietal
 - 8.2. Uso de semilla limpia
 - 8.3. Practicas culturales

- 8.4. Control biológico; y
 - 8.5. Uso de químicos en caso necesario
9. Incluir en el manejo integrado de malezas en el cultivo de la yuca los siguientes tres métodos de control:
- 9.1. Cultural, incluyendo la densidad de siembra
 - 9.2. Mecánico, y
 - 9.3. Químico
10. Adoptar la mecanización del Ingenio con una inversión de sólo US\$382.825 (US\$235,905 después de ICR) para las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio (cuadro 11.2) y de US\$ 501.500 (US\$307,110 después de ICR) para las 5,200 hectáreas totales del Ingenio (cuadro 11.3). Estas cifras indican que el valor de los equipos que el Ingenio aporta dentro del programa de apoyo a los agricultores vinculados tiene una inversión de US\$ 118,675 (US\$71,205 después de ICR), los cuales corresponden a sembradoras y fofadoras. Los equipos de recolección están integrados dentro del servicio de transporte de la materia prima desde el sitio de los cultivos hasta la planta de procesamiento industrial.
11. Utilizar los incentivos de Finagro (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario) mediante las Resoluciones: No 03 y No 04 del 22 de Marzo del 2000 por medio de las cuales se estableció que el ICR para los equipos que están incluidos en el Paquete Tecnológico Agrícola podrán acceder al Incentivo a la Capitalización Rural, ICR, hasta en el 40% del valor de la inversión. Cada uno de los 4 inversionistas más el Ingenio como tal, tiene la opción de participar como agricultores parte del Ingenio, según el decreto 312 de 1991.

El ICR genera un ahorro de US\$146,920 en la inversión de los equipos para las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio (cuadro No 11.2) y de US\$ 194,390 en la inversión de los equipos para las 5,200 hectáreas (cuadro No 11.3); incluyendo las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio, y las 4,200 de los agricultores vinculados con su programa de apoyo agrícola.

12. Establecer alianzas estratégicas, que permitan consolidar y fortalecer el desarrollo agrícola del Ingenio y su utilización avícola y porcícola en su área de influencia, con las siguientes entidades:
- 12.1. CIAT-Clayuca
 - 12.2. Corpoica
 - 12.3. Finagro
 - 12.4. ICA
 - 12.5. Fenalce

- 12.6. Universidad Nacional, sede Palmira
 - 12.7. Fenavi-Fonav
 - 12.8. Asociación Americana de Soya-ASA.
 - 12.9. Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura y Cooprocercos en el Valle
 - 12.10. Proveedores de alimentos balanceados para animales
 - 12.11. Fabricantes de abonos para facilitar la utilización del tallo de la planta de yuca
13. Adoptar una política de investigación permanente aplicada al área de influencia del Ingenio en los siguientes temas:
- 13.1. Manejo sostenible del suelo.
 - 13.2. Variedades de yuca
 - 13.3. Manejo integrado de plagas, enfermedades, y malezas
 - 13.4. Manejo de semilla certificada
 - 13.5. Paquetes tecnológicos de soya y maíz o sorgo para aplicar en la rotación de cultivos en el área del Ingenio.
 - 13.6. Composición de dietas para el sector pecuario utilizando la mayor proporción posible de harina de yuca.
 - 13.7. Composición de abonos utilizando el tallo de la planta de yuca.
 - 13.8. Paquetes tecnológicos de agroempresas para consumo humano e industrial.
14. Adoptar una estructura organizacional, para el manejo de las 5,200 hectáreas y la asesoría técnica a los agricultores vinculados al Ingenio, compuesta por 1 superintendente de campo, 3 agrónomos y 10 extensionistas agrícolas.
15. La instalación del primer Ingenio Yuquero en el Norte del Departamento del Cauca basado en: la disponibilidad de tierras aptas para este cultivo, de agua, de energía y facilitación del gas; los beneficios tributarios de la Ley Páez, para lo cual se constituyó la sociedad Ingenio Yuquero del Cauca S.A.; la cercanía al CIAT, con lo cual se facilita la transferencia de tecnología: agrícola, incluyendo virología, fitopatología, entomología y mejoramiento; fitosanitaria; genética; edafológica; y la implantación de los cultivos en forma masiva aprovechando esta cultura de producción que se tiene en el Valle Geográfico del Río Cauca con el cultivo de la caña de azúcar.

ANEXOS

ANEXOS**CAPITULO I****ASPECTOS GENERALES**

- | | |
|---|-----|
| 2. Ejemplo de dietas para aves y cerdos con base en la substitución de maíz por harina de yuca. | 127 |
| 4. Análisis nutricional de la yuca y varios productos ricos en almidón. | 128 |

CAPITULO II**SEMILLAS Y VARIETADES DE YUCA EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.**

- | | |
|---|-----|
| 5. Métodos de propagación rápida: | 129 |
| 3.2. Por medio de estacas de yuca: | 129 |
| • Figura No. 1. Cámara de Propagación. | 129 |
| • Figura No. 2: Características de la cámara de Propagación | 131 |
| (E) Base de la cámara | |
| (F) Orificios de la Canaleta | |
| (G) Contenido de la base de la cámara | |
| (H) Forma y posición del techo de la cámara | |
| • Figura No. 3. Cámara de Enraizamiento. | 132 |
| 3.3. Partiendo de esquejes de una hoja y una yema | 136 |
| • Figura No. 4. Cámara de Enraizamiento. | 137 |
| • Figura No. 5: Cámara de Enraizamiento | 138 |
| (D) Características de la mesa y de las bandejas | |
| (E) Ubicación del tendido de alambres | |
| (F) Detalles de la estructura que va sobre la mesa | |

CAPITULO VIII**SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO.**

- | | |
|--|-----|
| 4. Rotación de cultivos: | |
| 4.1. Costos de producción de Soya con la Línea L-194 y Soyica P-34 bajo el sistema de siembra convencional | 141 |
| P-34 bajo el sistema de siembra convencional | 142 |
| 4.2. Costos de producción de Soya con la Línea L-194 y Soyica P-34 bajo el sistema de siembra directa. | 143 |
| 4.3. Costos de producción de maíz bajo el sistema de siembra convencional y siembra directa. | 144 |

CAPITULO XI**COSTOS AGRÍCOLAS EN EL INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA.**

Costos agrícolas en el Ingenio Yuquero en el Cauca:	145
5.7. Equipos requeridos en el Ingenio; para el control de las 1000 hectáreas directamente por el Ingenio y los que se requieren en las 5,200 hectáreas, incluyendo el apoyo a los agricultores vinculados	146
5.8. Valor de los equipos con y sin ICR para cada una de las labores identificadas en el sistema de mecanización del Ingenio	147
5.9. Valor de los equipos agrícolas para 1,000 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio Yuquero de 5,200 hectáreas.	148
5.10. Valor de los equipos agrícolas para 5,200 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio Yuquero de 5,200 hectáreas.	149
5.11. Costos de producción por hectárea para cada uno de los equipos utilizados en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio	150
5.12. Costos de producción por hectárea, incluyendo equipos y sus costos de manejo: mano de obra, combustible, y mantenimiento en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio	151

ANEXO No. 1 EJEMPLO DE DIETA PARA AVES Y CERDOS CON BASE EN LA SUSTITUCIÓN DE MAÍZ POR HARINA DE YUCA.

	<u>Pollo engorde</u>		<u>%</u>	<u>Ponedoras</u>		<u>%</u>
Maíz	60.4	35.8	10.7	60.4	35.9	11.4
Harina de yuca	0	20.0	40.0	0	20.0	40.0
Torta de soya	11.6	8.9	9.8	20.4	17.1	13.7
Soya Integral	24.8	32.2	35.0	8.3	16.3	24.3
Aceite	0	0	1.4	0	0	0
Carbonato	1.2	1.0	0.9	8.7	8.5	8.3
Fosfato calcio	1.3	1.3	1.4	1.6	1.6	1.7
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Metionina	0.19	0.18	0.22	0.14	0.16	0.18
Vitaminas- Minerales- aditivos	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10

Fuente: Carlos Julián Buitrago, 1999.

ANEXO No. 2 NUTRIENTES PRINCIPALES DEL MAÍZ, YUCA FRESCA Y HARINA DE YUCA

	Maíz	Yuca Fresca %	Yuca harina
Humedad	12.0	65.0	12.0
Proteína	8.2	1.1	2.4
Almidones	63.0	25.0	68.0
Fibra	2.4	1.4	3.9
E. Etéreo	3.8	0.5	1.1
Ceniza	1.8	1.1	2.5
E.M Aves (mcal/kg)	3.4	1.2	3.1
E.M Cerdos (mcal/kg)	3.5	1.3	3.3
E.M Bovinos (mcal/kg)	3.6	1.3	3.3

Fuente: Cálculos Julián Buitrago, 1999.

ANEXO No. 3 MÉTODOS DE PROPAGACIÓN RÁPIDA

MÉTODO DE PROPAGACIÓN POR MEDIO DE ESTACAS DE YUCA

Este método fue creado y desarrollado en el CIAT por Cock, J. H.; Wholey, D.; Lozano, J. C.; Toro, J. C. (1976); posteriormente fue modificado en la misma institución. Consiste básicamente en la inducción y enraizamiento de retoños a partir de pequeñas estacas.

INSTALACIONES

Las instalaciones que requiere este método de propagación son: la cámara de propagación y la cámara de enraizamiento.

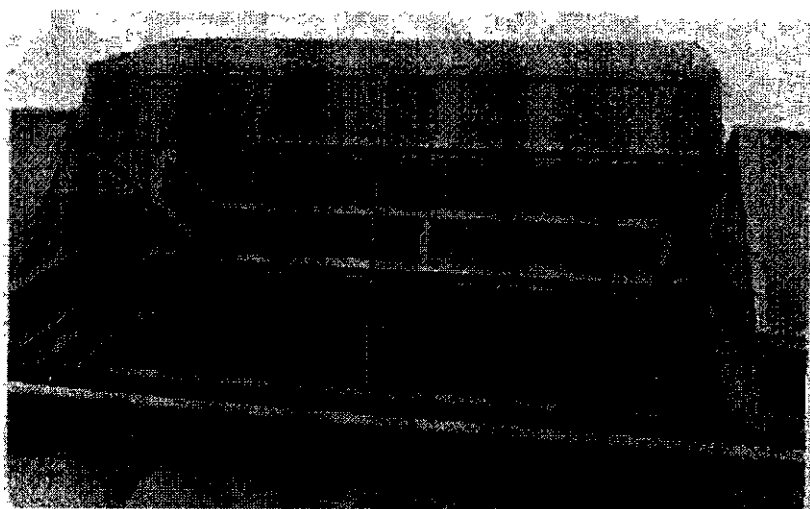


Figura No. 1 Cámara de Propagación

CÁMARA DE PROPAGACIÓN:

La cámara de propagación es una estructura de base rectangular con un techo (Figura 1) en la cual se siembran las estacas.

