

PRIMER ENCUENTRO TÉCNICO NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE YUCA



1256p 1998

Colombia



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

PMD

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

IICA



Colombia 584.352 I256 p 1997

PRIMER ENCUENTRO TÉCNICO NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE YUCA

TOLÚ, SUCRE, COLOMBIA
NOVIEMBRE, 1997



República de Colombia



Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

PMO

Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural



Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

IICA



IICA-CIDIA
BIBLIOTECA
Digitized by Google

**PRIMER ENCUENTRO TÉCNICO NACIONAL
DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE YUCA.
TOLÚ, SUCRE.
NOVIEMBRE DE 1997.**

ANTONIO GÓMEZ MERLANO
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

JORGE LUIS FERIS CHADID
Viceministro de Desarrollo Rural

LUIS ORTIZ LÓPEZ
Director Nacional
Plan de Generación de Empleo
y Programa de Modernización y Diversificación, PGE-PMD

REGIS BENITEZ
Director General de Desarrollo Productivo

JOSE LUIS GÓMEZ
Director Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, Pronatta

ALONSO CARDONA NICHOLLS
Coordinador Plan Cuatrienal de Yuca

EDGARDO MOSCARDI
Representante del Instituto Interamericano
de Cooperación para la Agricultura, IICA, en Colombia

**MEMORIAS DEL PRIMER ENCUENTRO TÉCNICO NACIONAL
DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE YUCA.
TOLÚ, SUCRE, NOVIEMBRE DE 1997.**

ISBN: 958-9328-18-0

Primera edición: 1.000 ejemplares, julio de 1998

PGE-PMD
Carrera 30 Calle 45, Ciudad Universitaria, Sede IICA, Santa Fe de Bogotá - Colombia
Teléfono: (091)368 36 77 - Fax. (091)368 09 20
E-mail: iicaco10@colomsat.net.co

Editores
ELIZABETH MEEK MUÑOZ
HUGO ALDANA NAVARRETE

Diseño e Impresión: **LE'PRINT CLUB EXPRESS**
Julio, 1998

CONTENIDO

PRÓLOGO	7
---------------	---

PRIMERA PARTE • ASPECTOS AGROECONÓMICOS DEL CULTIVO DE LA YUCA

EXPERIENCIAS Y AVANCES DEL PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA COLOMBIANA	17
ANTECEDENTES	17
MONTAJE DEL PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA	18
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS	18
EVALUACIÓN DE EJECUTORES A OCTUBRE 31/97	19
METODOLOGÍA	19
CALIFICACIÓN PARA CADA COMPONENTE	20
CONCLUSIONES	24
GENERACIÓN DE UN MODELO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA CON EL ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL DESARROLLO Y ADOCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN YUCA EN LA REGIÓN CARIBE	27
ANTECEDENTES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS	28
METODOLOGÍA	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
BIBLIOGRAFÍA	45
PRODUCCIÓN DE SEMILLA GENÉTICA, BÁSICA Y CERTIFICADA DE CUATRO VARIEDADES Y TRES CLONES PROMISORIOS DE YUCA PARA LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA	49
OBJETIVOS	50
METODOLOGÍA	51
ACTIVIDADES PROGRAMADAS AÑO 1	52
ACTIVIDADES EJECUTADAS AÑO 1	52
PRODUCTOS Y RESULTADOS AÑO 1	53
SEMILLA BÁSICA	55
RECOMENDACIONES PARA EL RESTO DEL PROYECTO	56
ESTRUCTURACIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO Y MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA COLOMBIANA	59
MEJORA DEL POTENCIAL GENÉTICO DE LA YUCA	59
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE YUCA	65
PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN EN YUCA EN COLOMBIA	77
AUMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES	79
REDUCCIÓN EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN	82
AUMENTO DEL VALOR UNITARIO DE LAS RAÍCES DE YUCA	84
CONCLUSIONES	86
REFERENCIAS	88



DESARROLLO DE ALTERNATIVAS PARA RECUPERAR Y SOSTENER LA FERTILIDAD INTEGRAL DE LOS SUELOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN QUE INCLUYEN YUCA EN LA REGIÓN CARIBE	91
LÍDER DEL PROYECTO Y PARTICIPANTES	91
1. JUSTIFICACIÓN	92
2. OBJETIVOS	92
3. METODOLOGÍA	92
EXPERIMENTO No. 1	93
EXPERIMENTO No. 2	93
4. ACTIVIDADES PROGRAMADAS	94
5. ACTIVIDADES REALIZADAS	95
6. RESULTADOS	96
7. PRUEBAS DE VALIDACIÓN	115
8. CONCLUSIONES PRELIMINARES (PRIMER CICLO)	121
9. RECOMENDACIONES	124
PLAN OPERATIVO Y NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONDUCCIÓN DE PROYECTOS DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA	127
1. PLAN OPERATIVO	127
2. NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONDUCCIÓN DE PROYECTOS EN EL ÁREA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA	130

SEGUNDA PARTE • TRANSFORMACIÓN, UTILIZACIÓN Y MERCADEO DE LA YUCA

POTENCIAL DE LA YUCA INDUSTRIAL PARA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES	143
POTENCIAL PARA PRODUCCIÓN DE YUCA EN COLOMBIA	144
GENERALIDADES SOBRE UTILIZACIÓN DE HARINA DE YUCA EN ALIMENTACIÓN ANIMAL	145
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL NÚCLEO HARINA DE YUCA-SOYA INTEGRAL	145
PROYECTO AGROINDUSTRIAL PARA PRODUCCIÓN DE HARINA DE YUCA Y DEL NÚCLEO YUCA-SOYA PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL	146
AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA FERMENTACIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA	159
OBJETIVOS	160
METODOLOGÍA	161
BIBLIOGRAFÍA	163
PRODUCCIÓN DE CERDOS A PARTIR DE YUCA SECA. INTEGRACIÓN DE CADENA PRODUCTIVA EN BÚSQUEDA DE LA COMPETITIVIDAD	167
ANTECEDENTES	167
ESLABONES DE LA CADENA AGROALIMENTARIA	168
APOYO INSTITUCIONAL OFICIAL Y PRIVADO	172
COMPORTAMIENTO DE CERDOS EN CEBAS UTILIZANDO YUCA SECA DENTRO DE LA FORMULACIÓN	173
ANÁLISIS DE COSTOS CERDOS EN CEBAS	174
PROCESO DE DESARROLLO DE LA CROQUETA DE YUCA	179
AVANCES DE INVESTIGACIÓN DEL BARRENADOR DE LA YUCA EN LA REGIÓN CARIBE	183
LOGROS DURANTE EL AÑO 1	183
ACTIVIDAD O SUBPROYECTO 3	184
ESTUDIOS BÁSICOS SOBRE BIOLOGÍA, COMPORTAMIENTO Y DAÑO DE <i>CHILOMIMA</i> EN YUCA 1996-1997	184

METODOLOGÍA	185
RESULTADOS	190
ACTIVIDAD O SUBPROYECTO 4	198
ESTABLECIMIENTO DE CONTROL INTEGRADO DE <i>CHILOMIMA</i> : NATURAL, BIOLÓGICO, CULTURAL Y QUÍMICO (INSECTICIDAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES) 1997-1998	198
CONCLUSIONES GENERALES	200
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, BASE PARA UN NUEVO MIP PARA MANEJO DE <i>CHILOMIMA</i>	201
PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE NÚCLEOS DE YUCA SECA PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	205
MATERIALES Y MÉTODOS	205
PARÁMETROS EVALUADOS	206
DESCRIPCIÓN DEL NÚCLEO DE YUCA SECA	206
PROCESO	207
RESULTADOS	208
EVALUACIÓN ECONÓMICA	210
CONCLUSIONES	211
SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES	211
ASPECTOS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE LA YUCA	215
TROZADO PARA PROCESO INDUSTRIAL (<i>CHIPS</i>)	215
MODIFICACIÓN A LOS DISCOS DE CORTE EN LAS TROZADORAS POR SOYAGRO LTDA.	216
PLANTA EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO INDUSTRIAL DE DESHIDRATACIÓN Y GELATINIZACIÓN DE LOS ALMIDONES EN LA YUCA	216
PRIMERA ETAPA DEL DESHIDRATADOR INDUSTRIAL, EXPERIMENTO No. 1	217
PRIMERA ETAPA DEL DESHIDRATADOR INDUSTRIAL, EXPERIMENTO No. 2	217
RESULTADOS	217
PRIMERA ETAPA, EXPERIMENTO No. 2	218
SEGUNDA ETAPA, EXPERIMENTO No. 2	218
EXPERIMENTO No. 2	218
RESULTADOS	218
EXPERIMENTO No. 3	219
PRIMERA ETAPA EQUIPO DESHIDRATADOR	220
SEGUNDA ETAPA EQUIPO DESHIDRATADOR	220
RESULTADOS	220
EXPERIMENTO No. 4	221
RESULTADOS	221
DESVENTAJAS	222
RESUMEN	222
LA YUCA Y LOS ACUERDOS DE COMPETITIVIDAD	227
DEFINICIÓN DE COMPETITIVIDAD	227
LAS METAS EN COMPETITIVIDAD	227
PRECIOS Y OTRAS CONDICIONES PARA LA COMPETITIVIDAD	228
ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO	228
RELACIONES ENTRE LOS NIVELES DE LA CADENA	229
ESTRUCTURA DE LA CADENA	230
PARTICIPACIÓN DE ALGUNOS PRODUCTOS EN EL VALOR TOTAL DE LA PRODUCCIÓN DE 1993	231
DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS	231
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS, SEGÚN DESTINO	232
ÍNDICE DE PRECIOS CONSTANTES AL CONSUMIDOR DE CARNES Y HUEVO. DEFLACTADOS POR EL IPP	232
PRODUCTIVIDAD FÍSICA DEL TRABAJO EN LA INDUSTRIA DE BALANCEADOS EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA	234

ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDE / HUEVO	235
ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA PORCICULTURA	236
ESTRUCTURA DE COSTOS INDUSTRIALES	236
COMPARACIÓN COSTOS DIRECTOS A ESCALA INTERNACIONAL	237
YUCA. PRODUCCIÓN, ÁREA Y RENDIMIENTO	238
COMERCIO MUNDIAL DE LA YUCA	238
RENDIMIENTOS POR HECTÁREA EN LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE YUCA	239
PARTICIPACIÓN DE COLOMBIA EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE YUCA	239
ÍNDICES DE VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE YUCA	240
CONSUMO POTENCIAL DE YUCA POR LA INDÚSTRIA DE LOS BALANCEADOS	241
REQUERIMIENTOS DE ÁREA SEMBRADA EN YUCA PARA EL CONSUMO POTENCIAL DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	241
EVALUACIÓN DE BIOCATALIZADORES EN LA OBTENCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA	
INTRODUCCIÓN	245
1. OBJETIVOS	246
2. METODOLOGÍA	247
3. CONCLUSIONES	251

PRÓLOGO

Tradicionalmente, la yuca ha sido considerada como un cultivo típico de economía campesina y en cuanto tal, estudiado y atendido por los organismos nacionales e internacionales. Los miembros de la Red Internacional de Biotecnología de la Yuca, en su última reunión de marzo de 1998, catalogaron a ésta como el cultivo más importante para el desarrollo económico de las regiones más pobres en América Latina y el Caribe, y concluyeron que es el cultivo correcto en el tiempo correcto, en la medida en que proporciona la seguridad alimentaria a una familia aun tratándose de suelos muy pobres y afectados por fuertes sequías. La resistencia del cultivo se puso en evidencia, una vez más, en la situación de anormalidad climática causada por el fenómeno de El Niño, especialmente en la costa norte de Colombia -la región de mayor producción de yuca del país, con alrededor de 70 mil hectáreas. Las evaluaciones del PMD y el Ciat encontraron, en la mencionada región, producciones equivalentes o por encima del promedio normal, a pesar de varios meses de sequía y múltiples situaciones adversas. Igualmente, el cultivo se investiga y promueve como una clara posibilidad de alivio a la pobreza y rural por el reducido tamaño de las plantaciones y la ausencia de grandes explotaciones de tipo empresarial.

Sin que pierda validez el estudio y promoción del cultivo articulado socialmente o condiciones de marginalidad y pobreza, en los albores del siglo XXI, la yuca empieza a perfilarse como el eje de una de las cadenas productivas de origen agrícola de mayor potencial, apto para competir en un mercado globalizado como una de las alternativas productivas, ya no sólo de los pequeños, sino de medianos y grandes productores. Hasta ahora, la producción nacional ha estado orientada hacia el mercado en fresco, con pocas excepciones en el volumen global, en la producción de harinas y en el

secado de segundas o de excedentes estacionales. Sin embargo, en los últimos años ha surgido una fuerte demanda industrial orientada a la producción de raciones para animales que puede estar llegando en el país a las 800 mil toneladas anuales, en sustitución de una gran parte del volumen de importación de maíz

Según evaluaciones del Ciat, en la actualidad el componente energético de las raciones para aves y cerdos constituye un alto porcentaje de los costos de producción. En varios países tropicales dicho componente es importado, en su mayor parte, desde naciones de clima templado (i.e. Colombia importó 1.5 millones de toneladas de maíz en 1996, lo que representó un 90% de los requerimientos energéticos para raciones en el país). Evidentemente, esta cifra representa un considerable peso negativo en la balanza sectorial y un gran número de puestos de trabajo que dejan de crearse en el campo. Esta dependencia tan acentuada de materia prima importada, entraña el riesgo de que en un futuro cercano, la opción de importar el producto final (i.e. carne de cerdo o de pollo) termine imponiéndose, dando como resultando inminente la desaparición de una de las industrias de mayor crecimiento en los últimos años y la pérdida de numerosas fuentes de trabajo. Además, el debilitamiento y posible desarticulación de ésta industria dejaría a nuestros países sujetos a las fluctuaciones de precios y volúmenes del mercado internacional. Si tenemos en cuenta que el mercado de huevos y carne de ave y cerdo en Colombia representa un valor bruto aproximado de U\$2.5 billones, debemos concluir que estamos frente a uno de los rubros principales de la economía por su volumen y por su capacidad de generación de empleo.

Por lo demás, de acuerdo con la observación reciente del mercado, no sólo la demanda industrial se está incrementando, sino que, al contrario de lo que ocurre en los demás países productores, la tendencia del consumo en fresco en Colombia parece mantenerse y, aun, elevarse ante la aparición del producto en nuevas presentaciones, especialmente la que incluye el suministro de yuca preprocesada para uso doméstico y de restaurantes de comida rápida.

Reconociendo la importancia alcanzada por este cultivo, el Programa de Modernización y Diversificación del Ministerio de Agricultura, inició la ejecución del Plan Cuatrienal de Yuca 1994-1998, centrado en mejorar la competitividad y sostenibilidad de los pequeños productores de yuca, con el desarrollo de los siguientes programas:

1) Mejoramiento tecnológico de la producción del cultivo, orientando sus recursos hacia el establecimiento de bancos de semillas mejoradas a través de convenios con los entes territoriales, ONG, Corpoica y el Ciat.

2) Modernización de los procesos agroindustriales de la yuca para la producción de chips y harinas, utilizadas como fuentes calóricas en la elaboración de concentrados para ganados bovino, porcino y producción avícola y piscícola.

3) Estructuración de cadenas agroalimentarias que apuntan a la utilización del follaje de la yuca, harinas y otros productos regionales, tales como hoja de mataratón, kutzú, canabalia, en la formulación de raciones alimenticias para porcinos, aves, bovinos, caprinos, peces, etc.

4) Desarrollo empresarial de los productores para generar procesos de organización, capacitación y de gestión empresarial, con el fin de asegurar la comercialización del producto con la industria de concentrados localizadas en la Costa Atlántica, Medellín y el Valle del Cauca, principalmente, bajo la modalidad de agricultura por contrato.

Consecuentemente, el Programa de Modernización y Diversificación del Ministerio de Agricultura, que se ejecuta mediante un convenio de cooperación con el IICA, organizó el Primer Congreso Técnico Nacional del Cultivo de la Yuca, con el objetivo de reunir a los más destacados investigadores sobre el tema, a los productores y a los demandantes industriales, para intercambiar las experiencias y los conocimientos logrados en los primeros tres años de ejecución del Plan. El seminario recibió el apoyo fundamental del ministro de Agricultura Antonio Gómez Merlano; del viceministro de Desarrollo Rural, Jorge Feris Chadid; del director general de Desarrollo Productivo Regis Benitez Vargas, y de José Luis Gómez y Mireya Valencia, director y asesora del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Pronatta; de Eusebio Ortega, coordinador del programa de Semillas del PMD, y de José Felix Montoya, coordinador del Plan en la Costa Atlántica, quien tuvo a su cargo la responsabilidad de la organización del evento. Así como del representante del IICA en Colombia, Edgardo Moscardi; de Diego Miguel Sierra, Presidente de Fenavi y de Mariano Useche, coordinador de la comisión de ciencia y tecnología de Colciencias.

El temario del certamen cubrió ampliamente los tópicos técnicos del cultivo, su situación y perspectivas, examinando temas como la investigación participativa, los estudios relacionados con el manejo de los suelos en el cultivo de la yuca, el manejo integrado de plagas, la experiencia comercial de la producción de semilla in-vitro, los requerimientos nutricionales del arreglo yuca-maíz, la formulación de alimentos balanceados basados en yuca, los avances tecnológicos en secado artificial, la experiencia comercial en prococción y congelación de yuca, la integración vertical en la producción de aves y cerdos basada en la alimentación con yuca y otra gama de investigaciones de interés nacional e internacional.

Las conclusiones generales del Congreso, aparte de las presentadas específicamente en cada investigación, se pueden resumir de la siguiente manera:

- En Colombia, la producción y agroindustrialización de la yuca se perfila como una importante alternativa competitiva en diferentes regiones del país. Para aprovechar esta posibilidad es necesario ampliar la oferta de semilla con las características de variedades, condiciones fitosanitarias, calidad y rendimientos requeridos por el procesamiento industrial. Para ello, es necesario ampliar las investigaciones de mejoramiento genético, aumentar los bancos de multiplicación de semilla, reforzar las acciones dirigidas a modernizar las técnicas de cultivo y popularizar la producción y uso de la semilla in-vitro.*
- El modelo de producción de yuca bajo el esquema de doble utilidad, impulsado en el pasado como amortiguador de caídas de precios en fechas “pico”, junto con la ausencia o el incumplimiento de reglas de negocio a mediano plazo y la facilidad de importar materias primas, han impedido su uso agroindustrial definido y estable. En adelante, se recomienda que el tema de la producción de yuca para uso industrial sea tratado como un sistema diferente, con investigaciones propias y desarrollos del manejo agronómico diferenciados de los empleados para la producción de venta en fresco.*
- La estacionalidad de la producción en la Costa Atlántica limita la competitividad de la yuca como materia prima para procesos industriales. Es fundamental promover nuevos sistemas productivos y ampliar nacionalmente las acciones de fomento del PMD.*
- Es necesario implementar una red de información que impulse la difusión sobre oferta y demanda de tecnologías*

avanzadas, oferta y demanda de programas de actualización productiva y empresarial, evolución de los mercados nacionales e internacionales, tendencias de los consumidores industriales y finales, comportamiento de la competencia internacional, etc., disponible para todos los productores, procesadores y consumidores, con el fin de facilitar decisiones inteligentes de cambio y actualización.

- Es claro que en la tarea de modernización del cultivo de la yuca y de su agroindustrialización deben estar comprometidos e integrados todos los actores que conforman la cadena productiva. El interés de los consumidores industriales en el progreso del cultivo y en el desarrollo de la cadena, es la condición indispensable para capitalizar la ventaja básica que ofrece la condición tropical de nuestro país.*

Como responsables del Programa de Modernización, y en este caso particular del Plan cuatrienal de Yuca, queremos reafirmar el interés especial del Ministerio de Agricultura y del IICA en el desarrollo de la agroindustria de esta materia prima y el compromiso decidido de impulsar las acciones pertinentes con las recomendaciones emanadas de este Primer Congreso Técnico del Cultivo de la Yuca.

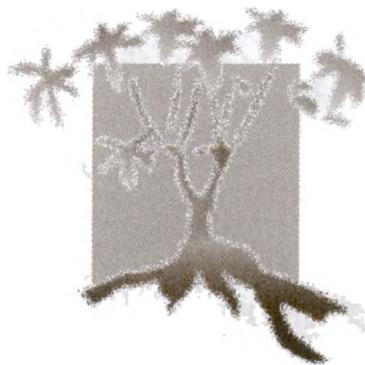
LUIS ORTIZ LÓPEZ
Director PMD - PGE

ALONSO CARDONA NICHOLLS
Coordinador Plan Cuatrienal de Yuca

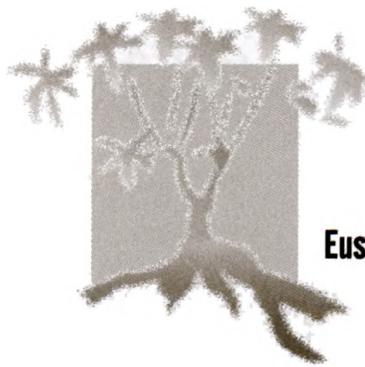
PRIMERA PARTE

ASPECTOS AGROECONÓMICOS DEL CULTIVO DE LA YUCA

- EXPERIENCIAS Y AVANCES DEL PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA DE COLOMBIA
- GENERACIÓN DE UN MODELO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA CON EL ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL DESARROLLO Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN YUCA EN LA REGIÓN CARIBE
- PRODUCCIÓN DE SEMILLA GENÉTICA, BÁSICA Y CERTIFICADA DE CUATRO VARIEDADES Y TRES CLONES PROMISORIOS DE YUCA PARA LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA
- ESTRUCTURACIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO Y MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA COLOMBIANA
- PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN EN YUCA EN COLOMBIA
- DESARROLLO DE ALTERNATIVAS PARA RECUPERAR Y SOSTENER LA FERTILIDAD INTEGRAL DE LOS SUELOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN QUE INCLUYEN YUCA EN LA REGIÓN CARIBE
- PLAN OPERATIVO Y NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONDUCCIÓN DE PROYECTOS DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA



**EXPERIENCIAS Y AVANCES
DEL PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN
DE SEMILLA DE YUCA
EN LA COSTA ATLÁNTICA
DE COLOMBIA**



Eusebio Ortega Salgado

EXPERIENCIAS Y AVANCES DEL PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA DE COLOMBIA

EUSEBIO ORTEGA SALGADO^{1/}

El Plan de Modernización y Fortalecimiento Agroindustrial de la Yuca, inscrito en el Programa de Modernización y Diversificación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, fue formulado en 1994 y empezó su ejecución en 1995. Con este Plan se busca consolidar un modelo de desarrollo agroindustrial campesino alrededor del citado cultivo.

Para consolidar este modelo, se trabajaron un programa de modernización del sistema productivo de la yuca, mediante proyectos de producción y distribución de semilla básica y proyectos de multiplicación de la semilla mejorada, que más tarde llega a manos de los cultivadores.

Además de los proyectos de producción y multiplicación de semilla, se implementaron una serie de proyectos que conforman un complemento para lograr un mejoramiento al sistema productivo del cultivo, algunos de los cuales fueron los de conservación y fertilización de suelos y el de manejo integrado de plagas en yuca (MIP).

ANTECEDENTES

En el Plan para la Modernización y el Fortalecimiento de la Agroindustria de la Yuca, se le da mucha importancia a la producción y multiplicación de semilla básica con un alto potencial de rendimiento, sea dulce o amarga. Desde 1995, el PMD contrató con el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, para que empezara a producir semilla básica, con el objeto de multiplicarla más tarde a gran escala. Paralelamente, se empezaron a multiplicar algunas variedades de yuca adaptadas a la zona, y se contrataron proyectos de multiplicación, en los cuales el multiplicador debía conducir sus trabajos con alguna rigurosidad

1/ Consultor IICA-PMD. Ingeniero Agrónomo.

para ofrecerle al productor una semilla al menos clasificada. Esta modalidad consistía en que el Ministerio de Agricultura aportaba todos los recursos y el ejecutor le entregaba a los productores semilla gratuitamente y se quedaba con los recursos obtenidos por la venta de raíces.

Lo anterior quería decir, que el sistema no ofrecía sostenibilidad y que la calidad de la semilla no era la mejor, porque no había quién supervisara esos lotes de multiplicación.

El objetivo era que los productores usaran oportunamente la semilla de buena calidad y que cada año esa necesidad fuera menor porque su multiplicación estaría en manos de los productores. Esto no se cumplió puesto que nadie tenía responsabilidad en esos programas y porque los productores no guardaban la semilla para la próxima siembra, con lo cual el esfuerzo que se hacía en producirla se perdía por falta de compromiso.

MONTAJE DEL PROGRAMA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA

En 1996, el Ciat tenía 20 hectáreas de cultivo de semilla básica, compuesto por varios clones élites y variedades ya conocidas en la zona, lo que hacía necesario diseñar una estrategia para poder estructurar un sistema descentralizado de multiplicación, con miras a ofrecer al agricultor un material de buena calidad y seleccionado. De esta manera, se ordenaba este proceso, en búsqueda la sostenibilidad en el tiempo, porque con los recursos de la venta de raíces y de semillas, se constituirá un fondo para seguir esta actividad en el futuro.

Con el apoyo del Ciat, el PMD preparó un documento marco (el Plan Operativo y Normas Técnicas para la Conducción de Proyectos de Multiplicación de Semilla de Yuca en la Costa Atlántica), que contempla aspectos como la producción de semilla básica y su multiplicación. Para hacer el seguimiento y control a esta actividad, se conformó un Comité Operativo de Semillas, con funciones específicas.