Su base está formada por una superficie rectangular rodeada de una canaleta angosta hecha en muros de concreto, sobre la cual se ubica el techo. El perímetro de la base es de 2.40 metros de largo por 1.20 metros de ancho y debe construirse sobre un suelo libre de vegetación. (Figura 2A).

La canaleta: Su finalidad es la de contener el agua, la cual, al evaporarse, permite mantener una humedad interna alta dentro de la cámara. En uno de sus extremos posee dos orificios, uno de ellos, el inferior, se mantiene taponado, y el otro, en la parte superior, abierto (Figura 2B). Este último mantiene el nivel de agua constante y el taponado permite la limpieza de la canaleta y el cambio del agua, para lo cual se retira el tapón.

En el fondo de la cámara se coloca una capa de grava, de aproximadamente 10 centímetros de espesor, para brindar un buen drenaje; encima un sustrato compuesto de arena y suelo, 20 cm de espesor. (Figura 2C). PH del sustrato Aprox. 6.

El techo de las cámaras en forma de caballete, 50 cm. De altura, de marcos de madera o aluminio y cubierto con un plástico transparente; la cubierta permite mantener altas la humedad y la temperatura dentro de la cámara (Figura 2D).

El techo debe descansar en el centro de la canaleta para permitir la salida de la humedad excesiva.

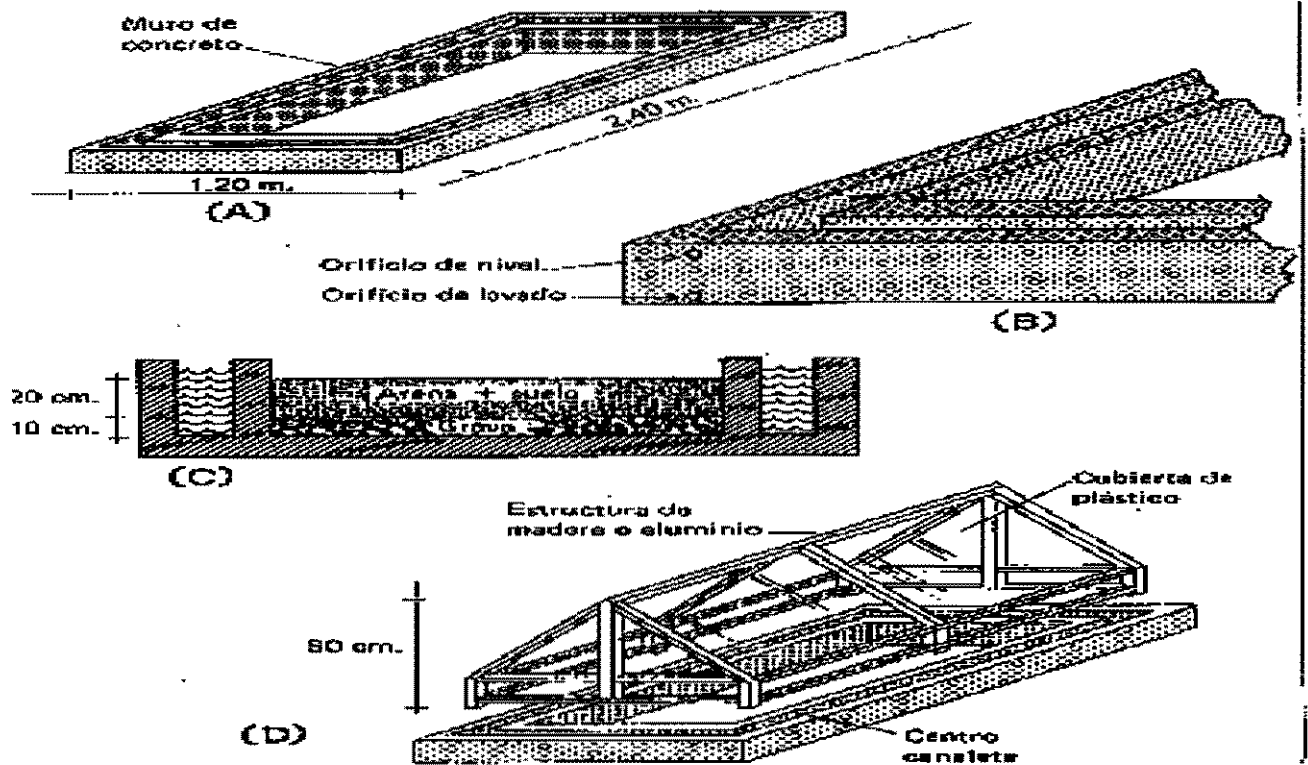


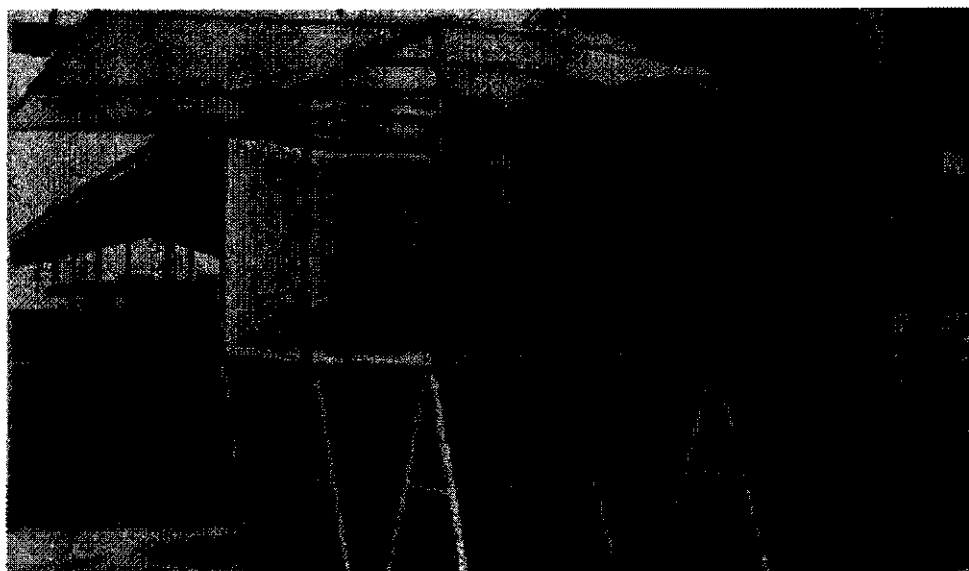
Figura No. 2 Características de la cámara de propagación: (A) Base de la cámara; (B) Orificios de la canaleta; (C) Contenido de la base de la cámara; (D) Forma y posición del techo de la cámara.

CÁMARA DE ENRAIZAMIENTO:

Consiste en una mesa rectangular de superficie blanca, que tiene sobrepuestas paredes o puertas y techo de plástico, en la cual se colocan los retoños para obtener su enraizamiento (Figura 3).

El color blanco impide el aumento de temperatura interna, ya que esta en exceso es nociva para los retoños. El techo debe quedar a una altura de 1.50 metros de la superficie de la mesa, para evitar el incremento excesivo de la temperatura dentro de la cámara. Una de las paredes más largas de la estructura debe ser plegable para que sirva de puerta.

Figura No. 3 Cámara de Enraizamiento



MATERIALES

Los materiales requeridos son los siguientes:

- Una sierra para cortar las estacas.
- Una cuchilla de filo para cortar retoños.
- Productos químicos para el tratamiento del sustrato, herramientas y estacas. Para la esterilización del suelo se pueden usar, entre otros productos, bromuro de metilo, formol al 10%, vapor de agua y fungicidas que sirvan para esto.
- Una vasija para el tratamiento de las estacas.
- Frascos de boca ancha o vasos de precipitados (beakers) que se utilizan para el enraizamiento de los retoños.

PROCEDIMIENTO

El procedimiento al aplicar el método de propagación rápida de yuca con base en estacas de dos yemas es el siguiente:

- El primer paso es esterilizar el suelo. Para ello se utiliza formol al 10% en cantidad de 10 litros por cámara, o bromuro de metilo a razón de 680 gramos (1.5 libras) por metro cúbico de sustrato; este último producto debe utilizarse con mucha precaución debido a su alta toxicidad. En el tratamiento con cualquiera de los dos productos se cubre la cámara con un plástico grueso durante cinco días, al cabo de los cuales se siembran las estacas.

Cuando se desinfecta con vapor de agua, debe aplicarse a 80 Grados Centígrados, durante dos horas, por metro cúbico de sustrato

- Si el sustrato es de baja fertilidad, se le debe agregar un fertilizante adecuado para mejorar sus condiciones.
- Una vez preparada la cámara se seleccionan en el campo plantas sanas y maduras, de por lo menos 8 meses de edad (en el trópico) y se cortan los mejores tallos.
- De los tallos anteriores y con ayuda de la sierra, previamente desinfectada y colocada fijamente en una prensa de taller para proporcionarle firmeza, se cortan estacas de dos nudos.

La sierra debe mantener desinfectada limpiándola antes de cada corte con Hipoclorito de sodio, permanganato de potasio, formol o alcohol.

- Las estacas se deben tratar por sumersión en una suspensión de fungicida con insecticida, durante 5 minutos.

Cuando se utiliza un solo producto, se mezclan 6 gramos por cada litro de agua, y cuando se utiliza la mezcla de dos productos, se toman solo 3 gramos de cada uno. Las estacas, ya tratadas, se dejan secar al aire.

- Posteriormente se siembran las estacas en posición horizontal, a una profundidad aproximada de un centímetro, y se cubren ligeramente con el sustrato; luego se humedece hasta capacidad de campo. Se debe tener en cuenta que la posición correcta de siembra de las estacas es aquella en la que la distancia más corta entre las dos yemas quede hacia arriba.
- Una vez sembradas las estacas, se coloca el techo. Se debe cuidar que las canaletas permanezcan llenas de agua para asegurar una buena evaporación y, por lo tanto, una alta humedad relativa dentro de la cámara, la que junto con la alta temperatura estimula el brote de las yemas. En lugares o épocas del año demasiado calurosas y de alta humedad relativa, como por ejemplo Cuba, a las cámaras de propagación se les debe reemplazar el material plástico por una tela de mosquitero y rociarles agua cada hora (entre las 9 de la mañana y las 3 de la tarde), para evitar el marchitamiento de las plántulas. En épocas muy frías las estacas demoran mucho en producir retoños y éstos no enraízan bien. Por lo tanto, en las anteriores condiciones este método probablemente requiera algunas variaciones, que deben ser investigadas para cada situación en particular.