En el documento antes mencionado se establecieron unas normas técnicas para la multiplicación de semilla. Debido a que el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, no tiene reglamentada hasta el momento esta actividad, se acordó hacer algunas visitas periódicas, para garantizar aun más la calidad del material que se va a producir. (Se anexa copia del documento).

IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS

El Comité Operativo de Semillas acuerda como meta que los proyectos estén formulados y aprobados a más tardar el 30 de abril de 1997.

Fueron aprobados seis proyectos para multiplicar semilla de yuca este año, que vinieron a sumarse a otro que tenía recursos asignados desde 1996. Los proyectos fueron ubicados cerca de los centros de producción, con el fin de disminuir costos de transporte y los daños mecánicos a la semilla.

La entrega de semilla por parte del Ciat a los multiplicadores fue coordinada por el PMD.

Actualmente, se están multiplicando cuatro variedades y siete clones élites, distribuidos en 133.5 has.

Las actividades de siembra se iniciaron en junio y terminaron en septiembre, por motivos de consecución de lotes, por lentitud en la preparación de suelos y por falta de lluvias en distintas zonas.

Los cultivos que fueron sembrados a principios de junio y cuya semilla fue bien manejada, no tuvieron problemas graves de germinación, al igual que los sembrados a finales de agosto y principios de septiembre, épocas en las cuales hubo humedad suficiente.

Los factores que más influyeron para que los cultivos de semilla no se establecieran normalmente fueron: falta de operatividad, manejo inadecuado del material y falta de humedad, lo anterior trajo como consecuencia que la germinación resultara deficiente.

EVALUACIÓN DE EJECUTORES A OCTUBRE 31/97

Se implementó una matriz para evaluar los ejecutores, teniendo en cuenta aspectos administrativos y técnicos. El tiempo transcurrido entre el recibo de recursos y la fecha de siembra, el porcentaje de germinación de las diferentes variedades y el grado de enmalezamiento son los tres parámetros que se tuvieron en cuenta para evaluar la acción de los multiplicadores.

Consideramos válida la elaboración de esta matriz, debido a que los datos son producto de una evaluación de campo y porque las condiciones para los multiplicadores fueron muy parecidas. Puesto que recibieron recursos durante la misma época, todos tenían semilla disponible. La única ventaja de dos multiplicadores radica en que tienen proyectos en distritos de riego, y otro contaba con recursos del año anterior.

METODOLOGÍA

En un porcentaje de 100 se han establecido tres componentes fundamentales, cada uno de ellos con un peso relativo para obtener éxito en el desarrollo del proyecto.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

El parámetro por evaluar es tiempo transcurrido entre recibo de recursos y la fecha de siembra. El peso relativo asignado es del 35%. Este parámetro nos sirve para evaluar la operatividad y eficiencia de los ejecutores.

ASPECTOS TÉCNICOS

Divididos en porcentaje de germinación (35%) y grado de enmalezamiento de los lotes (30%).

El porcentaje de germinación es afectado por la calidad de la semilla, la preparación de suelo, la disponibilidad de agua y la labor de siembra, mientras que el grado de enmalezamiento hace referencia a la atención oportuna del cultivo, proporcionándole ventajas para su desarrollo.

CALIFICACIÓN PARA CADA COMPONENTE

PARÁMETRO DEL TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE RECIBO DE RECURSOS Y FECHA DE SIEMBRA

Se califica así:

1 a 30 días: 10 puntos.

31 a 45 días: 8 puntos.

46 a 60 días: 6 puntos.

61 a 70 días: 4 puntos.

71 a 80 días: 2 puntos.

Mayor 81 días: 0 puntos.

RESULTADO TIEMPO TRANSCURRIDO ENTRE RECIBO DE RECURSOS Y FECHA DE SIEMBRA

Ejecutor	Lote	Tiempo (días)	Calificación	Total	Promedio
1	A	20	10	3.5	1.75
	B	109	0	0	
2	A	22	10	3.5	1.75
	B	109	0	0	
3	A	33	8	2.8	1.86
	B	36	8	2.8	
	C	103	0	0	
4	A	60	6	2.1	1.4
	B	78	2	0.7	
5	A	33	8	2.8	2.27
	B	69	4	1.4	
	C	36	8	2.8	
	D	58	6	2.1	
6	A	109	0	0	0
7	A	130	0	0	0
	B	*			
	C	*			

* No se tiene información.

PARÁMETRO PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

Se califica así:

100 a 95% = 10 puntos.	49 a 40% = 4 puntos.
94 a 90% = 9 puntos.	39 a 30% = 3 puntos.
89 a 80% = 8 puntos.	29 a 20% = 2 puntos.
79 a 70% = 7 puntos.	19 a 10% = 1 puntos.
69 a 60% = 6 puntos.	Menor a 9% = 0 puntos.
59 a 50% = 5 puntos.	

RESULTADO DE GERMINACIÓN (35%)

1	A	CG1141-1	89	8	2.8	2.52	2.07	
		CM3306-4	59	5	1.75			
		MTAI 8	98	10	3.5			
		MVEN 25	60	6	2.1			
		CM6119-5	76	7	2.45			
	B	MCOL1505	66	6	2.1	1.63		
		CM3306-19	36	3	1.05			
		CM4365-3	54	5	1.75			
2	A	CG1141-1	79	7	2.45	2.1	2.18	
		CM3306-4	56	5	1.75			
		CM4365-5	62	6	2.1			
	B	SM3306-19	47	4	1.4	2.27		
		MCOL1505	90	9	3.15			
3	A	CG1141-1				0	1.28	
		MTAI 8						
		MVEN25						
		MCOL1505						
		CM6119-5						
		CM4919-1						
		CM4843-1	Rescindido el contrato	0	0			0
	B	CM3306-4	46	4	1.4	1.75		
		MTAI 8	54	5	1.75			
		MCOL1505	63	6	2.1			
	C	SM3306-19	35	3	1.05	2.1		
		MCOL1505	90	9	3.15			
4	A	MCOL2215	80	8	2.8	2.27	2.54	
		CM3306-19	50	5	1.75			
	B	MCOL2215	85	8	2.8	2.8		
		MCOL1505	85	8	2.8			
5	A	MCOL1515	67	6	2.1	2.1	2.23	
		CG1141-1	81	8	2.8			
		CM3306-4	47	4	1.4			
		COGOLLO VERDE	60	6	2.1			
	B	MCOL2215	67	6	2.1	1.75		
		MCOL1505	62	6	2.1			
		CM3306-4	33	3	1.05			
		C	MCOL1505	75	7	2.45		2.63
			CG1141-1	85	8	2.8		
			MCOL2215	72	7	2.45		
			SG765-4	86	8	2.8		
	D	MCOL1505	85	8	2.8	2.45		
		CM3306-4	65	6	2.1			
6	A	MCOL2215	95	10	3.5	3.5	3.5	
7	A	MCOL1505	95	10	3.5	3.5	1.16	
	B*							
	C*							

* No se tiene información.

PARÁMETRO GRADO DE ENMALEZAMIENTO

Se califica así:
 Limpio = 10 puntos.
 Bajo = 7 puntos.
 Medio = 5 puntos.
 Alto = 2 puntos.
 Muy alto = 0 puntos.

RESULTADO DE ENMALEZAMIENTO (30%)

Ejecutor	Lote	Enmalezamiento	Calificación	Promedio lote	Promedio total
1	A	Limpio	10	3	2.25
	B	Medio	5	1.5	
2	A	Limpio	10	3	3.00
	B	Limpio	10	3	
3	A	Muy alto	0	0	1.50
	B	Medio	5	1.5	
	C	Limpio	10	3	
4	A	Limpio	10	3	3.00
	B	Limpio	10	3	
5	A	Bajo	7	2.1	2.32
	B	Bajo	7	2.1	
	C	Bajo	7	2.1	
	D	Limpio	10	3	
6	A	Medio	5	1.5	1.50
7	A	Bajo	7	2.1	0.70
	B	*			
	C	*			

* No se tiene información.

CALIFICACIÓN GENERAL

La sumatoria de los componentes estará en una escala de 0 a 10, calificando la labor de cada ejecutor, así:

- 10 a 9 = excelente.
- 8.9 a 8 = muy buena.
- 7.9 a 7 = buena.
- 6.9 a 6 = aceptable.
- 5.9 a 5 = regular.
- 4.9 a 4 = deficiente.
- 3.9 a 3 = mala.
- 2.9 a 2 = muy mala.
- 1.9 a 1 = desastrosa.

RESULTADO DE CALIFICACIÓN GENERAL

Ejecutor	Aspecto admitivo.		Aspecto técnico		Total	
	Lote	Tiempo	% Germ	Grado malezas	Lotes	Ejecutor
1	A	3.5	2.52	3.0	9.02	6.07
	B	0.0	1.63	1.5	3.13	
2	A	3.5	2.10	3.0	8.60	6.93
	B	0.0	2.27	3.0	5.27	
3	A	2.8	0.00	0.0	2.80	4.65
	B	2.8	1.75	1.5	6.05	
	C	0.0	2.10	3.0	5.10	
4	A	2.1	2.27	3.0	7.37	6.93
	B	0.7	2.80	3.0	6.50	
5	A	2.8	2.10	2.1	7.00	6.83
	B	1.4	1.75	2.1	5.25	
	C	2.8	2.63	2.1	7.53	
	D	2.1	2.45	3.0	7.55	
6	A	0.0	3.50	1.5	5.00	5
7	A	0.0	3.50	2.1	5.60	1.87
	B	*				
	C	*				

* No se tiene información.

CUADRO RESUMEN

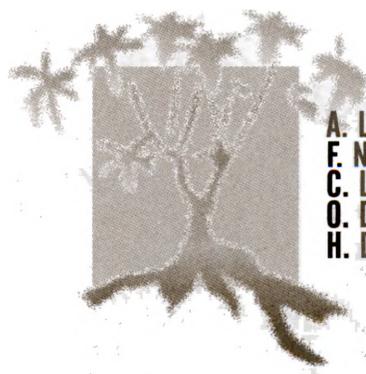
Ejecutor	Puntaje	Calificación
1	6.07 (3)	Aceptable
2	6.93 (1)	Aceptable
3	4.65 (5)	Deficiente
4	6.93 (1)	Aceptable
5	6.83 (2)	Aceptable
6	5.00 (4)	Regular
7	1.87 (6)	Desastrosa

Al finalizar este ejercicio se incluirán otros parámetros para evaluar, tales como cantidad y calidad de la semilla producida y cantidad de recursos generados. También se medirá la efectividad en el cumplimiento de todas las metas propuestas en el proyecto inicial.

CONCLUSIONES

1. Los factores que más influyeron para que los cultivos de semilla de yuca no se establecieran adecuadamente fueron: falta de operatividad de los ejecutores, manejo inadecuado de la misma y humedad insuficiente.
2. La falta de agilidad de los ejecutores para plantar sus cultivos, trajo como consecuencia que el almacenamiento de la semilla se prolongara y su calidad se deteriorara grandemente.
3. El tiempo transcurrido entre el recibo de la semilla y su siembra, así como la falta de humedad, trajeron como consecuencia que en algunos lotes la germinación fuera deficiente.
4. Es preciso que los lotes de multiplicación de semilla estén ubicados cerca a las zonas productoras, porque para su distribución debe existir una comunicación constante entre el multiplicador y el usuario, y también porque así se disminuye el deterioro que sufre dicho material en los viajes largos y voluminosos.
5. Para multiplicar semillas de yuca sería ideal tener tierra propia y con posibilidades de riego, preferiblemente por aspersión, como también disponer de maquinaria, para poder programar adecuadamente la siembra y la venta.

**GENERACIÓN DE UN MODELO
DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA
CON EL ENFOQUE DE SISTEMAS
PARA EL DESARROLLO Y ADOPCIÓN
DE TECNOLOGÍAS EN YUCA
EN LA REGIÓN CARIBE**



**A. López; L. A. Hernández;
F. Negrete; L. Bracho;
C. López; S. Saumeth;
O. Díaz; M. Montes;
H. Díaz y M. Jaramillo.**

GENERACIÓN DE UN MODELO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA CON EL ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL DESARROLLO Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN YUCA EN LA REGIÓN CARIBE

A. LÓPEZ^{1/}; L. A. HERNÁNDEZ^{1/};
F. NEGRETE^{2/}; L. BRACHO^{2/}; C. LÓPEZ^{2/}; S. SAUMETH^{2/};
O. DÍAZ^{2/}; M. MONTES^{2/}; H. DÍAZ^{2/}; M. JARAMILLO^{2/}.

Los investigadores en el esquema de investigación disciplinario, han privilegiado la adaptación de tecnologías preexistentes, en muchos casos en contra vía de las necesidades de los productores. Producto de esto, la investigación ha tenido grandes dificultades para poder formular una estrategia apropiada que facilite la canalización y el impulso de los esfuerzos del desarrollo tecnológico entre investigadores y el productor.