- A las 2 ó 3 semanas de sembradas las estacas y según el vigor de las variedades, se obtiene un gran número de retoños. Cuando estos alcanzan entre 5-10 centímetros de altura, se cortan a un centímetro del cuello utilizando una cuchilla de filo fino, debidamente desinfectada con hipoclorito de sodio, permanganato de potasio, formol o alcohol. Normalmente, durante los 4 meses posteriores a la siembra, una estaca sembrada en forma correcta puede producir 10 brotes, de los cuales los 8 primeros resultan suficientemente vigorosos. En términos generales, se considera que cada estaca continúa produciendo brotes hasta que se terminan sus reservas. Sin embargo, la frecuencia con que se puedan cortar los retoños depende del vigor de la estaca, de la variedad y de la temperatura. Generalmente, una estaca gruesa da más retoños y con mayor frecuencia que una estaca delgada de la misma variedad; además, a medida que aumenta la temperatura se incrementa el número de brotes.
- Los brotes normalmente presentan muchas ramificaciones, siendo necesario cortar la mayoría y dejar sólo el cogollo, con el fin de evitar el marchitamiento. También es necesario hacer un corte definitivo del tallo, exactamente debajo de una yema, con el fin de estimular el enraizamiento.
- Los brotes, así preparados, se colocan inmediatamente en un vaso de precipitados o en cualquier otro recipiente con agua hervida fría, con el fin de detener la emanación de látex, evitar la contaminación del brote por patógenos del aire, o su oxidación. Esta etapa del procedimiento es muy importante para el éxito de la propagación.
- Una vez que se haya detenido la emanación de látex en los brotes, éstos se transfieren a otros beakers o recipientes semejantes, de 500 centímetros cúbicos de capacidad, y se les agrega agua hasta un nivel de 200 centímetros; en estos recipientes se pueden colocar hasta 80 brotes.
- Los recipientes con los brotes se colocan inmediatamente en la cámara de enraizamiento. En aquellas regiones donde la radiación solar es alta entre las 10 a.m. y 3 p.m., las cámaras de enraizamiento se deben colocar debajo de una estructura que disminuya la intensidad de dicha radiación con el fin de evitar la desecación de los brotes. Ya en la cámara de enraizamiento los brotes sufren una serie de cambios hasta enraizar; inicialmente se conservan verdes, pero 2-4 días después las hojas se marchitan y parece como si el brote hubiera muerto. Aproximadamente a los 8 días el brote, ya recuperado, tiene callo e inicia el enraizamiento. A los 12 días el crecimiento radical es más notorio y salen nuevas hojas. Después de un periodo de 16 días, las raíces están más desarrolladas y es el momento oportuno para efectuar el trasplante al campo.

A los 20 días los brotes tienen una raíz más grande y nuevas hojas; este estado ya no es apropiado para el trasplante porque algunas raíces se maltratan, lo que retarda su establecimiento. Los intervalos anteriormente descritos pueden variar según el cultivar de yuca que se utilice y las condiciones climáticas de la zona.

- En las investigaciones llevadas a cabo en el CIAT, se ha encontrado que los beakers con los brotes a enraizar también se pueden colocar en la cámara de propagación, donde se ha observado que el enraizamiento es más rápido.
- La edad ideal para efectuar el trasplante de los brotes al campo es entre 14 a 16 días; es decisivo para el éxito del trasplante el que éste se haga cuando las raicillas apenas empiezan a salir, por que en la medida en que sean más largas el establecimiento del brote se dificultará más. Los brotes se deben sembrar casi hasta el cogollo y es indispensable mantener una humedad adecuada durante las dos primeras semanas posteriores a la siembra para lograr un buen establecimiento de los brotes y obtener unas plantas sanas y vigorosas.

VENTAJAS DEL MÉTODO

Las ventajas de la propagación a partir de estacas de dos nudos son las siguientes:

1. Es uno de los pocos métodos para propagar variedades promisorias en cantidad suficiente y de manera rápida.
2. Este método puede utilizarse para la limpieza de variedades de yuca afectadas por *xanthomonas manihotis* (añublo bacterial), una de las enfermedades que atacan severamente este cultivo.
3. Es un método sencillo, barato y que se puede adoptar en cualquier finca.
4. Es más eficiente que el sistema tradicional de propagación de la yuca. Mediante el sistema, a partir de una planta madura se obtiene entre 10 y 20 estacas de tamaño comercial (20 centímetros), las que después de un año de sembradas en el campo, producen entre 100 y 400 estacas. Con el método de propagación rápida, de esta misma planta se pueden cortar 150 estacas de dos nudos, cada una de las cuales produce ocho brotes, o sea un total de 1.200. Al cabo de un año la planta formada a partir de cada brote produce entre 10 y 20 estacas, obteniéndose finalmente un total de 12,000 a 24,000 estacas de tamaño comercial. La diferencia en el número de estacas nos demuestra la mayor eficiencia del método de propagación rápida.

MÉTODO DE PROPAGACIÓN PARTIENDO DE ESQUEJES DE UNA HOJA Y UNA YEMA

Esta técnica fue creada por Chant y Marden (1958) y modificada simultáneamente en 1972 por Kloppenburg y sus colaboradores en el Departamento de Cultivos Tropicales de la Universidad de Wageningen, en Holanda, y por Sykes y Harney en la Universidad de Guelph, en Canadá. En 1979 este método fue mejorado por Pateña y sus colaboradores en el Instituto de Mejoramiento de Plantas de la Universidad de Filipinas, en los Baños.

Posteriormente en el CIAT, Roca y sus colaboradores en un proyecto conjunto con los filipinos, ensayaron y simplificaron esta técnica, la cual se describe a continuación.

INSTALACIONES

CÁMARA DE ENRAIZAMIENTO

La cámara de enraizamiento consiste básicamente en una mesa sobre la cual va instalada una estructura de aluminio o hierro, que está cubierta de plástico (Figura 4).

La mesa es metálica, de 2 metros de largo por 1 metro de ancho y 0.70 metros de alto. Sobre ella se colocan 12 bandejas de plástico o asbesto, de 50 centímetros de largo por 34 de ancho y 10 de alto, que tiene suficientes perforaciones para drenaje y que contienen un sustrato de arena gruesa esterilizada (Figura 5A). Sobre la superficie de la mesa y a una altura de 20 centímetros, se coloca un tendido de alambre, en hileras a lo largo, cada 5 centímetros (Figura 5B).

La estructura de aluminio o hierro que se instala encima de la mesa tiene 2 metros de largo por 1 de ancho y 1 de alto, y termina en un pequeño caballete a dos aguas; está cubierta de plástico, tiene los dos lados más grandes en forma de cortinas, para facilitar la colocación y retiro de los esquejes, y el control del ambiente interno de la cámara (Figura 5C). En el interior de la cámara y a media altura se ubica un tubo con dos pequeños nebulizadores, de una capacidad de caudal de 50 litros de agua por hora o menos si es posible.



Figura No. 4. Cámara de Enraizamiento

MATERIALES

Los materiales básicos que requiere este método son los siguientes:

- Navaja o bisturí con buen filo para el corte de los esquejes.
- Tijeras para cortar los folíolos.
- Baldes para colocar los esquejes.
- Potes de cartón prensado, o bolsas plásticas para el transplante de los brotes.
- Productos químicos para el tratamiento del sustrato, y la desinfección de las herramientas y de los esquejes.

PROCEDIMIENTO

El procedimiento para propagar yuca mediante esquejes de una hoja y una yema es el siguiente:

- Se desinfecta el sustrato de arena gruesa que se depositará en las bandejas.

Luego se seleccionan en el campo plantas de yuca sanas, que tengan de 3 a 4 meses de edad en las condiciones edafoclimáticas del CIAT, en Palmira. Con el bisturí (o la navaja), bien afilado y desinfectado, se cortan todas las hojas desarrolladas, haciendo una escisión ligeramente por debajo de la yema ubicada

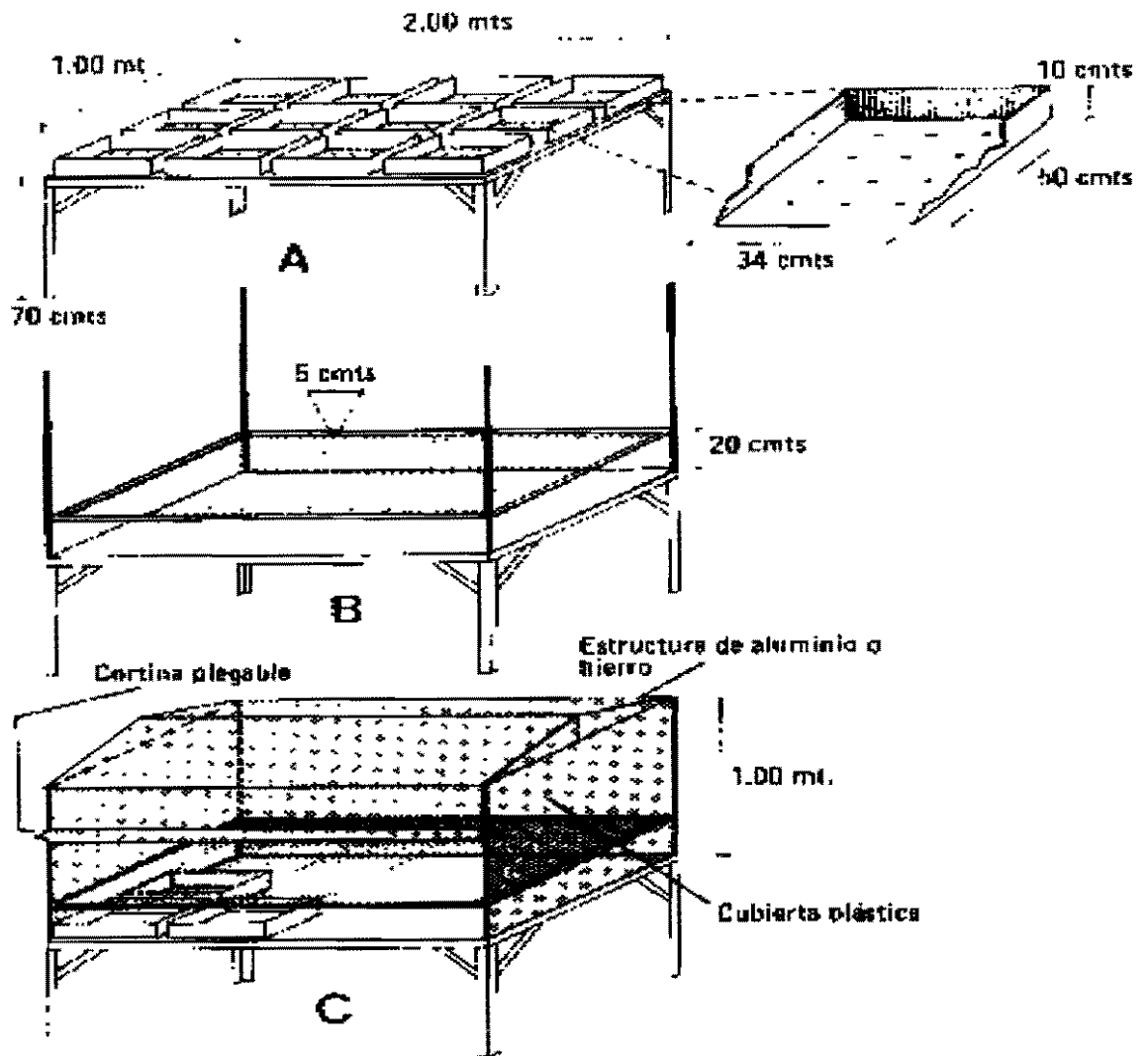


Figura No. 5. Cámara de enraizamiento: (A) Características de la mesa y de las bandejas; (B) Ubicación del tendido de alambres; (C) Detalles de la estructura que va sobre la mesa.

- En la base del pecíolo teniendo cuidado que lleven siempre una porción de leño. Luego las láminas foliares se cortan a menos de la mitad de su longitud, en forma de roseta. De cada planta se pueden obtener entre 100-150 hojas, según las condiciones ambientales y el tipo de ramificación de la planta, principalmente.
- Cada hoja o esqueje, cortado de la manera anterior, comprende:

Una lámina foliar (cortada a menos de la mitad de su longitud).

Un pecíolo y su yema auxiliar, y

Una pequeña porción de tejido nodal (caulinar) que acompaña la yema.

- Las hojas cortadas se colocan inmediatamente en un recipiente con agua hervida fría para evitar la salida del látex; luego se llevan al lugar donde están ubicadas las cámaras de enraizamiento.
- Listos ya los esquejes, se trazan en el sustrato pequeños surcos a lo largo de las bandejas de cámara y se plantan los esquejes, de manera tal que queden inclinadas sobre los alambres para que éstos los sostengan. En cada bandeja se pueden sembrar 50 esquejes, aproximadamente, lo que equivale a unos 600 esquejes por cámara.
- Dentro de la cámara los esquejes se mantienen bajo nebulización continua, durante 12 horas diarias, de 8 a 15 días, según la variedad de yuca. Durante todo el periodo de enraizamiento los lados más grandes de la cubierta de la cámara se mantienen durante el día a 30 cm de altura sobre la mesa, y se bajen totalmente al llegar la noche. De esta manera la temperatura interna de las cámaras llega hasta 35 grados C durante el día y baja hasta 22 grados C durante la noche, en las condiciones del CIAT, en Palmira.

Si las cámaras no están en la casa de mallas si no en condiciones ambientales, hay necesidad de determinar para cada región los ajustes necesarios.

- Los esquejes después de 4-6 idas de sembrados empiezan a echar raíces y brotes. Hasta el momento la mayoría de las variedades han enraizado a los 6 días. Entre los 8 y 15 idas, los esquejes presentan raíces de aproximadamente 1 cm de largo, lo que coincide con el desprendimiento del pecíolo. En estas condiciones los brotes están listos para ser transplantados a los potes o bolsas plásticas.
- Para el transplante se utilizan macetas de cartón prensado (tipo jiffy) o bolsas plásticas, que contienen tierra esterilizada. Se hace un orificio en la tierra y se introduce el brote, se rellena con tierra hasta cubrir parte del tallo y se presiona al rededor del brote para lograr un buen contacto.
- Los potes se colocan sobre mesas dentro de la casa de mayas para que los brotes continúen su crecimiento y ambientación: 8 después del transplante, los brotes se encuentran en condiciones de ser sembrados en el campo; en estas nuevas condiciones es necesario mantener una humedad adecuada para lograr que se establezcan bien.

VENTAJAS

Las ventajas que ofrece la propagación por medio de esquejes con una hoja y una yema son:

- 1- Es un sistema de propagación rápida que se puede utilizar cuando se cuenta con pocas unidades de variedades promisorias y hay necesidad de obtener material sano y en cantidad suficiente.
- 2- Su potencial de propagación es bastante alto, siendo más eficiente que el método tradicional e propagación y el de estacas de dos yemas. De una planta madre de 4 meses de edad es posible obtener 100-150 esquejes con una hoja y una yema. Por lo tanto, en 15-18 idas se tendrán 100-150 plantas listas para transplantar al campo. En aproximadamente 5 meses, otras 100-150 plantas madres están disponibles para su propagación, aportando cada una alrededor de 100 hojas. Las variedades de ramificación profusa probablemente puede producir mas esquejes.

Después de 15—18 idas estarían listas para la siembra entre 10,000 y 15,000 plantas. De esta manera, en menos de 6 meses se pueden producir 10,000, 15,000 plantas a partir de una sola planta madre, las que a su vez después de una año, pueden producir 300,000 estacas para siembra comercial. Esta cantidad es considerablemente mayor a las 20-30 estacas producidas mediante el sistema tradicional, o a las 12,000-24,000, por el sistema de estacas caulinarias de dos yemas.

- 3- En el caso de plantaciones industriales, donde permanentemente las plantas aptas disponibles, se pueden utilizar mas plantas madres; de esta forma se aumenta significativamente el potencial de propagación de este método. Sin embargo, se debe de tener en cuenta que un solo hombre puede manejar eficientemente 10 cámaras. Al aumentar el número de cámaras aumenta la necesidad de mano de obra, y por lo tanto los costos.

ANEXO No 4

Rotación de Cultivos

Cuadro No. 1: Costos De Producción De Soya Con La Línea L-194 vs Soyica P-34, Bajo El Sistema De Siembra Convencional. C.I. Corpoica. Palmira. 1999

DESCRIPCION ACTIVIDAD	UNID.	CTDAD	VALOR SIEMBRA CONVENCIONAL	
			C.I. PALMIRA	
LABORES			L-194	SOYICA P-34
Preparación terreno	H-M	3.0	155000 Rhome + Rastrillo (1) (3)	155000 Rhome + Rastrillo (1) (3)
Siembra	H-M	1.0	20000 Sembradora Convencional	20000 Sembradora Convencional
Control Manual de Malezas	Jornal	8.0	72000 Desyerba y Macheteada	72000 Desyerba y Macheteada
Control Químico de Malezas	H-M	0.5	18000 Aplicación	18000 Aplicación
Control Mecánico de Malezas	0	0	0	0
Control de Plagas (Liberación).	Jornal	1.0	9000	9000
Pajareo.	Jornal	3.0	27000 (4)	27000 (4)
Recolección.	Bulto	40.0	72000 Bulto	72000 Bulto
Riego.		4	400000 (4)	400000 (4)
Subtotal			773000	773000
INSUMOS				
Semilla	Kg	80	105000	105000
Herbicida	Lt		180000 Dual (4 L) + Treflan (3.5 L) (Presembrado) + Sencor (0.7 Kg) (Preemergente)	180000 Dual (4 L) + Treflan (3.5 L) (Presembrado) + Sencor (0.7 Kg) (Preemergente)
Control (Trichogramma) Biológico	Pulg	150.0	23000	23000
Empaque	Costal	40.0	45000	45000
Subtotal			353000	353000
OTROS COSTOS				
Administración 5% C. Directos			56300	56300
Asistencia Técnica.	Sem		25000	25000
Intereses	Mes	6.0	52000	52000
Arrendamiento	Mes	6.0	200000	200000
Transporte			25000	25000
Subtotal			358300	358300
COSTO TOTAL			1484300	1484300
Producción	Kg		1670760 3213 Kg/ha	1443520 2776 Kg/ha
Ingreso Neto			186460	-40780
Rentabilidad (%)			12.5	-2.7

99A: Ton \$520.000

Cuadro No. 2: Costos de producción de Soya con la línea L-194 vs Soyica P-34, bajo el sistema de siembra directa. C.I. Corpoica. Palmira. 1999

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNID.	CTDAD	VALOR SIEMBRA DIRECTA	
			C.I. Palmira	
LABORES			L-194	SOYICA P-34
Preparación terreno	H-M	3.0	20000 Desbrozada	20000 Desbrozada
Siembra	H-M	1.0	25000 Sembradora Directa	25000 Sembradora Directa
Control Manual de Malezas	Jornal	3.0	27000	27000
Control Químico de Malezas	H-M	0.5	9000	9000
Control Mecánico de Malezas	0	0	0	0
Control de Plagas (Liberación).	Jornal	1.0	9000	9000
Pajareo.	Jornal	6.0	27000 (4)	27000 (4)
Recolección.	Kg		70875 (Granel \$1575/72 Kg)	61425 (Granel \$1575/72 Kg)Granel
Riego.		1	200000 (2)	200000 (2)
Subtotal			387875	379425
INSUMOS				
Semilla	Kg	80	105000	105000
Herbicida	Lt	3.0 L 4.0 L	70000 Round up + 2,4D amina, Flex	70000 Round up + 2,4D amina, Flex
Control (Trichogramma) Biológico	Pulg	150.0	23000	23000
Empaque	Costal	0	0 Granel	0 Granel
Subtotal			188000	188000
OTROS COSTOS				
Administración 5% C. Directos			28900	28900
Asistencia Técnica.	Sem		25000	25000
Intereses	Mes	6.0	39000	39000
Arrendamiento	Mes	6.0	200000	200000
Transporte			25000	25000
Subtotal			317900	317900
COSTO TOTAL			603775	594325
Producción	Kg		1514760 2913 Kg/ha	1287520 2476 Kg/ha
Ingreso Neto			766985	393195
Rentabilidad (%)			67.6	40.9

99A: Precio Ton: \$520.000

Cuadro No 3: Costos de producción de maíz, bajo el sistema de siembra convencional y siembra directa. C.I. Corpoica. Palmira. 1999.