Como consecuencia de lo anterior, los productores no han podido resolver viejos problemas de sus sistemas de producción. Los nuevos problemas tampoco han tenido solución y es muy escaso el aprovechamiento de oportunidades y potencialidades que se presentan en los sistemas. Problemas como la erosión y pérdida de la fertilidad de los suelos, plagas, enfermedades, pérdidas en poscosecha y los altos costos de producción, se acentúan día tras día; además, los programas de producción de yuca seca y el área de cultivo se han estancado.

En los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre y Magdalena, hay cerca de 70 mil productores de yuca, quienes la siembran en arreglo con maíz, ñame, millo y guandúl, entre otros, en zonas agroecológicas: Cf, Cu, Cv, Cn, Ku, Kb, W, y dentro de éstas, en suelos de mediana a baja fertilidad, con topografía de ondulada a quebrada. Pero no suplen la demanda, y muestran tasas de rendimiento e ingresos decrecientes.

La aplicación de un modelo de desarrollo tecnológico participativo, facilitará la toma de decisiones por parte de la comunidad en las fases de planificación,

1/ Respectivamente investigadores Corpoica y Ciat, coordinadores del proyecto.

2/ Investigadores Corpoica, regionales 2 y 3.

ejecución, seguimiento y evaluación de las alternativas tecnológicas generadas. De esta manera, se canalizarán el conocimiento y la evaluación de las tecnologías en etapa temprana, por parte de la comunidad. Esto conducirá a las comunidades a acelerar la adopción o bien al descarte de dichas tecnologías y, en este último caso, a la reformulación de los proyectos de investigación en una fase igualmente temprana.

Lo anterior significa que las fases de investigación, transferencia, apropiación y adopción, no solo se están cumpliendo en forma consecutiva, sino que se logran niveles razonables de adopción en razón de que los productos de la investigación serán diseñados a la medida de las necesidades del productor, y él participará a su vez como transferidor de esa tecnología.

En relación con otros modelos de investigación, esto supone un ahorro sustancial en cuanto al tiempo, recursos financieros e institucional empleados en investigación. Por su naturaleza conducirá al logro de una mejor tasa de adopción. Los productores podrán contar con tecnologías más apropiadas para incorporar rápidamente al proceso productivo; los investigadores podrán disponer de materiales para sus objetivos de transferencia o de productos acordes con sus necesidades de planificación, la inversión de recursos en investigación puede mejorar la tasa de retorno. El diseño de las alternativas a la medida de las necesidades de los usuarios, crea un ambiente favorable a la aplicación de estrategias de sistemas de producción más eficientes, más armónicas con la naturaleza y a incrementar los beneficios de productores y consumidores.

A partir de 1995, el gobierno lanzó el Plan para la Modernización de la Agroindustria de la Yuca, con la finalidad de suplir la demanda de yuca seca y otros usos, mediante la generación de tecnología y la ampliación de superficie sembrada. El objetivo del presente informe, es presentar los avances de un primer ciclo del desarrollo del modelo, destacando los resultados obtenidos en lo relacionado con los criterios y descriptores utilizados por los agricultores en las evaluaciones de las tecnologías en validación de los proyectos de MIP y alternativas para recuperar y mantener la fertilidad de los suelos en cinco localidades de la Región Caribe.

ANTECEDENTES CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS

Según Hernández (1993), una de las actividades iniciales del Programa de Mejoramiento Genético de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, desde 1969, fue la definición del concepto de «variedad», por necesidad tecnológica, haciendo un análisis sobre la disponibilidad de nuevos clones como solución a problemas de variedades locales del productor.

A partir de 1980, con el estudio sobre las condiciones ecológicas en las cuales crece la yuca, se hicieron selecciones de subsistemas prioritarios integrados por agricultores que se encontraban en circunstancias físicas, biológicas y socioeconómicas similares, siendo la Costa Norte de Colombia uno de ellos (Ciat, 1980). Con la creación del Grupo de Yuca y Asociados, Gruya, en 1986, en la Región Caribe, y mediante la aplicación de una encuesta informal, se conocieron lo que los productores consideraban como variedad «ideal», y las características de otras variedades locales y las prácticas culturales y el tipo de mercado más importante.

Con ello se inicio el conocimiento de los criterios de selección de los productores, quienes sugirieron nuevos clones para evaluar en el siguiente ciclo. En 1987, se dio el primer paso en la evaluación de clones experimentales, con experimentación libre por parte del productor a escala de finca. Aunque los resultados fueron limitados, los productores mostraron interés en volver a evaluar variedades. La investigación participativa en el mejoramiento de la yuca se inicio en 1988. Se llevaron a las fincas clones seleccionados por investigadores y con ello se inicio la experimentación, usando los criterios de selección que aplican los productores.

El segundo ciclo de evaluación se dio una vez fue establecida la dinámica del procedimiento; en cada ciclo siguiente se validó la información del anterior y se refinó el método. La investigación participativa en el programa de Mejoramiento de Yuca del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, se convirtió en una herramienta para seleccionar variedades, con miras a su liberación.

En 1989, se llevó a cabo el tercer ciclo de evaluación, se conocieron los principales criterios de selección de los agricultores de la región y se continuó su validación. El cuarto ciclo de evaluación se realizó en 1990.

En 1991, el ICA entregó a los agricultores uno de los clones experimentales (CG 1141-1), dada su aceptación y estabilidad de los parámetros agronómicos. Este clon se llamó ICA-Costeña; en 1992, se entrego el clon CM 3306-4, con el nombre de ICA-Negrita.

En Ecuador, el Instituto Nacional de Investigación de Portoviejo (Iniap), con base en el modelo generado por el ICA y el Ciat ha aplicado el método en su programa de mejoramiento en yuca desde 1989. Más recientemente, se conocen experiencias sobre la aplicación de esta metodología con yuca en Brasil.

En atención a esta metodología hay que observar que fue desarrollada como apoyo al mejoramiento genético de yuca y que además se inicio con

clones que estaban en una etapa avanzada del mejoramiento, lo cual indica que el productor no participó en las selecciones en etapas tempranas del proceso. En el campo del desarrollo tecnológico con alternativas tecnológicas diferentes a variedades y considerando el sistema de producción, no se conocen referencias en la literatura.

METODOLOGÍA

El modelo participativo parte de la selección de cinco grupos de agricultores, con base en los siguientes criterios:

- Concertación de la producción de yuca.
- Localización de plantas de secado y almidón.
- Presencia y dinamismo institucionales.
- Fortaleza institucional de los grupos de agricultores.
- Representatividad biofísica del área productora de yuca.
- Complementariedad con otros proyectos en la zona, para aunar esfuerzos.
- Proyecciones reales de expansión del cultivo.

Una vez seleccionados los cinco grupos de agricultores, se procedió al establecimiento de los comités agropecuarios de desarrollo tecnológico, Cadet, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

1. Etapa de preparación. Se seleccionaron las entidades por participar y sus representantes en el Comité, cuidando de su permanencia y credibilidad entre los agricultores.

2. Etapa de conformación de los comités. Estuvo precedida por una estrategia de motivación de los agricultores, para ubicarlos dentro de los nuevos elementos de participación ciudadana en el desarrollo y en los procesos de descentralización. Posteriormente, los agricultores asistentes eligieron un comité integrado por los siguientes miembros:

- Un presidente, el líder, que es aquel agricultor que jalona los procesos de organización en bien de la comunidad y que cuenta con el apoyo de sus colegas. Su función principal es convocar a los demás miembros del Comité y otros de la comunidad a las reuniones y a los eventos de evaluación de los experimentos y pruebas.

- Un secretario, que es la persona que por su alta capacidad organizacional, registra el más mínimo detalle de lo que sucede en la comunidad. Debe ser un

agricultor que mínimamente maneje la lectura y la escritura. Junto con el presidente, su función principal es registrar las actas de las reuniones del Comité, de las evaluaciones en los experimentos y pruebas y contribuir a la transferencia de los resultados.

- Un tercer agricultor que, por su gran capacidad de manejo de los números, y visión de negocios, lleva cuenta de toda actividad para sacar relación de gastos y ganancias en su quehacer diario. Es el responsable de registrar todas las actividades que demanden costos en los experimentos y ensayos en los cuales participa la comunidad; por ejemplo, número de deshierbas, jornales por deshierba, valor del jornal, etc.

- Un cuarto agricultor que, por su gran capacidad de observación, detalla las ventajas y desventajas de los aspectos que atañen al quehacer comunitario. Es el agricultor que lidera las evaluaciones en experimentos y pruebas con el resto del comité y otros miembros de la comunidad.

El Comité debe reunirse para:

- a. Atender las convocatorias de los investigadores.
- b. Preparar las sesiones de evaluación con los investigadores y otros agricultores de la comunidad.
- c. Analizar los resultados de las evaluaciones.
- d. Discutir las propuestas de los investigadores.
- e. Discutir los resultados de los investigadores y confrontarlos con los de sus evaluaciones.
- f. Hacer las evaluaciones de campo con otros agricultores.

Alrededor de cada Comité, asisten un responsable de su funcionamiento, por parte de Corpoica, un representante de Umata, que será observador y participante del desarrollo de las tecnologías como elemento de transferencia; un representante de los industriales de secado o almidón, con la misma función que el de la Umata. Igualmente, se convocó a un miembro de ONG existente en cada municipio del Comité.

3. Una vez conformado el Comité, se adelantó una capacitación en elementos básicos de la investigación participativa. Se dieron elementos conceptuales claros sobre cuál sería la participación de los agricultores, investigadores, transferidores y otros agentes del desarrollo tecnológico de cada comité.

4. El Comité, junto con investigadores y otros agricultores de la región, realizaron un diagnóstico participativo en aspectos tecnológicos y socioeconómicos. Debido a que en abril de 1995, para la estructuración del programa de investigación del Plan, se realizó este evento con agricultores de toda la región Caribe, el diagnóstico participativo por Cadet se consideró como una validación de dicha problemática. Los agricultores priorizaron problemas por Cadet.

5. La problemática priorizada por los agricultores en el diagnóstico participativo fue analizada por los investigadores y otros participantes; luego, se revisó la oferta tecnológica y, posteriormente, se confrontó la oferta con la demanda. Esta confrontación se hizo teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad, competitividad y equidad de las alternativas que posteriormente se lo propusieron a cada Cadet.

6. Las alternativas tecnológicas seleccionadas por los investigadores fueron presentadas al Comité y a otros agricultores para que conjuntamente con ellos se llegue al diseño de las alternativas por probar. Se presentaron alternativas para problemas de producción por el grupo de investigadores responsables de cada problemática priorizada por los Cadet. En esta fase, los agricultores seleccionaron alternativas de bajo costo que utilicen recursos de la zona y que no implicaban insumos adicionales; sin embargo, hubo problemas que difícilmente serían solucionados con las alternativas disponibles, lo que implicó la necesidad de diseñar experimentos o ensayos con alternativas que aún no están suficientemente desarrolladas.

7. Instalación de experimentos y pruebas. Con los otros investigadores responsables de las áreas problema priorizadas por los agricultores, se montaron dos tipos de actividades centrales, a saber: a) experimentos con repeticiones, en los cuales los agricultores evaluarían las alternativas y los investigadores, acopiarán datos con cierto nivel de detalle, y b) pruebas de validación, en las cuales se examinaron aquellas alternativas que han tenido suficiente desarrollo y que solo faltaba verificar si funcionan en diferentes ambientes bajo el manejo de los agricultores. En las pruebas de validación, la participación de los agricultores y del Comité es mayoritaria y más intensa.

Se sembraron parcelas de un cuarto de hectárea para comparar los diferentes tratamientos, todos bajo el manejo agricultor. En estas pruebas también se registró el concepto de los agricultores sobre las bondades o desventajas de las tecnologías en prueba.

Tanto en los experimentos como en las pruebas de validación, el registro de los criterios de los agricultores se hizo en estrecha coordinación con los

responsables y ejecutores de los proyectos de MIP y Suelos. Para este propósito, se definieron evaluaciones claves, a partir de las cuales se inició el diseño de formatos y estructuración de libros de campo para las evaluaciones de años posteriores. Las evaluaciones fueron de tipo abierto, registrando los comentarios, criterios y descriptores de los agricultores en un formato para cada agricultor.

8. Posicionamiento de datos y retroinformación. Una vez recopilada la información de las evaluaciones de agricultores, ésta se codificó y luego se procesó con el “software” SAS. La información generada será el producto del análisis de los datos entre el equipo de este proyecto y los responsables de los proyectos de producción, quienes incorporarán dichos criterios en el replanteamiento de las fases siguientes.