DESCRIPCION ACTIVIDAD	VALOR CONVENCIONAL	SIEMBRA	VALOR SIEMBRA DIRECTA
LABORES	MAIZ SV-670		MAIZ SV-670
Preparación terreno	155.000 Rhome + Rastrillo (1) (3)		25.000 Guadaña (1) (3)
Siembra	25.000 Sembradora Convencional		25.000 Siembra Directa
Control Manual de Malezas Fertilización y Raleo	100.000		150.000
Control Químico de Malezas	18000 Aplicación		12.000 Aplicación
Recolección.	135.000 Bulto		132.000 Granel
Riego.	400000 (4)		250.000 (2.5)
Subtotal	833.000		594.000
INSUMOS			
Semilla	120.000		120.000
Abonos	206.000		206.000
Herbicidas	130.000 Prowl Atrazina 2-4 D Amina		60.000 Glifosato
Insecticidas	40.000 Lorsban		40.000 Lorsban
Empaque	84.375		0
Subtotal	580.375		426.000
TOTAL DIRECTOS	1.413.375		1.020.000
Administración 5% C. Directos	70.669		51.000
Asistencia Técnica.	30.000		30.000
Intereses 24%	169.605		122.400
Arrendamiento	200.000		200.000
Subtotal	470.274		403.400
COSTO TOTAL	1.883.649		1.423.400
Producción	\$2.520.000 6.000 Kg/ha		\$2.520.000 6.000 Kg/ha
Ingreso Neto	636.351		1.096.600
Rentabilidad (%)	25.2%		43.5%

Semestre 99B: \$420.000/ Tonelada Maíz Blanco

Ingenio Yuquero
 Convenio CIAT-Clayuca, Fundación Mitsubimi, Encargo fiduciario MR-181: Monómeros Colombo Venezolanos, Solla S.A.,
 Industrias del Maíz, Pronaca y Promagro S.A.

Anexo 5

Costos agrícolas en el Ingenio Yuquero en el Cauca

Proyecto Ingenio Yuquero

Cuadro No.1. Equipos requeridos en el Ingenio; para el control de las 1000 hectáreas directamente por el Ingenio y los que se requieren en las 5,200 hectáreas, incluyendo el apoyo a los agricultores vinculados

OPERACIÓN	TIPO	MARCA	has / turno	Total hras requerid / ha	Requerimie nto horas para 1000 Has/año	Requerimie nto horas para 5200 Has/año	Disponibil dad Hras/Mes	Disponibil dad Hras/año	Cantidad Equipos por 1000 has	Cantidad Equipos por 5200 has	Disponibilida d hras/año otras actividades	
Siembr												
- Sembradora	Sembradora alce hidráulico	Plantionter		5	1,6	1600	8320	176	2112	1	4	128
- Tractor Siembra	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere		5	1,6	1600	8320	176	4224	1	1	2624
Subtotal Siembra												
Riego												
- Motobomba	4038T-Paco 3015	John Deere-Paco		10	0,8	800	4160	352	4224	1	1	3424
- Tubería y accesorios	Aluminio 70 de 6, 50 de 5, 4 canones Nelson 100, accesorios	Aluminio, Nelson, varios		10	0,8	800	4160	352	4224	1	1	3424
Subtotal Riego												
Cultivada Aplicación de cal												
- Tractor	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere			0,7	687	3,467	176	2112	1	1	1,445
- Cultivadora de escardillo o disco	Escardillo	Intal		20	0,4	400	2,080	176	2112	1	1	1712
- Voleadora	Voleadora	Intal		30	0,3	297	1,387	176	2112	1	1	1,845
Subtotal Cultivada aplicación de cal												
Preparación de la tierra												
- Tractor	Tractor categoría 2,3: 7810, 180,DT	John Deere			3,2	3200	16640	352	4224	1	1	1024
- Rastra Rome	32x26	Intal		16	1,0	1000	5200	176	2112	1	1	1112
- Pulidores	64x22	Intal		20	0,8	800	4160	176	2112	1	1	1312
- Cincal 7 brazos	AZ7	Intal		18	1,0	1000	5200	176	2112	1	1	1112
- Caballoneador		Intal		20	0,4	400	2080	176	2112	1	1	1712
Subtotal Preparación tierra					3,2							
Recolección mecánica de yuca fresca												
Recolección:												
- Fofador	Fofador	Faydar		4	2	2000	10400	176	2112	1	7	4384
- Tractor fofador	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere		4	2	2000	10400	176	2112	1	1	112
- Equipo recolector	Romarco	Romarco		6	1,3	1,333	6,933	352	4224	1	2	1,516
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco		12	0,7	667	3,467	352	4224	2	6	757
- Tractor Wagón recolector	Tractor categoría 2,3: 6405, 116,DT	John Deere		12	0,7	667	3,467	352	4224	1	1	757
Subtotal recolección cosecha												
Recolección mecánica de tallos												
- Equipo recolector	Romarco	Romarco		6	1,3	133	667			0	0	0
- Tractor recolector de tallos	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere		6	1,3	133	667			0	0	0
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco		6	1,3	133	667			0	0	0
Subtotal recolección tallos										0	0	0

Fuente: Cálculos Mibubim. Tasa de cambio: \$2.160 / US\$

Proyecto Ingenio Yuquero

Cuadro No. 2. Valor de los equipos con y sin ICR para cada una de las labores identificadas en el sistema de mecanización del Ingenio.

OPERACIÓN	TIPO	MARCA	VALOR			
			US\$	ICR*	Neto US\$	Neto Col\$
Siembra						
- Sembradora	Sembradora alce hidráulico	Planticenter	6,000	40%	3,600	7,776,000
- Tractor Siembra	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	31,500	40%	18,900	40,824,000
Subtotal Siembra			37,500	15,000	22,500	48,600,000
Riego						
- Motobomba	4039T-Paco 3015	John Deere-Paco	20,000	40%	12,000	25,920,000
- Tubería y accesorios	Aluminio 70 de 6, 50 de 5, 4 canones Nelson 100, accesorios	Aluminio, Nelson, varios	22,000	40%	13,200	28,512,000
Subtotal riego			42,000	16,800	25,200	54,432,000
Cultivada Aplicación de cal						
-Tractor	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	31,500	40%	18,900	40,824,000
- Cultivadora de escardillo o disco	Escardillo	Intal	2,250	40%	1,350	2,916,000
- Abonadora al voleo	Voleadora	Intal	1,000	40%	600	1,296,000
Subtotal Cultivada, Aplicación de cal			34,750	13,900	20,850	45,036,000
Preparación de la tierra						
- Tractor	Tractor categoría 2,3: 7810,180,DT	John Deere	87,000	40%	52,200	112,752,000
- Rastra Rome	32x26	Intal	15,525	0%	15,525	33,534,000
- Pulidores (Fild cultivators)	64x22	Intal	16,500	40%	9,900	21,384,000
- Cíncel 7 brazos	AZ7	Intal	4,500	40%	2,700	5,832,000
- Caballoneador de cuchilla		Intal	4,500	40%	2,700	5,832,000
Subtotal Preparación tierra			128,025	51,210	76,815	179,334,000
Recolección mecánica de yuca fresca						
Recolección:						
- Fofador	Fofador	Fayder	3,300	40%	1,980	4,276,800
-Tractor fofador	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	31,500	40%	18,900	40,824,000
- Equipo recolector	Romarco	Romarco	20,500	40%	12,300	26,568,000
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco	20,125	40%	12,075	26,082,000
- Tractor Wagón recolector	Tractor categoría 2,3: 6405,115,DT	John Deere	45,000	40%	27,000	58,320,000
Subtotal recolección cosecha			120,425	48,170	72,255	156,070,800
Recolección mecánica de tallos						
- Equipo recolector	Romarco	Romarco	20,500	40%	12,300	26,568,000
-Tractor recolector de tallos	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	31,500	40%	18,900	40,824,000
- Wagon recolector de tallos	Romarco		20,125	40%	12,075	26,082,000
Subtotal recolección tallos			52,000	20800	31,200	93,474,000
Total Equipos Agrícolas			414,700	165,880	248,820	576,946,800

Fuente: Cálculos Mitsubimi, basados en nueva reglamentación de Finegro que se publica el 20 de Julio, 2000. Sólo falta reconfirmar el ICR del tractor de 180 Hp. Tasa de cambio: \$ 2,200 / 1 US\$

Proyecto Ingenio Yuquero

Cuadro No. 3. Valor de los equipos agrícolas para 1,000 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio Yuquero de 5,200 hectáreas.

OPERACIÓN	TIPO	MARCA	Cantidad Equipos por 1000 has	Valor/unidad						Valor Total	
				US\$ unitario	US\$ Total	ICR	Ahorro ICR US\$	Neto US\$ unitario	Neto Col\$ unitario	Neto US\$ Total	Neto Col\$ Total
Siembra											
- Sembradora	Sembradora aloc hidráulico	Plantcenter	1	6,000	6,000	40%	2,400	3,600	7,776,000	3,600	7,776,000
- Tractor Siembra	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	1	31,500	31,500	40%	12,600	18,900	40,824,000	18,900	40,824,000
Subtotal Siembra					37,500		15,000			22,500	48,600,000
Riego											
- Motobomba	4099T-Paco 3015	John Deere- Paco	1	20,000	20,000	40%	8,000	12,000	26,920,000	12,000	26,920,000
- Tubería y accesorios	Aluminio 70 de 8, 50 de 6, 4 canones Nelson 100, accesorios	Aluminio, Nelson, varios	1	22,000	22,000	40%	8,800	13,200	28,612,000	13,200	28,612,000
Subtotal riego					42,000		16,800			25,200	54,432,000
Cultivada											
- Tractor	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	1	31,500	31,500	40%	12,600	18,900	40,824,000	18,900	40,824,000
- Cultivadora de escardillo o disco	Escardillo	Intal	1	2,250	2,250	40%	900	1,350	2,816,000	1,350	2,816,000
- Abonadora al voleo	Voleadora	Intal	1	1,000	1,000	40%	400	600	1,296,000	600	1,296,000
Subtotal Cultivada					34,750		13,900			20,850	45,936,000
Preparación de la tierra											
- Tractor	Tractor categoría 2.3: 7810, 180, DT	John Deere	1	87,000	87,000	40%	34,800	52,200	112,752,000	52,200	112,752,000
- Raspa Rome	32x26	Intal	1	15,525	15,525	0%	0	15,525	33,534,000	15,525	33,534,000
- Pulidora (Field cultivator)	64x22	Intal	1	16,500	16,500	40%	6,600	9,900	21,384,000	9,900	21,384,000
- Cincal 7 brazos	AZ7	Intal	1	4,500	4,500	40%	1,800	2,700	5,832,000	2,700	5,832,000
- Caballoneador de cuchilla		Intal	1	4,500	4,500	40%	1,800	2,700	5,832,000	2,700	5,832,000
Subtotal Preparación tierra					128,025		46,900			83,025	179,394,000
Recolección mecánica de yuca fresca											
Recolección:											
- Fofador	Fofador	Fayder	1	3,300	3,300	40%	1,320	1,980	4,276,800	1,980	4,276,800
- Tractor fofador	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	1	31,500	31,500	40%	12,600	18,900	40,824,000	18,900	40,824,000
- Equipo recolector	Romarco	Romarco	1	20,500	20,500	40%	8,200	12,300	26,566,000	12,300	26,566,000
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco	2	20,125	40,250	40%	16,100	12,075	26,082,000	24,150	52,164,000
- Tractor Wagón recolector	Tractor categoría 2.3: 6405, 115, DT	John Deere	1	45,000	45,000	40%	18,000	27,000	58,320,000	27,000	58,320,000
Subtotal recolección cosecha					140,625		56,220			84,330	182,162,800
Recolección mecánica de tallos											
- Equipo recolector	Romarco	Romarco	0	20,500	0	40%	0	12,300	26,566,000	0	0
- Tractor recolector de tallos	Tractor categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	0	31,500	0	40%	0	18,900	40,824,000	0	0
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco	0	20,125	0	40%	0	12,075	26,082,000	0	0
Subtotal recolección tallos					0		0			0	0
Total Equipos Agrícolas					382,825		148,920			235,905	609,554,800

Fuente: Cálculos Mitsubimi. Tasa de cambio: \$ 2,160 / 1US\$

Proyecto Ingenio Yuquero

Cuadro No. 4. Valor de los equipos agrícolas para 5,200 hectáreas, el ahorro del ICR y sus valores netos en pesos y en dólares en un Ingenio Yuquero de 5,200 hectáreas.

OPERACIÓN	TIPO	MARCA	Cantidad Equipos por 5200 has	Valor/unidad						Valor Total	
				US\$ unitario	US\$ Total	ICR	Ahorro ICR US\$	Neto US\$ Unitario	Neto Co\$ Unitario	Neto US\$ Total	Neto Co\$ Total
Siembra											
- Sembradora	Sembradora alce hidráulico	Plantcenter	4	6,000	24,000	40%	9,600	3,600	7,776,000	14,400	31,104,000
- Tractor Siembra	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	1	31,500	31,500	40%	12,600	18,900	40,824,000	18,900	40,824,000
Subtotal Siembra					55,500		22,200			33,300	71,928,000
Riego											
- Motobomba	4039T-Paco 3015	John Deere-Paco	1	20,000	20,000	40%	8,000	12,000	25,920,000	12,000	25,920,000
- Tubería y accesorios	Aluminio 70 de 6, 50 de 5, 4 canones Nelson 100, accesorios	Aluminio, Nelson, varios	1	22,000	22,000	40%	8,800	13,200	28,512,000	13,200	28,512,000
Subtotal riego					42,000		16,800			25,200	54,432,000
Cultivada & Aplicación de cal											
- Tractor	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	1	31,500	31,500	40%	12,600	18,900	40,824,000	18,900	40,824,000
- Cultivadora de escardillo o disco	Escardillo	Intal	1	2,250	2,250	40%	900	1,350	2,916,000	1,350	2,916,000
- Abonadora al voleo	Voleadora	Intal	1	1,000	1,000	40%	400	600	1,296,000	600	1,296,000
Subtotal Cultivada					34,750		13,900			20,850	45,036,000
Preparación de la tierra											
- Tractor	Tractor categoría 2,3: 7810,180,DT	John Deere	1	87,000	87,000	40%	34,800	52,200	112,752,000	52,200	112,752,000
- Rastra Rome	32x26	Intal	1	15,525	15,525	0%	0	15,525	33,534,000	15,525	33,534,000
- Pulidores (Field cultivator)	64x22	Intal	1	16,500	16,500	40%	6,600	9,900	21,384,000	9,900	21,384,000
- Cincel 7 brazos	AZ7	Intal	1	4,500	4,500	40%	1,800	2,700	5,832,000	2,700	5,832,000
- Caballoneador de cuchilla		Intal	1	4,500	4,500	40%	1,800	2,700	5,832,000	2,700	5,832,000
Subtotal Preparación tierra					128,025		45,000			83,025	179,334,000
Recolección mecánica de yuca fresca											
Recolección:											
- Fofador	Fofador	Fayder	7	3,300	23,100	40%	9,240	1,980	4,276,800	13,860	29,937,600
- Tractor fofador	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	1	31,500	31,500	40%	12,600	18,900	40,824,000	18,900	40,824,000
- Equipo recolector	Romarco	Romarco	2	20,500	41,000	40%	16,400	12,300	28,568,000	24,600	53,136,000
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco	5	20,125	100,625	40%	40,250	12,075	28,082,000	60,375	130,410,000
- Tractor Wagón recolector	Tractor categoría 2,3: 6405,118,DT	John Deere	1	45,000	45,000	40%	18,000	27,000	58,320,000	27,000	58,320,000
Subtotal recolección cosecha					241,225		96,490			144,735	312,627,600
Recolección mecánica de tallos											
- Equipo recolector	Romarco	Romarco	0	20,500	0	40%	0	12,300	28,568,000	0	0
- Tractor recolector de tallos	Tractor Categoría 2: 5715; 90 HP, DT	John Deere	0	31,500	0	40%	0	18,900	40,824,000	0	0
- Wagón recolector	R-10 Toneladas	Romarco	0	20,125	0	40%	0	12,075	28,082,000	0	0
Subtotal recolección tallos					0		0			0	0
Total Equipos Agrícolas					801,800		194,390			307,110	663,357,600

Fuente: Cálculos Mitsubimi. Tasa de cambio : \$ 2,160 / 1US\$

Cuadro No 5. Costos de producción por hectárea para cada uno de los equipos utilizados en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio

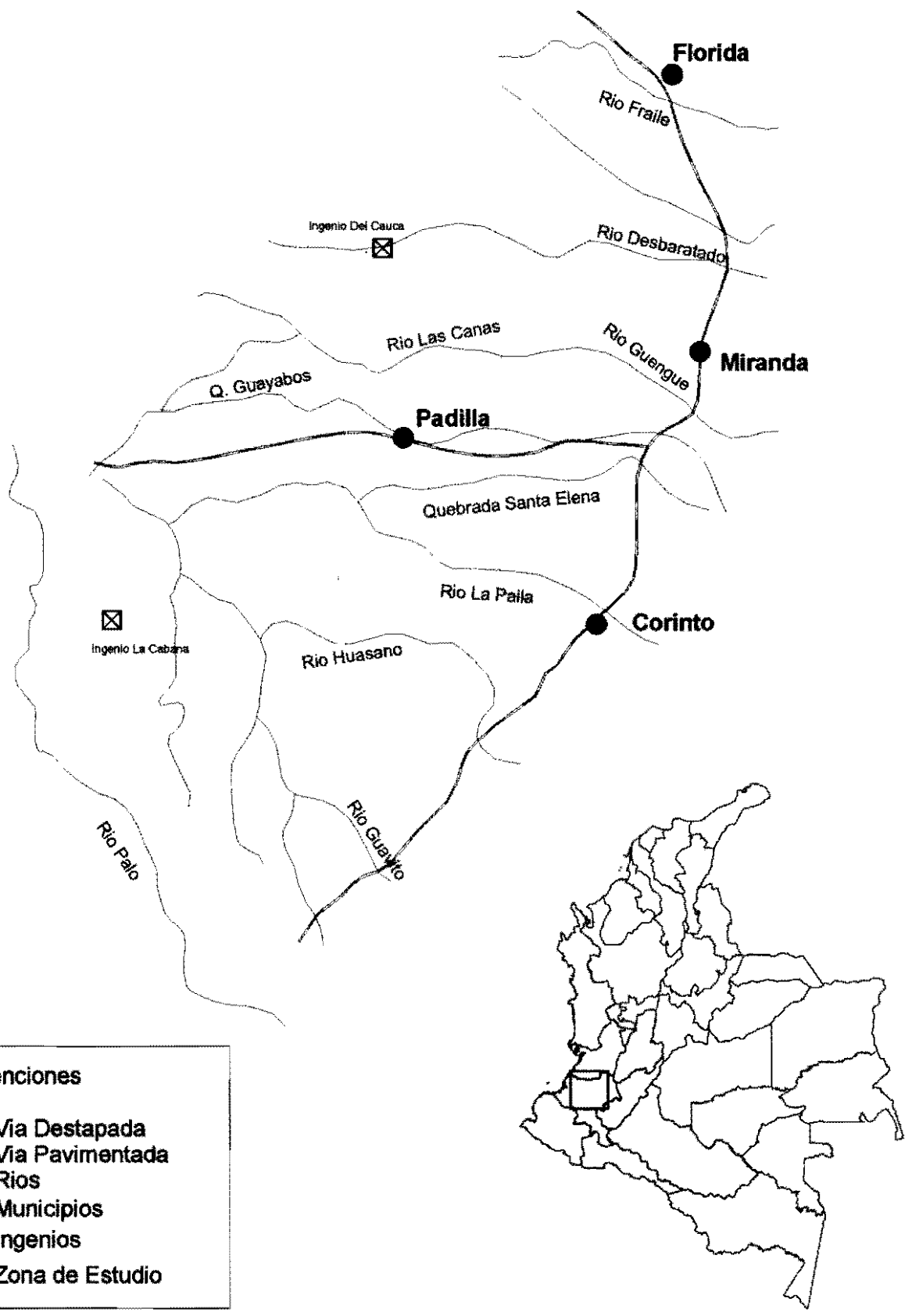
Referencia de Equipo	Valor total Col \$	Deprec. años	Deprec. anual	Uso anual en hectáreas	Costo por hectárea (\$)
	0,000		0,000		
Riego					
- Costo equipo	54,432	10	5,443	1,000	5,443
Sembradora-Abonadora*					
- Costo de sembradora	7,776	10	778	1,000	778
- Tractor Siembra	40,824	10	4,082	1,000	4,082
Cosechadora**					
- Costo del equipo foador	4,277	10	428	1,000	428
- Tractor foador	40,824	10	4,082	1,000	4,082
Cultivadora-voleadora (Cal)***					
- Tractor	40,824	10	4,082	1,000	4,082
- Cultivadora	2,916	10	292	1,000	292
- Voleadora	1,296	10	130	1,000	130
Preparación de tierra:					
- Tractor 7810- 180 HP					
	112,752	10	11,275	1,000	11,275
- Rome	33,534	10	3,353	1,000	3,353
- Pulidores	21,384	10	2,138	1,000	2,138
- Cíncel	5,832	10	583	1,000	583
- Caballoneador	5,832	10	583	1,000	583
Subtotal equipos preparación					17,350
Recolección mecánica de tallos					
- Equipo recolector	26,568	10	2,657	1,000	2,657
- Tractor recolector	58,320	10	5,832	1,000	5,832
- Wagon recolector	26,082				
Subtotal equipos recolección	84,888	10	8,489	2,000	8,489
Recolección mecánica de cosecha					
- Vagón recolector, 2.	52,164	10	5,216	1,000	5,216
-Tractor recolector	58,320	10	5,832	1,000	5,832
- Equipo recolector	26,568	10	2,657	1,000	2,657
Subtotal equipo recolección mecánica de cosecha					13,705
Fuente : Cálculos Mitsubimi					