9. Transferencia de resultados. Las alternativas tecnológicas seleccionadas por los productores en las parcelas de validación, serán apropiadas por las Umata y los Cadet, quienes serán los líderes en el proceso de transferencia en su localidad y otras de la Región Caribe. El proyecto documentará también las acciones de transferencia de los Cadet como un elemento nuevo en la investigación participativa.

Las tecnologías en validación de suelos fueron las siguientes:

Tratamiento 1. Aplicación de mulch de malezas 6 t./ha.

Tratamiento 2. Aplicación de 330 kg./ha. de 15-15-15.

Tratamiento 3. Testigo del agricultor.

Las tecnologías de validación de MIP fueron:

Tratamiento 1. yuca Venezolana/maíz ICA V-156

Tratamiento 2. yuca ICA-Costeña/maíz ICA V-156

Tratamiento 3. yuca ICA-Negrita/maíz ICA V-156

Tratamiento 4. yuca Manihoica P-12/maíz ICA V-156

Las estacas de yuca se trataron con una mezcla de insecticida más fungicida; la semilla de maíz se trató con Semevin 14 cc./kg.

Según la intensidad y severidad del daño del insecto, se aplicó lo siguiente:

Chilomima: Dart (inhibidor de síntesis de quitina 25 cc./bomba de 20 l + Carrier 50 cc. una aplicación

Comején + Blisus + *Chilomima*: Lorsban 4E 1.5 l/ha. + 4 aplicaciones parciales de Malathion 57% CE

Blisus en maíz: Lorsban 4E 1.5 l/ha. en Drench

Cogollero en maíz: Lorsban P 2 kg. + arena

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. VALIDACIÓN DE SUELOS

CRITERIOS Y DESCRIPTORES EN LAS CINCO LOCALIDADES

En las cinco localidades, los agricultores consideraron 25 criterios importantes en las evaluaciones que hicieron de los tres tratamientos (Tabla 1). Consideraron que los criterios más importantes fueron población de malezas, el efecto de tratamiento sobre el contenido de humedad en el suelo, seguidos por el tamaño y grosor de las raíces, la facilidad de cosecha y el aspecto de las plantas en el arreglo. La importancia que le dieron a la población de malezas puede estar reflejando una gran preocupación por este problema, aunque las prácticas van dirigidas a mejorar la fertilidad del suelo, lo cual indica que es necesario tener en cuenta este criterio en la evolución de los tratamientos a través del tiempo en los proyectos de suelo y MIP.

El proyecto de fertilidad de suelo no había contemplado este criterio, lo que confirma la necesidad de considerar el análisis sistémico. Existe un grupo secundario de criterios tales como cantidad de semilla, rendimientos, ataque de bacteriosis, vigor de las plantas, costos y uso de mano de obra, los cuales si bien no tuvieron una frecuencia alta, reflejan indirectamente con excepción de los costos, el efecto del aporte de nutrientes del suelo.

Los criterios más frecuentes tienen a su vez mayor número de descriptores, lo cual indica la necesidad de precisar su valor discriminante y la interpretación de cada uno de ellos para retroinformar a los proyectos de desarrollo tecnológico sobre cuáles son las variables a tener en cuenta en el rediseño de los ensayos.

TABLA 1.
CRITERIOS DE LOS AGRICULTORES EN EVALUACIONES DE DOS TECNOLOGÍAS
PARA MANTENER Y RECUPERAR LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN PRUEBAS DE VALIDACIÓN
EN CINCO LOCALIDADES DE LA REGIÓN CARIBE CORPOICA-CIAT, 1997.

Población de malezas	6	66	16.3
Contenido de humedad en el suelo	6	57	14.07
Tamaño y grosor de raíces yuca	5	50	12.35
Facilidad de cosecha	5	48	12.00
Aspecto de las plantas	4	42	10.37
Cantidad de semilla	4	19	4.69
Rendimiento	3	19	4.69
Ataque de bacteriosis	3	17	4.20
Vigor de la planta	4	16	3.95
Costos	3	13	3.21
Uso de mano de obra	6	11	2.72
Cantidad deshierbas	5	5	1.23
Resistencia exceso humedad en el suelo	1	1	0.25
Ataque de Chilomima	3	8	2.00
Calidad de semilla	3	8	2.00
Altura de plantas	3	3	0.74
Disposición para aplicar la tecnología	1	2	0.49
Facilidad de consecución del insumo	1	2	0.49
Efecto residual del tratamiento	2	5	1.23
Ataque de g.cachón	1	1	0.25
Erosión	3	4	0.99
Mejoramiento de suelo	3	7	1.73
Facilidad de consecución	1	3	0.74
Facilidad de aplicación	1	3	0.74
TOTAL		410	100

DESCRIPTORES DE LOS CRITERIOS

Los criterios tenidos en cuenta por los agricultores, sin embargo, son evaluados a través de expresiones lingüísticas que presentan varios descriptores. Estos descriptores son aún más importantes, dado que expresan en forma más concreta los conceptos de los agricultores y a su vez son la base para reorientar el diseño de las tecnologías en prueba (Tabla 2).

TABLA 2.
DESCRIPTORES DE LOS CRITERIOS DE LOS AGRICULTORES PARA EVALUAR
DOS TECNOLOGÍAS PARA MANTENER Y RECUPERAR LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS; PRUEBAS
DE VALIDACIÓN EN CINCO LOCALIDADES DE LA REGIÓN CARIBE, CORPOICA-CIAT, 1997.

Población de malezas	Muchas gramíneas	1	0.25
	Ayuda a controlar	9	2.22
	No hubo mucha	4	0.99
	Baja	25	6.17
	Alta	24	5.93
	Difícil deshierba	3	0.74
Contenido de Humedad en el suelo	No influyó	3	0.74
	Contribuye a mantenerla	16	3.95
	No la conserva	4	0.99
	Buena	20	4.94
	Suelo seco	7	1.73
	Suelo muy seco	7	1.73
Tamaño y grosor de raíces de yuca	Más larga y gruesa que el promedio	6	1.48
	Excelente	10	2.47
	Bueno	20	4.94
	Regular	12	2.96
	Muy largas y delgadas	2	0.49
	Fácil	28	6.91
Facilidad de cosecha	Dura	6	1.48
	Muy dura	5	1.23
	Más suave	2	0.49
	Muy fácil	7	1.73
	Bueno	24	5.93
	Malo	4	0.99
Aspecto de plantas	No muy bueno	12	2.96
	Más coposa	2	0.49
	Bastantes	3	0.74
	Buena	11	2.72
Cantidad de semilla	Mala	2	0.49
	Regular	3	0.74
	Poco	7	1.73
	Bueno	9	2.22
Rendimiento	Muy bueno	3	0.74
	Leve (parches)	8	1.98
	Fuerte (t.quemado)	4	0.99
Ataque de Bacteriosis	Ausente	5	1.23
	Bueno	10	2.47
	Raquíticas	4	0.99
Vigor de la planta	Excelente	1	0.25
	Regular	1	0.25
	Una más	1	0.25
Cantidad deshierbas	Dos más	1	0.25
	Tres más	3	0.74
	Resistió el exceso	1	0.25
Resistencia exceso humedad en el suelo	Leve	3	0.74
	Ausente	4	0.99
	Fuerte	1	0.25
Ataque de Chilomima	Muy delgada	1	0.25
	Gruesa	3	0.74
	Buena	4	0.99
Calidad de semilla	Aceptable	1	0.25
	Buena	1	0.25
	Regular	1	0.25
Altura de plantas	Economiza jornales en deshierbas	2	0.49
	Mucha mano de obra	2	0.49
	Está dispuesto a hacerlo	2	0.5
Uso de mano de Obra	Fácil de conseguir	3	0.74
	Se verá el segundo año	3	0.74
Disposición para aplicar la tecnología	Dura un sólo año	2	0.49
	Localizado	1	0.25
Facilidad de consecución del insumo	Bueno para evitar	2	0.49
	No deja arrastrar el suelo	1	0.25
Efecto residual del tratamiento	Puede haber menos	1	0.25
	Es bueno	3	0.74
	Puede recuperar el suelo	3	0.74
Ataque de G.Cachón	No recupera suelo	1	0.25
	Es muy bueno	3	0.74
	Es costos	3	0.74
Erosión	Muy costoso	1	0.25
	Fácil de conseguir	3	0.74
	Fácil de aplicar	3	0.74
Mejoramiento de suelo			
Costos			
Facilidad de consecución			
Facilidad de aplicación			
TOTAL		398	100

En cuanto a población de malezas, para los agricultores en las cinco localidades, la cantidad de malezas (baja y alta) fue lo más frecuente, mientras que para el efecto de los tratamientos sobre el contenido de humedad del suelo, consideraron importante la contribución al mantenimiento de la humedad y el estado de ésta al momento de la evaluación; entre tanto, el tamaño y grosor de las raíces lo consideraron como tercer criterio, expresando descriptores integradores como excelente, bueno y regular. Esto implica la necesidad de utilizar técnicas de procesamiento y análisis que nos permitan precisar la ubicación de cada tecnología en el descriptor preciso. Una de estas tecnologías puede ser la denominada "Fuzzy logic", probada en este tipo de evaluaciones por Thorne *et al* (1997).

Los tratamientos, en general, en concepto de los agricultores, no afectaron la facilidad de cosecha; mientras que el aspecto de las plantas fue considerado entre "malo" y "bueno". ¿Pero, ¿qué es "bueno" y qué es "malo"? Este interrogante es necesario resolverlo en la siguiente fase del proyecto, analizando los datos con la técnica utilizada por Thorne *et al* (1997). Los descriptores expresados por los productores indican que sus criterios integran elementos bióticos, físicos y socioeconómicos, lo cual debe ser abordado en el diseño de las tecnologías por ensayar y validar en los proyectos.

CRITERIOS Y DESCRIPTORES MÁS IMPORTANTES, POR TRATAMIENTOS, POR LOCALIDAD.

El análisis de los criterios y sus descriptores por cada tratamiento y localidad permite detectar los más importantes para los agricultores, asociados estos con las condiciones locales biofísicas y socioeconómicas de los sistemas de producción locales (tablas 3, 4 y 5).

En todas las cinco localidades, los agricultores consideraron que la aplicación de mulch contribuyó a mantener la humedad del suelo. A su vez, calificaron el estado de dicha humedad como "bueno", lo cual es una característica de la tecnología; sin embargo, es necesario medir este parámetro en los experimentos en ejecución, ya que no se está teniendo en cuenta. También consideraron que esta tecnología baja la población de malezas en el cultivo; este descriptor fue más frecuente en El Carmen de Bolívar y Plato, sin dejar de ser mencionado en las otras localidades.

El resto de descriptores de los criterios para el mulch, variaron de acuerdo con la localidad. En Ciénaga de Oro, para los agricultores no fue relevante la cantidad de deshierbas, el aspecto de la planta, el ataque de *chilomima* y la disposición para realizar la práctica. El número de descriptores disminuyó en las localidades 2, 3, 4 y 5, lo que indica que los cultivadores por localidad tienen criterios específicos de acuerdo con su problemática local.

TABLA 3.
CRITERIOS Y DESCRIPTORES DE LOS AGRICULTORES PARA EVALUAR LA APLICACIÓN DE MULCH EN CINCO LOCALIDADES DE LA REGIÓN CARIBE, CORPOICA-CIAT 1997.

CRITERIO	DESCRIPTOR	LOCALIDAD				
		1	2	3	4	5
		C. de ORO	L. PALMITOS	EL CARMEN	PLATO	PIVIJAY
Contenido de humedad en el suelo	Contribuyó a mantenerla	8.11	10	7.14	5.41	10.34
	Buena	8.11	6.67	10.71	11	6.9
	No conserva	-	-	3.57	-	-
Población de malezas	Difícil deshierba	8.11	-	-	-	-
	Ayuda a controlar	-	-	-	-	6.9
	Baja población	5.41	10	21.43	16.22	10.34
	Alta	-	3.33	-	-	-
Cantidad de deshierbas	Una	-	-	-	-	3.45
Aspecto de las plantas	Buena	-	-	10.71	11	10.34
	No muy buena	-	-	7.14	-	6.9
	Mala	-	-	-	2.7	-
Cantidad de semilla	Bastante	2.7	-	-	-	3.45
	Buena	2.7	6.67	-	2.7	3.45
Tamaño y grosor raíces	Regular	5.41	-	-	-	-
	Más larga y gruesa que el promedio de la zona	2.7	-	-	-	3.45
	Excelente	-	6.67	3.57	8.11	3.45
	Buena	-	3.33	10.71	2.7	6.9
Ataque de bacteriosis	Ausente	-	6.67	-	-	-
	Leve	-	-	-	-	3.45
Ataque de Chilomima	Ausente	-	6.67	-	-	-
Calidad de semilla	Gruesa	2.7	-	-	-	3.45
	Buena	2.7	6.67	-	-	-
Facilidad de cosecha	Fácil	8.11	-	10.71	8.11	-
	Dura	2.7	-	-	-	3.45
	Más suave	-	-	-	-	3.45
	Muy fácil	-	-	10.71	2.7	-
Rendimiento	Poco	2.7	3.33	3.57	-	-
	Buena	2.7	3.33	-	2.7	3.45
Uso de mano de obra	Mucha	5.41	-	-	-	-
	Economiza jornales para deshierbas	-	-	-	5.41	-
Vigor de las plantas	Buena	8.11	-	-	-	-
Efecto residual	Se verá el segundo año	-	3.33	-	-	-
Erosión	Puede haber menos	2.7	-	-	-	-
	Buena	-	3.33	-	-	-
	No deja arrastrar suelo	-	3.33	-	-	-
Mejoramiento de suelo	Buena	2.7	6.67	-	-	-
	Puede recuperar	-	10	-	-	-
Costos	Muy buena	2.7	-	-	13.51	-
	Costoso	2.7	-	-	-	-
	Muy costoso	2.7	-	-	-	-
Facilidad de conseguir	Fácil	2.7	-	-	2.7	-
Disposición de hacerlo	Está dispuesto	-	-	-	5.41	-

Con excepción de Ciénaga de Oro, además del contenido de humedad y población de malezas, el tamaño y grosor de las raíces fueron muy importantes en el resto de las localidades. Es necesario analizar las posibles causas de la baja frecuencia de algunos descriptores, lo cual permitirá precisar las expectativas tecnológicas de los agricultores en sus evaluaciones.