Cuadro No 6. Costos de producción por hectárea, incluyendo equipos y sus costos de manejo: mano de obra, combustible, y mantenimiento en las 1,000 hectáreas controladas directamente por el Ingenio

Referencia de Actividad	Costo equipo	Mano obra	Combust	Mantenim.	Total
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Riego* Cada uno	5,443	3,600	5,000	1,000	15,043
Siembra:					
Sembradora-Abonadora**	778	3,600		1,000	5,378
Tractor Siembra	4,082	3,000	10,000	1,000	18,082
Resiembra manual		9,000			9,000
Subtotal	4,860	15,600	10,000	2,000	32,460
Cultivada:***					
Tractor Cultivada	4,082	3,000	2,500	1,000	10,582
Cultivadora	2,333	1,875	6,250	1,000	11,458
Voleadora (cal)	2,171	500	1,667	1,000	5,337
Cosecha:					
Cosechadora	428	4,500		1,000	5,928
Tractor cosecha	4,082	3,750	12,500	1,000	21,332
Recolectores apiladores en campo		45,000			45,000
Recolección mecánica de cosecha					
- Vagón recolector	5,216			1,000	6,216
- Tractor recolector	5,832	2,500	8,333	1,000	17,665
- Equipo recolector	2,657	2,500	8,333	1,000	14,490
Subtotal recolección mecánica de cosecha	13,705	5,000	16,667	3,000	38,372
Total cosecha	18,215	58,250	29,167	5,000	110,632
Semillas:					
Corte de tallos		27,000			27,000
Recolección de tallos:					
- Equipo recolector	2,657	1,875	6,250	1,000	11,782
- Tractor recolector	5,832	1,875	6,250	1,000	14,957
- Tratamiento de semillas y manipuleo					32,456
Total	8,489	30,750	12,500	2,000	86,195
Costo por cangre- 10000 semillas/ha					9
Preparación:					
- Tractor 7810- 180 HP	11,275	12,000	72,000	5,000	100,275
- Rome	3,353			1,500	4,853
- Pulidores	2,138			1,400	3,538
- Cíncel	583			200	783
- caballoneada	583			400	983
Subtotal preparación	17,933	12,000	72,000	8,500	110,433

Fuente : Cálculos Mitsubimi

MAPA



- Convenciones**
-  Via Destapada
 -  Via Pavimentada
 -  Rios
 -  Municipios
 -  Ingenios
 -  Zona de Estudio

**INGENIO YUQUERO EN EL CAUCA
LOCALIZACION CORINTO - MIRANDA - PADILLA
GAS : CITY GATE FLORIDA**

BIBLIOGRAFÍA

1973b. Projeto mandioca. Convenio U.F.B. Escola de Agronomia. No. 1, Cruz das Almas, Brasil. 159 p.

ARGUEDAS, P. y COOKE, R. D. 1982. Residual Cyanide Concentrations during the extraction of cassava starch. *Journal of food Technology* 17:251-261.

BOOTH, R. H. 1976. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*). I Post harvest deterioration and its control. *Exptl. Agric.* 12:103-111.

BUITRAGO A., J. A. 1990. La yuca en la alimentación animal. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp. 33-38, 48-51, 68-70, 84-86.

CHADHA, Y. R. 1961. Sources of starch in Commonwealth territories; 3: Cassava. *Trop. Sci.* 3: 101-113.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982. Informe anual, Programa de Yuca, Cali, Colombia. 268 p.

COURS, G. 1951. Le Manioc a Madagascar. Mémoires l'Institut Scientifique de Madagascar. Serie B. Biologie Vegetale 3(2): 203-400.

ESCOBAR, M. I. 1978. Utilización de hojas y tallos de yuca (*manihot esculenta* Crantz) en alimentación animal. Tesis. Universidad Simón Bolívar, Facultad de Agronomía, Caracas, Venezuela.

FETUGA, B. L. y OLUYEMI, J. A. 1976. The metabolizable energy of some tropical tuber meals for chicks. *Poultry Sci.* 55:568-873.

GÓMEZ, G. 1982. Cassava, cyanide and animal nutrition. En: *Cassava toxicity and thyroid : Research and public health issues*. Memorias. Ottawa, Canadá. IDRC-207-e. 148p.

GONDWE, A. T. D. 1974. Studies on the hydrocyanic acid contents of some local varieties of cassava and some traditional cassava food products. *East Afr. Agric. For. J.* 40(2):161-167.

RAVIDRAN, V.; KORNEGAY, E. T.; Cherry, J. A. 1983a. Feeding values of cassava tuber and leaf meals. *Nutrition Reports International* 28 (1):189-196.

TERRA, G. J. A. 1964. The significance of leaf vegetables, especially of cassava in tropical nutrition. *Trop. Geog. Med.* 16:97-108.

DEBUROCK, D. Folleto Unidad de Recursos Genéticos. Laboratorio Cultivo de Tejidos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 11p.

Webside CIAT. Germoplasma Yuca.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1981. Morfología de la planta de Yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audio tutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Carlos E. Domínguez. Producción: Cilia L. Fuentes de Piedrahita y Luis Fernando Cevallos. Cali, Colombia. CIAT. p. (Serie 04SC-02.03).

BOULOS, N.N. Hydrogen Cyanide content of Cassava Root. Food research Centre, Shambat. p. o. 94-96. s. f.

CATIE, 1981. Catálogo de la colección de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) del CATIE. 40p. (fotocopiado).

CARVALHO, U. D., de y J. G. de CARVALHO. 1979. Principios tóxicos da mandioca. *Ing. Agr.* , Belo Horizonte, 5 (59/60) Nov. / Dic. pp. 82-87.

DE VARELA G. 1960. Industrialización de la yuca. Tesis para optar el título de Ing. Quim. Univ. Nac. de Colombia. p.p. 1-15.

EMBRATER. 1979. Manual Técnico: Cultura de Mandioca Brasilia. Manual No. 8. 158 p.

FONT QUER, P. 1977. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, Barcelona. 1244p.

GOLA, G.; G. NEGRI y C. CAPPELLETTI. 1965. Tratado de Botánica. 3ª. Edición. Trad. por P. Font Quer. Editorial Labor, Barcelona. 1160p.

HUTCHINSON, J. 1969. Traslím in the family Euphorbiaceae. *Amer. Jor. Bot.* 96(7): 738-758.

NARTEY, F. 1978. *Manihot esculenta* (Cassava): Cyanogenesis, ultrastructure and seed germination. Munks Gaard, Copenhagen. p.p. 17-27.

ONWUEME, I. C. 1978. Cassava. *In*. The tropical tuber crops. Chichester, England, John Wiley & Sons, 1978. p.p. 109-163.

PEREIRA, S. C. y CARVALHO D. A., de. 1979. Botánica da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). Ing. Agrop. Belo Horizonte, 5 (59/60) Nov./ Dic.

ROBBINS, W. W.; T. E. WEIR y C. R. STOCKING. 1970. Botánica. Editorial Limusa. Wiley, S.A. México, D. F. 608 p.

ROGERS, D. J y FLEMING, H. S. 1973. A monograph of *Manihot esculenta* with an explanation of the taximetrics methods used. Economic Botany. Vol. 27: 1-113.

WEIER, T. C.; C. R. STOCKING y M. G. BARBOUR. 1974. Botany: An introduction to plant biology. John Wiley and Sons. 693 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT. 1980 Guía de Estudio El Cultivo de Meristemas de Yuca. Fundación W. K. Kellogg. Cali, Colombia. 40p.

TORO, J. C.; ROCA, W. y COCK, J. H. 1976, 1980. A cada método de propagación se inicia con una planta madre.

COCK, J. H., WHOLEY, D., LOZANO, J. C. and TORO, J. C., 1976. Sistema Rápido de propagación de Yuca. Centro Internacional de agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. Series ES- 20. 120p.

CHANT, S. R., and MARDEN, J. A. 1985. A Method for the Rapid Propagation of Cassava Cuttings. Tropical agriculture, 35(3), 195-199.

KLOPPENBURG, T. G. A., SIBIE, D., and BRUIJN, G. H. 1972. Rooting of leaves of Cassava. Dep. Tropical Crops, Wageningen, The Netherlands. Tropical Root and Tuber Crops News Letter. 5pp. 38-39.

PATEÑA, L. F., and BARBA, R. C. 1979. Rapid Propagation of Cassava by Leafed Cuttings. Philippine Journal of crop Science, Manila, Philippines. 4(213): 53-62.

ROCA, W. M., RODRIGUEZ, A., PATEÑA, L. F., BARBA, R. C., and TORO, J.C. 1980. Mejoramiento de una técnica de Propagación para la Yuca que utiliza Esquejes con una sola Hoja y Yema: Informe Preliminar. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. Yuca Boletín Informativo No. 8, Enero-Abril, Serie 01SC-8. Pp. 4-5.

SYKES, T. J., and HARNEY, M. Patricia. 1972. Rapid Clonal Multiplication of Manioc. Journal of the Royal Horticultural Society. London 97(12). Pp. 530-534.

- (75) HOWELER, R. H. 1978. The mineral nutrition and fertilization of cassava. In Domínguez, C., ed. Cassava production course. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura tropical. Pp. 247-293.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. El cultivo de meristemas para la conservación de germoplasma de yuca *in vitro*; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. contenido Científico: Roca, M. William; Beltrán, Javier. Producción: Fernández, O. Fernando.

Colaboradores: Narváez, Javier; Echeverri, Wagner; Vasquez, roy. Cali, Colombia. CIAT. pp. 6-7.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. El cultivo de meristemas de yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. contenido Científico: M. William; Roca. Producción: Luis Fernando Cevallos. Cali, Colombia. CIAT. 40 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. Informe Anual del Programa de Yuca, 1979. Cali, Colombia. pp. 33-35; 93-98.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1981. Informe Anual del programa de Yuca, 1980. Cali, Colombia, pp. 29-34; 85-91.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Informe Anual del programa de Yuca, 1981. Cali, Colombia, 268 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. El cultivo de meristemas para el saneamiento de clones de yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. contenido Científico: M. William, Roca; Upali Jayasinghe. Producción: Fernández, O. Fernando., Cali, Colombia. CIAT. 45 p. (Serie 04SC-02.05).

D-AMATO, F. 1975. The problem of genetic stability in plant tissue and cell cultures. *In* Crop Genetic resources for Today and Tomorrow, ed. O. H. Frankel and J. G. Hawkes. Cambridge Univ. Press. pp. 333-348.