TABLA 4.
CRITERIOS Y DESCRIPTORES DE LOS AGRICULTORES PARA EL TRATAMIENTO QUÍMICO
CON 15-15-15, EN PRUEBAS DE VALIDACIÓN DE SUELOS EN CINCO LOCALIDADES
DE LA REGIÓN CARIBE, CORPOICA 1997

CRITERIO	DESCRIPTOR	LOCALIDAD				
		1	2	3	4	5
		C. de ORO	L. PALMITOS	EL CARMEN	PLATO*	PIMJAY
Contenido de humedad en el suelo	Contribuyó a mantenerla	2.27	-	6.67	-	-
	Buena	2.27	-	6.67	-	-
	No conserva	-	3.85	-	-	4.0
	Seco	-	3.85	3.33	-	4.0
Población de malezas	Difícil deshierba	-	-	-	-	4.0
	Ayuda a controlar	4.55	-	10.00	-	4.0
	Baja población	2.27	3.85	6.67	-	4.0
	Alta	4.55	11.54	3.33	-	16.0
Cantidad de deshierbas	Una	-	-	-	-	-
	Tres	-	-	13.33	-	-
Aspecto de las plantas	Bueno	2.27	7.69	10.71	-	4.0
	No muy bueno	-	-	7.14	-	-
	Malo	-	-	-	-	-
Cantidad de semilla	Bastante	-	-	-	-	4.0
	Buena	2.70	11.54	3.33	-	4.0
	Regular	-	-	-	-	4.0
Tamaño y grosor raíces	Regular	-	-	-	-	-
	Más larga y gruesa que el promedio de la zona	2.27	-	6.67	-	4.0
	Excelente	4.55	6.67	-	-	-
	Bueno	-	3.33	6.67	-	4.0
	Regular	-	-	3.33	-	4.0
	Más largo y poco grueso	-	-	6.67	-	-
Ataque de bacteriosis	Ausente	-	7.69	-	-	-
	Leve	6.82	3.85	-	-	4.0
Ataque de Chilomima	Ausente	-	7.69	-	-	-
	Leve	-	3.85	-	-	4.0
Calidad de semilla	Gruesa	2.27	-	-	-	-
	Buena	2.27	6.67	-	-	-
Facilidad de cosecha	Fácil	9.1	7.69	16.67	-	-
	Dura	-	-	3.33	-	12.0
	Más suave	-	-	-	-	-
	Muy fácil	-	-	-	-	-
Rendimiento	Poco	-	-	-	-	4.0
	Bueno	2.27	-	-	-	-
	Muy bueno	4.55	3.85	-	-	-
Uso de mano de obra	Mucha	5.41	-	-	-	-
	Economiza jornales para deshierbas	-	-	-	-	-
Vigor de las plantas	Bueno	11.36	7.69	-	-	-
	Excelente	-	3.85	-	-	-
Efecto residual	Se verá el segundo año	-	7.69	-	-	-
	Dura un solo año	4.55	-	-	-	-
Erosión	Puede haber menos	2.70	-	-	-	-
	Bueno	-	-	-	-	-
	No deja arrastrar suelo	-	-	-	-	-
Mejoramiento de suelo	Bueno	-	-	-	-	-
	Puede recuperar	-	-	-	-	-
	No recupera suelo	2.27	-	-	-	-
Costos	Muy bueno	6.82	-	-	-	-
	Costoso	4.55	-	-	-	-
	Muy costoso	-	-	-	-	-
Facilidad de conseguir	Fácil	6.82	-	-	-	-
Disposición de hacerlo	Está dispuesto	-	-	-	-	-
Facilidad de aplicación	Fácil	6.82	-	-	-	-

Con el tratamiento químico, los productores de Ciénaga de Oro, expresaron el mayor número de criterios, seguidos por los de Los Palmitos, Pivijay y El Carmen. El 11.5% de los agricultores de los Palmitos consideraron que el 15-15-15 favoreció el crecimiento de las malezas y la cantidad de semilla. Un 6.67% consideraron que este tratamiento produjo excelente y buen tamaño y grosor de raíces, y solo el 3.85% consideró que la aplicación de este fertilizante no conserva la humedad del suelo y que este permanece seco.

En El Carmen de Bolívar, el 13.3% de los cultivadores opinaron que la aplicación de 15-15-15 contribuyó a un mayor número de deshierbas (tres). Un 11% consideraron que este tratamiento da buen aspecto a la planta, y el 17% opinó que facilitó la cosecha. En Pivijay, por su parte, el 16% también considero que aumenta la población de malezas y que dificulta la cosecha. Estos descriptores, están indicando que los tratamientos para mejorar la fertilidad del suelo, no solo deben medir el efecto directo sobre el rendimiento y sobre el suelo sino también sobre otros componentes del sistema.

Las evaluaciones de los agricultores sobre el testigo (arreglo yuca/maíz sin aplicar mulch o fertilizante químico), indicaron que ellos evalúan comparativamente las tecnologías en prueba. En las cinco localidades, los descriptores representaron estados negativos, reflejando el estado de los limitantes del cultivo. La humedad del suelo varió entre “no conserva”, “seco” y “muy seco”, con los mayores porcentajes en Los Palmitos, El Carmen y Plato La población de malezas fue calificada como alta en cuatro localidades, siendo mayor el número de agricultores en El Carmen y Plato. La cantidad de semilla fue calificada en dos localidades como “regular” y “mala” (Tabla 5).

A pesar de las calificaciones negativas, sobresalió el tamaño y grosor de raíces como “excelente” y “bueno” en tres localidades y “fácil cosecha” en cuatro localidades. Comparativamente, las evaluaciones del testigo, indican las bondades de los otros dos tratamientos, lo cual requiere que estos sean además sustentados con el análisis económico.

2. VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA UN MIP

Las evaluaciones realizadas por los agricultores en las cinco localidades permitió conocer que ellos tienen dos problemas prioritarios en sus cultivos de yuca: el barrenador del tallo (*Chilomima clarckei*) y la presencia de enfermedades (bacteriosis) (Tabla 6).

TABLA 5.
CRITERIOS Y DESCRIPTORES DE LOS AGRICULTORES PARA EVALUAR EL TESTIGO
EN PRUEBAS DE VALIDACIÓN DE SUELOS EN CINCO LOCALIDADES DE LA REGIÓN CARIBE,
CORPOICA-CIAT 1997.

CRITERIO	DESCRIPTOR	LOCALIDAD				
		1	2	3	4	5
		C. de ORO	L. PALMITOS	EL CARMEN	PLATO	PIVIJAY
Contenido de humedad en el suelo	Contribuyó a mantenerla	-	-	-	-	-
	Buena	-	-	-	-	-
	No conserva	-	-	3.33	-	11.00
	Seco	5.56	-	13.33	-	7.14
	Muy seco	-	11.11	-	12.00	3.57
Población de malezas	Difícil deshierba	-	-	-	-	10.71
	Ayuda a controlar	-	-	-	-	-
	Baja población	5.56	-	6.67	-	-
	Alta	5.56	5.56	13.33	20.00	-
Cantidad de deshierbas	Una	-	-	-	-	-
	Dos	-	-	-	-	3.57
	Tres	11.11	-	3.33	-	-
Aspecto de las plantas	Buena	-	5.56	3.33	20.00	-
	No muy buena	-	-	13.33	-	7.14
	Mala	-	-	3.33	-	7.14
Cantidad de semilla	Bastante	-	-	-	-	-
	Buena	-	-	-	-	-
	Regular	-	5.56	-	-	-
	Mala	-	-	-	-	7.14
Tamaño y grosor raíces	Regular	-	-	-	-	-
	Más larga y gruesa que el promedio de la zona	-	-	-	-	-
	Excelente	-	-	3.33	4.00	-
	Buena	-	5.56	13.33	8.00	-
	Regular	11.11	5.56	3.33	4.00	11.00
Ataque de bacteriosis	Más largo y poco grueso	-	-	-	-	-
	Ausente	-	5.56	-	-	-
	Leve	5.56	-	-	-	3.57
Ataque de Chilomima	Fuerte	17.00	-	-	-	3.57
	Ausente	-	-	-	-	-
	Leve	-	-	-	-	3.57
Calidad de semilla	Fuerte	-	-	-	-	3.57
	Gruesa	-	-	-	-	-
	Buena	-	-	-	-	-
Facilidad de cosecha	Muy delgada	-	-	-	-	3.57
	Fácil	11.11	11.11	13.33	4.00	-
	Dura	-	-	-	-	-
Rendimiento	Muy dura	-	-	-	16.00	3.57
	Más suave	-	11.11	-	-	-
	Muy fácil	-	-	6.67	-	-
	Poco	5.56	5.56	-	8.00	-
	Buena	-	11.11	-	4.00	-
Uso de mano de obra	Muy buena	-	-	-	-	-
	Economiza jornales para deshierbas	11.11	-	-	-	-
Vigor de las plantas	Buena	-	-	-	-	-
	Excelente	-	-	-	-	-
	Raquitica	5.56	17.0	-	-	-
	Regular	5.56	-	-	-	-
Efecto residual	Se verá el segundo año	-	-	-	-	-
	Dura un solo año	-	-	-	-	-
Erosión	Puede haber menos	-	-	-	-	-
	Buena	-	-	-	-	-
	No deja arrastrar suelo	-	-	-	-	-
Mejoramiento de suelo	Buena	-	5.56	-	-	-
	Puede recuperar	-	-	-	-	-
	No recupera suelo	-	-	-	-	-
Costos	Muy buena	-	-	-	-	-
	Costoso	-	-	-	-	-
	Muy costoso	-	-	-	-	-
Facilidad de conseguir	Fácil	-	-	-	-	
Disposición de hacerlo	Está dispuesto	-	-	-	-	

TABLA 6.
CRITERIOS Y DESCRIPTORES DE LOS AGRICULTORES EN LAS EVALUACIONES
DE CUATRO ALTERNATIVAS MIP EN CINCO LOCALIDADES DE LA REGIÓN CARIBE,
CORPOICA-CIAT 1997.

CRITERIO	# DESCRIPTORES	N CASOS	FREC %
Ataque barrenador	4	67	11.45
Presencia enfermedades	4	63	10.77
Tamaño de raíces	6	55	9.4
Altura planta	3	53	9.06
Característica del tallo	3	52	8.89
Facilidad de cosecha	3	51	8.72
Producción raíces	4	44	7.52
Plagas en raíz	4	43	7.35
Aspecto de raíces	5	39	6.67
Enfermedades en raíces	4	27	4.62
Presencia de follaje	5	24	4.1
Forma de las raíces	3	17	2.91
Facilidad intercalamiento	4	15	2.56
Plagas en hojas	2	13	2.22
Color raíces	2	12	2.05
Calidad culinaria	4	3	0.51
Acame tallo	2	3	0.51
Desarrollo planta	1	2	0.34
Precocidad de raíces	3	1	0.17
Competencia de malezas	3	1	0.17
TOTAL		585	100

Los agricultores expresaron veinte criterios en aspectos como características de la parte aérea, competencia de malezas, ataque del barrenador, presencia de enfermedades y aspectos de raíces. No consideraron criterios como costos, mano de obra y facilidad de consecución de los insumos, quizás debido a la característica de cada alternativa MIP.

En las cinco localidades, de 585 casos en mención, los criterios más frecuentes fueron el ataque del barrenador, la presencia de enfermedades, tamaño de raíces, altura de planta, características del tallo, facilidad de cosecha, producción y aspecto de raíces entre otros. Contrario a las evaluaciones de las alternativas de validación en suelos, la competencia de malezas no fue señalada como importante, debido, entre otros, a que en las alternativas MIP se usó una densidad que redujo este problema, cerrando rápido las calles del cultivo. Se usó la densidad del agricultor.

Al observar los descriptores de cada criterio, los agricultores resaltaron la presencia de enfermedades y el ataque del barrenador como criterios relevantes; en general, los calificaron entre alta y ausente y poco respectivamente. La facilidad de cosecha tuvo la frecuencia más alta, lo cual pudo haber estado afectado por distintos factores, como la variedad entre otros (Tabla 7).

También resultó importante las características del tallo, que presentaron calificación extremas de «bueno para semilla» y «malo» o «débil» y «delgado». Las enfermedades en raíces también fueron calificadas como importante.

En general, en los criterios MIP, los descriptores también expresan diferente calificación, que en primera instancia, deben ser tenidos en cuenta en la reorientación de los proyectos, y paralelamente, deben ser clarificadas mediante una técnica de análisis que permita precisar más cada categoría.

ORDEN DE PREFERENCIA

Este fue realizado en las localidades de Los Palmitos y Plato. De un total de 307 opiniones, el 23.8% ubicó las alternativas MIP que incluyeron las variedades ICA-Negrita, ICA-Costeña y Venezolana, siendo ICA-Negrita la mejor evaluada por el 12.4% de los evaluadores; en segundo orden, fueron ubicadas las alternativas que incluyeron ICA-Costeña, ICA-Negrita y Manihoica P-12. Esto indica que las dos nuevas variedades son consideradas por los agricultores como una alternativa para superar los problemas actuales de enfermedades e insectos (Tabla 8).

TABLA 7.
CRITERIOS Y SUS DESCRIPTORES UTILIZADOS POR AGRICULTORES EN EVALUACIONES
DE CUATRO ALTERNATIVAS MIP EN CINCO LOCALIDADES DE LA REGIÓN CARIBE,
CORPOICA-CIAT 1997.

Acame tallo	Ausente	2	0.34
	Presente	1	0.17
Aspecto plantas	Buena	35	5.98
	Regular	10	1.71
	Mala	84	1.37
Aspecto de raíces	Excelente/venta	3	0.51
	Buena/comercio	26	4.44
	Regular	3	0.51
	Rayas cascara	46	0.68
	Malo	3	0.51
Ataque barrenador	No hubo	4	0.68
	Poco	38	6.5
	Regular	14	2.39
	Bastante	11	1.88
Característica del tallo	Bueno/semilla	30	5.13
	Regular	6	1.03
	Malo, débil, delga	16	2.73
Color raíces	Apetecible	8	1.37
	No apetecible	4	0.68
Competencia de malezas	No hubo	0	0
	Menor	1	0.17
	Mayor	0	0
Desarrollo planta	Bien	2	0.34
Enfermedades en raíces	Sana	20	3.42
	Poca	4	0.68
	Regular	3	0.51
	Alta	27	4.62
Facilidad de cosecha	Fácil	42	7.18
	Regular	4	0.68
	Difícil	5	0.85
Facilidad intercalamiento	Excelente	4	0.68
	Bueno	10	1.71
	Regular	0	0
	Malo	1	0.17
Forma de las raíces	Lisa, buena	15	2.56
	Desigual	2	0.34
	Aceptable	0	0
Plagas en hojas	No hubo	10	1.71
	Pocas	3	0.51
Plagas en raíz	No hubo	14	2.39
	Pocas, leves	14	2.39
	Regular	8	1.37
	Alto	7	1.2
Precocidad de raíces	Buena	1	0.17
	Alta	0	0
	Regular	0	0
Presencia de follaje	Pocas hojas/sanas	10	1.71
	No bota la hoja	2	0.34
	Bota la hoja	2	0.34
	Sostiene la hoja	3	0.51
	Buen follaje	7	1.2
Presencia enfermedades	No hubo	39	6.67
	Poca	11	1.88
	Regular	7	1.2
	Alta	6	1.03
Producción de raíces	Mala	6	1.03
	Regular	10	1.71
	Buena	21	3.59
	Muy buena	7	1.2
Tamaño de raíces	Delgada	7	1.2
	Regular	4	0.68
	Gruesa	11	1.88
	Regular	18	3.08
	Muy larga y delgada	11	1.88
	gruesas	4	0.68
TOTAL		609	100

TABLA 8.
ORDEN DE PREFERENCIA DE LAS ALTERNATIVAS EN PARCELAS DE VALIDACIÓN MIP
EN LAS LOCALIDADES DE LOS PALMITOS Y PLATO EN LA REGIÓN CARIBE.
CORPOICA-CIAT 1997.

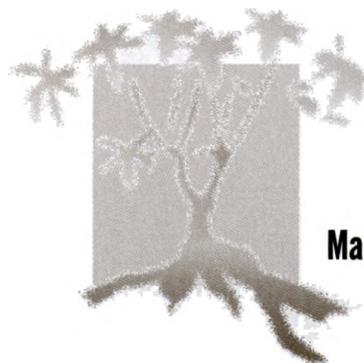
1	73	23.8
2	71	23.1
3	70	22.8
4	72	23.5
5	21	6.84
TOTAL	307	100

BIBLIOGRAFÍA

HERNÁNDEZ R, L.A. 1993. Evaluación de nuevas variedades de yuca con la participación de agricultores, Centro Internacional de Agricultura Tropical Ciat, Cali, Colombia, 1993. 85 p.p.

THORNE, P.J.; SINCLAIR, F.L.; WALKER, D.H. 1997. Using local knowledge of the feeding value of tree fodder. Agroforestry Forum Vol 8, n 2

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA
GENÉTICA, BÁSICA Y CERTIFICADA
DE CUATRO VARIEDADES
Y TRES CLONES PROMISORIOS
DE YUCA PARA LA REGIÓN
CARIBE COLOMBIANA**



Marco F. Jaramillo M.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA GENÉTICA, BÁSICA Y CERTIFICADA DE CUATRO VARIEDADES Y TRES CLONES PROMISORIOS DE YUCA*/ PARA LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

*/(MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

MARCO F. JARAMILLO M.^{1/}

Hasta 1994, se sembraron en la Región Caribe 83.945 has. de yuca en sus diferentes arreglos (Corpoica, 1995). Recientemente, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1996) reporta 85.268 has. y sus asociados, sin diferenciar la participación de los distintos arreglos. Esta área, que corresponde al 47% de la superficie total sembrada en el país, se encuentra en la Región Caribe (departamentos de Sucre, Córdoba, Atlántico, Bolívar y Magdalena); con influencia en las zonas agroecológicas Cj, Cu, Cv, W y Kb. La yuca constituye el principal cultivo de economía campesina de la Costa Norte, con un alto uso de mano de obra familiar.

La producción anual de yuca en sus diferentes arreglos se estima en 1.230.000 toneladas de raíces frescas; con una participación regional del 67%, frente al área total sembrada, que produce al año 7.505.550 tons., de las cuales el 94% se destinan al consumo fresco, y el 6% a la agroindustria.

Un estudio socioeconómico, que sirvió de base para identificar líneas de acción en biotecnología con pequeños y medianos productores en la Costa Caribe, realizado en el marco del convenio suscrito por el gobierno colombiano y el de Holanda (Corpoica, 1995), reveló que la rentabilidad del monocultivo semimecanizado fue del 12%; en el sistema Yc/Mz tradicional, 7%; en el mecanizado, del 58%, y en asocio con maíz intercalado con yuca, del 33%. Además, se estableció que en el sistema ñame espinoso intercalado con yuca la rentabilidad fue del 50%.

Analizada la situación de algunos componentes de la producción de yuca en la región, encontramos diversos factores que inciden en los rendimientos,

1/ Investigador principiante. Corpoica, Regional 3

entre los cuales se pueden mencionar: escasa utilización de semilla mejorada, poca transferencia de tecnología y asistencia técnica en agronomía del cultivo y condiciones climáticas adversas. Estos factores han incidido para que los rendimientos en los últimos años se hayan mantenido estables (9-0 tons./ha.), considerados bajos con relación al potencial de la especie.

En reuniones de consenso entre representantes de los productores y procesadores de yuca y los investigadores de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica (abril de 1995), se estableció que la semilla de buena calidad es el insumo más importante. Igualmente, se identificó como el problema más limitante de la producción el uso de semilla de mala calidad, seguido por el de las malezas, las plagas y las enfermedades.

La metodología de cultivo de tejidos ha mostrado importantes ventajas en comparación con los sistemas convencionales de propagación (Roca, 1991), tales como: reducción del tiempo de multiplicación en cantidades de plantas y en un área reducida para cualquier época del año, bajo costo, mayor control sobre la sanidad del material que se propaga; adicionalmente ha sido demostrado que el uso de semilla pura y de buena calidad, permite obtener una mayor uniformidad en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, además permite incrementar los rendimientos y reducir el uso de pesticidas con un efecto positivo adicional en la conservación del medio ambiente y la sostenibilidad de los agroecosistemas.

OBJETIVOS

GENERALES

Mediante la producción de semilla genética, básica y certificada; contribuir a mejorar la producción y productividad de la especie yuca en la región Caribe.

ESPECÍFICOS

- Obtener, mediante técnicas especializadas de micropropagación, semilla genética de buena calidad.
- Multiplicar la semilla genética obtenida por técnicas *in vitro*, para distribuirla como semilla básica.
- Producir, mediante técnicas de multiplicación rápida, semilla certificada de buena calidad.
- Contribuir al incremento de la variabilidad genética en campo de productores y, al mismo tiempo, suplir la demanda planteada en el Plan Cuatrienal de la Yuca.

METODOLOGÍA

PRODUCCIÓN DE SEMILLA GENÉTICA Y PROPAGACIÓN *IN VITRO*

Los materiales por multiplicar son: ICA Costeña, ICA Negrita, Manihoica P-12, Venezolana y los materiales promisorios CM 3555-6, SGB 765-2 y CM 3306-19.

- Selección y recolección de semilla de variedades tradicionales (Venezolana, ICA Costeña, ICA Negrita y P-12) y promisorias (CM 3555-6, CM 3306-19, SGB 765-2) en la Regional 2 de Corpoica.
- Diagnóstico fitosanitario de material de siembra (estacas) de variedades por micropropagar.
- Crecimiento bajo condiciones de termoterapia (40°C./16 horas/luz-35°C./8 horas/ oscuridad) de cuatro plantas de cada una de las variedades.
- Aislamientos de meristemos apicales postermoterapia a partir de las yemas emergidas bajo termoterapia.
- Micropropagación *in vitro* de plántulas establecidas a partir de meristemos.

ACLIMATACIÓN DE PLÁNTULAS *IN VITRO* A CONDICIONES DE CAMPO

Las plantas obtenidas *in vitro*, que han pasado por los procesos anteriormente descritos, serán objeto de un proceso de multiplicación rápida hasta obtener plantas adaptadas y endurecidas en casa de malla. Esta fase comprende, además, el crecimiento de las plántulas en vivero, con el objeto de llevarlas progresivamente (en bolsas de polietileno negro y sustrato desinfectado), a las condiciones de siembra definitiva, con buen drenaje y con estructura similar a la del suelo donde se van a establecer definitivamente, en condiciones ambientales controladas hasta su trasplante definitivo al campo, por un período de cinco meses.

OBTENCIÓN DE SEMILLA BÁSICA

A partir de las plantas provenientes de los procesos anteriores, y mediante la utilización de técnicas de propagación rápida (minisecciones), se incrementará el material de siembra disponible a los cinco meses, hasta obtener 16 mil plántulas para establecer 2 has.

Este proceso de minisección comprende la siembra en bolsas negras de polietileno -con capacidad para una libra-, que contengan una mezcla de tierra y arena en proporción de 1:2, previamente desinfectada, para su posterior trasplante en campo, donde se sembrará a una distancia de 1.2 mts. entre surcos y 1 mt. entre plantas. Esta siembra se efectuará en los predios del C.I. Carmen de Bolívar, en 2 has.

OBTENCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA

El material vegetativo obtenido en las 2 has. de semilla básica sembradas en el C.I. Carmen de Bolívar, se multiplicará por el método convencional, con el objeto de entregarle a los agricultores asociados y a las agremiaciones agroindustriales de yuca de la región, semilla suficiente para sembrar 10 has. Dicha entrega, que será regida por las normas del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en materia de certificación de semilla, se hará en eventos de transferencia de tecnología (talleres), que comprenderán:

- Procesos de obtención de semilla certificada.
- Selección y tratamiento de semilla de yuca.
- Método de multiplicación rápida de semilla de yuca por minisecciones.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS AÑO 1

1. Envío al Centro de Investigaciones Tibaitatá, de estacas terminales de las variedades por producir.
2. Propagación *in vitro* y producción de semilla genética de variedades en laboratorio de biotecnología agrícola (Tibaitatá), que incluye: diagnóstico fitosanitario, crecimiento con termoterapia, aislamiento de meristemas y micropropagación.
3. Acondicionamiento de invernadero.
4. Recepción de primeras variedades elaboradas en Tibaitatá.
5. Endurecimiento en invernadero de las plántulas y trasplante a bolsas, para la fase de vivero.