HARRINGTON, J. F. 1970. Seed and pollen storage for conservation of plant gene resources. *In*: Genetic Resources in Plants-Tjeir Explotation and Conservation, ed. O. H. Frankel and E. Bennet. F. A. Davis Comp., Phil. Pa. pp. 501-521.

HENSHAW, G.G.; ROCA, W.M. 1976. Special techniques in germplasm storage. *In* Report of a Conf. on Exploration and Maintenance of Germplasm Resources. CIP, Lima-Perú. pp. 190-196.

OMURA, T.; WAKIMOTO, S. 1978. Translocation of tobacco mosaic virus in morphologically different tobacco callus tissue. *Ann. Phytopath. Soc. Japan.* 44: 184-189.

QUAK, F. 1977 Meristem culture and virus-free plants. *In: Plant cell, Tissue and organ culture*, J. reinhart and Y. P. S. Bajaj (eds.). Springer-Verlag, New York. pp. 598-615.

ROCA, W. M.; RODRIGUEZ, J.; BELTRÁN, J.; ROA, J.; MAFLA, G. 1982. Tissue Culture for the conservation and international exchange of germplasm. *In: Plant Tissue Culture. 1982. Proc. fifth Int. Cong. (A. Fujiwava, ed.), Tokyo.*

ROCA, W. M.; REYES, R.; BELTRÁN, J. 1983. Effect of various factors on minimal growth in tissue culture storage of cassava germplasm. *Presentación en el Symp. Int. de Cultivos Tuberc. Raíces Trop. Lima-Perú.*

WITHERS, L. 1980. Tissue culture for genetic conservation. *IPBGR Report, Rome.* 91 p.

WU, J.; HILDEBRANT, A. C.; RIKER, A. J. 1960. Virus-host relationship in plant tissue culture. *Phytopath.* 50: 587-594.

Edafología

HOWELER, R. 1981. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 55 p.

16. ASHOKAN, P. K y SREEDHARAN, C. 1997. Influence of levels and time of application of potash on growth, yield and quality of tapioca (*Manihot esculenta crantz*). *J. Root Crops* 3(2): 1-4.
17. BIRKINSHAW, F. 1926. A brief summary of tapioca cultivation on what is now valuable rubber estate in province Wellesley. *Malays. Agric. J.* 14(11): 361-364.
20. CAMPOS, H. DOS R. y SENA, Z. F. 1974. Profundidade do sistema radicular do alpim maragogipe (*Manihot esculenta crantz*) em diferentes idades. Cruz das Almas, Bahia, Brasil, Universidade Federal da Bahia. Escola de Agronomia. 9p.
23. CTCRI. 1971. Annual report 1970. *In. Trivandrum, India.* Pp. 14-31.
24. CTCRI. 1973. Annual report 1972. *In. Trivandrum, India.* Pp. 24-50.
30. CIAT. 1977. Cassava production systems program. *In. Annual report 1976.* Cali, Colombia. Pp. B-1 – B-76.

31. CIAT. 1978. Cassava program. *In*. Annual report 1978. Cali, Colombia. Pp. C-1 – C-68.
32. CIAT. 1979. Cassava program. *In*. Annual report 1978. Cali, Colombia. Pp. A-1 – A-100.
33. CIAT. 1980. Cassava program. Annual report 1979. Cali, Colombia 93p.
35. CHAN, S. K. 1970. Notes on the growing of cassava at Serdang. In Blencowe, E.K. and Blencowe, J. W., eds. Crop diversification in Malaysia. Kuala Lumpur, Malaysia, Incorporated Society of Planters. Pp. 139 - 148.
42. HOWELER, R. H. 1978. The ability of cassava to grow on poor soils. In Jung, G. A., ed. Crop tolerance to suboptimal land conditions. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. ASA Special Publication no. 32. Pp. 145-154.
53. DOOP, J. E. A. DEN. 1937. Groene bemesting, Kunstmest en andere factoren in Sisal—en Cassave—productie. V. De Bergcultures 11(9): 264-278.
54. DOOP, J. E. A. DEN. 1937. Groene bemesting. Kunstmest en andere factoren in Sisal-en Cassave-productie. VI. De Bergcultures 11(36): 1290-1305.
61. EVENSON, J. P. y KEATING, B. 1978. The potential of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). As a harvester of solar energy. In conference on Alcohol Fuels, Sydney, New South Wales, 1978. Proceedings. Sydney, Australia, Institution of Chemical Engineers. New South Wales Group. Pp. 7-1 – 7-5.
73. GRANER, E. A. y ABRAHAO, J. T. M. 1970. Cultura de mandioca. Piracicaba, Brasil, Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". Agricultura e Horticultura. 24p.
77. HONGSAPAN, S. 1962. Does planting of cassava really impoverish the soil?. *Kasikorn* 35(5):403-407.
79. HOWELER, R. H.; CADAVID, L. F. y CALVO, F. A. 1977. The interaction of lime with minor elements and phosphorus in cassava production. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 4th, Cali, Colombia, 1976. Proceedings. Ottawa, Canada, International Development Research Centre. Pp. 113-117.
81. EDWARDS, D. G. y ASHER, C. J. 1979. The effect of soil sterilization and mycorrhizal inoculation on the growth nutrient uptake and critical phosphorus

- concentration of cassava. International Symposium of Tropical Root Crops. Manila, Philippines.
97. KUMAR, et al. 1977. Effect of farm yard manure and NPK on cassava. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 4th, Cali, Colombia, 1976. Proceedings. Ottawa, Canada, International Development Research Centre. Pp. 122-124.
 102. LIM, C. K.; CHIN, Y. K. y BOLLE – JONES, E. W. 1973. Crop indicators of nutrient status of peat soil. Malays: Agric. J. 49(2): 198-207.
 106. MANDAL, R. C. SINGH, K. D y MAGOON, M. L. 1971. Relative efficacy of different sources, levels and split application of nitrogen in tapioca. Indian J. Agron. 16(4): 449-452.
 108. MARTÍN, M. 1952. Le manioc. Engrías no. 53: 17-20.
 111. MUELLO, A. C. 1936. Cultivo y explotación de la mandioca en la Argentina. Hacienda 31(6): 204-205.
 122. FREIRE, E. S. 1959. Consequencias da aplicação de adubos em contato com ramas de mandioca. Bragantia 18: 1-4.
 124. NORMANHA. 1961. Adubação da mandioca. Fir. 3(8): 18-19.
 126. PEREIRA, A. S. y FREIRE, E. S. 1968. Modo e época de aplicação de adubos minerais em cultura de mandioca. Bragantia 27(12): 143-154.
 132. OFORI, C. S. 1970. Absorption and translocation of phosphata through cassava tubers (*manihot esculenta Crantz*). Ghana J. Agric. Sci. 3:203-205.
 133. HONGSAPAN, S. 1973. Decline in fertility status of a tropical forest ochrosol under continuous cropping. Exp. Agric. 9(1): 15-22.
 139. RAMIREZ, A. 1978. Fertilización de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*). In. Informe de Progreso 1978. Programa Nacional de Suelos, ICA, Colombia.
 141. RODRIGUEZ J., M. 1975. Fertilización de la yuca. In Curso sobre producción de yuca. Medellín, Instituto Colombiano agropecuario, Regional no. 4. pp. 119-123.
 144. SAMUELS, G. 1970. The influence of fertilizer levels and sources on cassava production on a Lares clay in Puerto Rico. In Annual Meeting C. F. C. S., 7th., Martinique, Guadeloupe, 1969. Proceedings. pp.33-36.

149. SENA, Z. F. DE y CAMPOS, H. DOS R. 1973. Estudo do sistema radicular da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) submetidas a diferentes frecuencias de irrigação. Cruz das Almas, Brasil. Universidade Federal da Bahia. Escola de agronomia / BRASCAN NORDESTE. Série Pesquisa 1(1): 41-52.
150. SILVA, J. R. DA 1965. Efeito de certos adubos químicos sobre o stand da mandioca. Ciencia e Cultura 17(2): 193-194.
155. SITTIBUSAYA, C.; UTAYAPAT, P. y NAKAVIROJANA, C. 1974. A study on the method of fertilizer application for cassava. Progress report on soils and fertilizer studies of field crops for 1974. pp. 172-175.
156. KURMAROHITA, K. 1978. Soil fertility and fertilization. Bangkok, Thailand, Department of Agriculture. 18p. Paper presented at Workshop on Cassava Production and Utilization, Khon Khaen, Thailand, 1978.
159. SPEAR, S. N.; ASHER, C. J. y EDWARDS, D. G. 1978. Response of cassava, sunflower, and maize to potassium concentration in solution.I. Growth and plant potassium concentration. Field Crops Research 1: 363-373.
168. TAN, K. H. y BERTRAND, A. R. 1972. Cultivation and fertilization of cassava. In Hendershott, C. H. et al. A literature review and research recommendations on cassava. Athens, Ga, University of Georgia. pp. 37-72.
171. YOST, R. S. y FOX, R. L. 1979. Contribution of mycorrhiza to the P nutrition of crops growing on an Oxisol. Agron. J. 71: 903-908.
172. ZAAG, P. VANDER et al. 1979. P nutrition of cassava, including mycorrhizal effects on P, K, S, Zn and uptake. Field Crops Research 2(3): 253-263.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. Descripción de las plagas que atacan la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y características de sus daños; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Auditutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Bellotti, Anthony C.; Reyes, Jesús A.; Vargas, Octavio; Arias, Bernardo; Guerrero, José Ma. Producción: Ceballos, Luis Fernando; Fernández O., Fernando. Cali, Colombia. CIAT. 51p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Descripción de las enfermedades de la yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: J. Carlos Lozano. Producción: Luis F. Ceballos y Carlos E. Dominguez. Cali, Colombia. CIAT. 35 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Sistema de propagación rápida de la yuca; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Julio César Toro. Producción: Luis Fernando Ceballos. Cali, Colombia. CIAT, 1980. 20p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1981. Programa de yuca. Informe 1980. Cali, Colombia. Pp. 51.

COCK, J. H.; WHOLEY, D; LOZANO, J. C. 1979. Propagación rápida de la yuca. In: Manual de producción de Yuca. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Yuca. Pp. C-95-C-103.

PATEÑA, L. F.; BARBA, R. C.; ESTRELLA, J. B. 1979. New rapid methods of cassava propagation by leaf-bud and stem cuttings. IPB Circular, Institute of Plant Breeding, University of the Philippines at Los Baños. 15p.

ROCA, W. M.; RODRIGUEZ, A.; PATEÑA, L. F.; BARBA, R. C.; TORO M., J. C. 1980. Mejoramiento de una técnica de propagación para la yuca que utiliza esquejes con una sola hoja y yema: informe preliminar CIAT, Yuca, Boletín Informativo No. 8: 4-5.