ACTIVIDADES EJECUTADAS AÑO 1

1. Se enviaron estacas de cuatro variedades y tres clones promisorios al C.I. Tibaitatá.
2. Se realizó en el laboratorio de biotecnología el proceso de producción *in vitro* de semilla.

3. Se acondicionaron las instalaciones de la casa malla a vivero, para el endurecimiento de las plántulas.

4. Se recibieron semillas de los tres materiales mayormente multiplicados.

5. Se endureció, en invernadero, el material de plántulas enviado de Tibaitatá (ICA Negrita, CM 3306-19, SGB 765-2). Después de endurecido, se siguió el proceso en vivero con las plantas trasplantadas a bolsas.

PRODUCTOS Y RESULTADOS AÑO 1

PROPAGACIÓN *IN VITRO* Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Diagnóstico fitosanitario: De acuerdo con pruebas serológicas y por sintomatología, todas las variedades resultaron negativas en cuanto a la presencia de hongos y virus limitantes en yuca.

Multiplicación clonal *in vitro*. Se realizó el aislamiento de meristemas apicales, con base en lo cual se multiplicó la cantidad hasta ajustar entre 4-5 mil plántulas por variedad, especialmente para los materiales ICA Costeña y CM 3555-6, que fue necesario duplicar en mayor cantidad, como se puede apreciar en la Tabla 1.

TABLA 1.
MULTIPLICACIÓN CLONAL *IN VITRO* POR VARIEDADES.

Venezolana	165
CM 3555-6	3450
ICA Costeña	2385
ICA Negrita	5400
CM 3306-19	6255
SGB 765-2	5580
Manihoica P-12	165

ACONDICIONAMIENTO DE INVERNADERO

Teniendo en cuenta las recomendaciones de Esmeralda Jurado y las observaciones formuladas por el técnico responsable de la elaboración de “vitro plantas” en Tibaitatá, se realizaron las siguientes adecuaciones en una de las casas malla existente en el C.I. Turipaná:

- Reconstrucción del techo, con plástico grueso y divisiones en madera
- Construcción del cielo raso con malla polisombra o SARAN del 65% a una altura de 2 mts. del piso.
- Limpieza de malezas dentro del invernadero y en sus alrededores.
- Cubrimiento del perímetro superior del invernadero con polisombra del 65%, para evitar efectos laterales del sol en la mañana y al final de la tarde.
- Cubrimiento del resto del perímetro con anejo convencional, para evitar presencia de insectos vectores.
- Instalación de un sistema de riego por nebulización, controlado por un temporizador, para aplicar las cantidades necesarias en el tiempo estipulado.

RECEPCIÓN DE PRIMERAS PLÁNTULAS Y ENDURECIMIENTO

A la fecha, se recibieron, en envíos periódicos, las plántulas de algunas variedades (Tabla 2); las cuales se manejaron mediante el siguiente procedimiento:

MEZCLA DE SUELO.

Se preparó una mezcla que contenía suelo, arena y cascarilla de arroz, en proporción 2:1:1; la cual fue desinfectada con formol del 40% (10 c.c. por litro de agua). Luego de tratada, permaneció tapada con un plástico durante 4-5 días. A partir del segundo envío, la proporción fue 2:1, pues se eliminó la cascarilla de arroz. Teniendo en cuenta las pérdidas en invernadero (Tabla 2), la desinfección del suelo se llevó a cabo en autoclave, y la de la arena, mediante remojo con agua hirviendo.

SIEMBRA.

Se utilizaron bandejas especiales de plástico (con 72 compartimientos), las cuales fueron llenadas con la mezcla de suelo. Luego de humedecida, se trató con Benlate (2 grs./lit., y se procedió a la siembra de las plántulas.

PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO.

Riego: temporizado (inicialmente, tres riegos por hora de 8 segundos cada uno y, luego, a intervalos más prolongados: cada 45 minutos).

Fertilización: la primera semana se aplicó Nutrifoliar 10 c.c./5 lits. de agua, en mezcla con Carrier 10 c.c./4 lits. de agua cada tres días.

A partir de la segunda semana se fertilizó con una mezcla de los siguientes productos: 1

Estos componentes se mezclaron en 10 litros de agua y se aplicaron en proporción 1:10 (utilizando 1 litro por cada 1.000 plántulas sembradas).

SEMILLA BÁSICA

ETAPA DE VIVERO

a. Se usaron suelo y arena en proporción 2:1, previamente esterilizados. La mezcla se depositó en bolsas plásticas (calibre 14), donde se sembraron las plántulas, luego de humedecerla.

b. Fue necesario acondicionar el vivero en un lugar cercano al sitio donde se preparaba la mezcla de suelos, con el fin de facilitar manipuleo. En dicho lugar permanecieron las plántulas trasplantadas, con su respectivo mantenimiento.

c. El riego se realizó directamente con regaderas manuales y a voluntad del operador.

d. La primera fertilización se realizó cinco días después del trasplante, aplicando la misma mezcla compuesta en la fase de invernadero, solo que en una dosis de 4 lts./bomba (1 lt./1.000 plantas). A la tercera semana después de trasplante se aplicó el compuesto 15-15-15 en dosis de 1 gr. por bolsa. La última aplicación se realizó dos días antes de la siembra en campo con el mismo 15-15-15, pero en dosis de 2 grs. por bolsa.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA BÁSICA

Preparación de suelo: en el C.I. El Carmen de Bolívar se preparó el lote, mediante un pase de arado y dos de rastrillo, dejando tres semanas entre rastrilladas, para disminuir presencia de malezas.

Trazado: se trazó el lote a una distancia de siembra de 1m.x1m., por la disponibilidad del terreno y procurando una mayor elongación de los tallos a menor distancia.

Riego: dos días antes de la siembra en campo, se suspendió el riego manual a las plántulas, con el fin de evitar desagregación del sustrato. Después de fabricados los huecos, se procedió a un riego de prendimiento antes de sembrar. Durante los primeros cinco días se regó diariamente; posteriormente, de acuerdo con las condiciones del campo.

Hoyada y siembra: se cavaron huecos de 20x20x20 cms., en los cuales se depositaron las plantas, previa eliminación de la bolsa plástica.

TABLA 2.
SEMILLAS RECIBIDAS EN LA FASE DE ENDURECIMIENTO,
% DE RENDIMIENTO Y CANTIDAD ENDURECIDA.

VARIEDAD	CANTIDAD DE SEMILLA	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO	PLANTULAS ENDURECIDAS EN EL C.I CARMEN
ICA Negrita	5250	55	1994
CM 3306-19	4900	67	720
SGB 765-2	4300	72	547

RECOMENDACIONES PARA EL RESTO DEL PROYECTO

FASE DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

- Agilizar la adecuación de los invernaderos en Turipaná, asegurando el adecuado suministro de humedad relativa, sombrero y fertilización.
- Revisar las instrucciones dadas en el manual para endurecimiento de plántulas *in vitro*, asegurándose de cumplir con los requisitos mencionados.
- Seleccionar a una persona responsable del manejo, tiempo completo, del material en invernadero. Conviene que esta persona reciba las instrucciones mínimas sobre manejo de material proveniente de cultivos de tejidos.

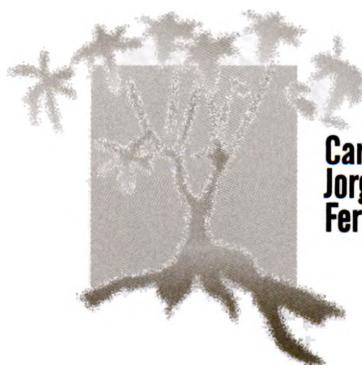
FASE DE ENDURECIMIENTO

. Teniendo en cuenta que aún se están multiplicando “vitro-plantas” en Tibaitatá, es necesario recuperar materiales perdidos en primeros envíos.

. Para asegurar la permanencia de producción de semilla de yuca certificada, sana y de buena calidad, es preciso dar continuidad al proyecto y que el proceso se repita anualmente. En lo posible, se debe planificar la producción de semilla genética en Turipaná.

. Dado que las plantas endurecidas saldrían en época de pleno verano, se sugirió suspender el envío de material hasta una fecha en que el trasplante a campo coincida con las lluvias de 1998.

**ESTRUCTURACIÓN DE UN PROGRAMA
DE MEJORAMIENTO Y MULTIPLICACIÓN
DE SEMILLA DE YUCA
EN LA COSTA ATLANTICA COLOMBIANA**



**Carlos Iglesias;
Jorge Lenis y
Fernando Calle.**

ESTRUCTURACIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO Y MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA COLOMBIANA

CARLOS IGLESIAS; JORGE I. LENIS; FERNANDO CALLE.

En este trabajo se hace referencia a resultados obtenidos dentro de los proyectos: «Mejora del potencial genético para la producción de yuca en la Costa Norte colombiana» y «Consultoría para el fomento de la producción a escala nacional y estructuración de sistemas de multiplicación de semilla de yuca». Ambos proyectos se encuentran íntimamente ligados, por lo que se justifica el reporte conjunto de resultados.

MEJORA DEL POTENCIAL GENÉTICO DE LA YUCA

El objetivo de los programas de mejoramiento de yuca de la Corporación Nacional de Investigación Agropecuaria, Corpoica, y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, ha sido el de desarrollar variedades adaptadas al doble propósito (consumo fresco y procesamiento). Ambas instituciones han reconocido la importancia de dicho tipo de variedades para los sistemas de producción predominantes en la Costa Norte colombiana. Dichos sistemas, constituidos en su mayor parte por agricultores pequeños, tienen como objetivo primario la producción para el mercado en fresco, dado que es este donde se consigue el mejor precio relativo.

Sin embargo, las fluctuaciones estacionales del precio de la yuca, han dado origen a una alternativa de mercado, constituida por las plantas de secado para la producción de “chips”, utilizados por la industria de concentrados. Recientemente, ha surgido también en la región una demanda considerable para la producción de almidón.

Cuando se realiza mejoramiento para doble propósito se deben tener en cuenta una serie de criterios de selección, tales como: capacidad de rendimiento, concentración de materia seca, nivel de HCN, color y forma de raíces, calidad culinaria, conservación poscosecha, resistencia a las principales limitantes bióticas, etc. Cada uno de esos criterios agregado lleva a que las posibilidades

de progreso genético disminuyan. Es decir, que simplificando el proceso de selección al criterio potencial de rendimiento de materia seca por hectárea, el cual es el de mayor importancia a la industria procesadora, se podría registrar un progreso genético más significativo que en el caso de mejoramiento de yuca de doble propósito.

En los programas de mejoramiento de yuca de Corpoica y el Ciat se prueban año tras año cientos de genotipos, los cuales se van eliminando o seleccionando por una o un conjunto de características de las previamente mencionadas como criterios de selección para el doble propósito. Es decir, que dentro del grupo de materiales que se rechazan, o a los cuales se les da prioridad secundaria o terciaria, se encuentran genotipos que podrían ser de un gran valor por su potencial industrial.

Por otro lado, el término «yuca industrial» tiene una connotación que va más allá del componente variedad. En realidad, se habla de la variedad, más un paquete tecnológico que permite maximizar el potencial de producción de materia seca por hectárea. Es decir, que el enfoque es hacia un sistema productivo diferente al tradicional, en el cual se trata de maximizar el aprovechamiento de los insumos agregados y la energía solar para la producción de materia seca, optimizando factores económicos.

El resultado de los programas de mejoramiento establecidos en la región ha sido la liberación de clones con aptitud para consumo fresco o procesamiento, tales como ICA-Costeña e ICA-Negrita. Dichos clones pueden servir como base para el desarrollo del potencial industrial del cultivo, atendiendo a su vez a las demandas del mercado fresco. Ellos representan nuestra base de trabajo, sobre la cual se intenta mejorar considerablemente los niveles productivos del cultivo.

CARACTERÍSTICA DE LOS SITIOS Y ÉPOCAS DE EVALUACIÓN

La Tabla 1, presenta la información edafo-climática de los sitios de evaluación utilizados hasta el momento para la selección de germoplasma de yuca. Los sitios presentan características particulares que les hacen complementarios. Si bien, de acuerdo con los parámetros edáficos, Santo Tomás parece ser un suelo más pobre que el de Media Luna, el comportamiento de la yuca en el primer semestre es siempre superior en el primer sitio. Esto puede deberse a una mayor profundidad aprovechable por la yuca, o a un manejo menos exhaustivo, en el caso de Santo Tomás.

La experiencia con ensayos de segundo semestre en cualquiera de los dos sitios ha sido en cierta forma negativa. Normalmente ocurre menor cantidad

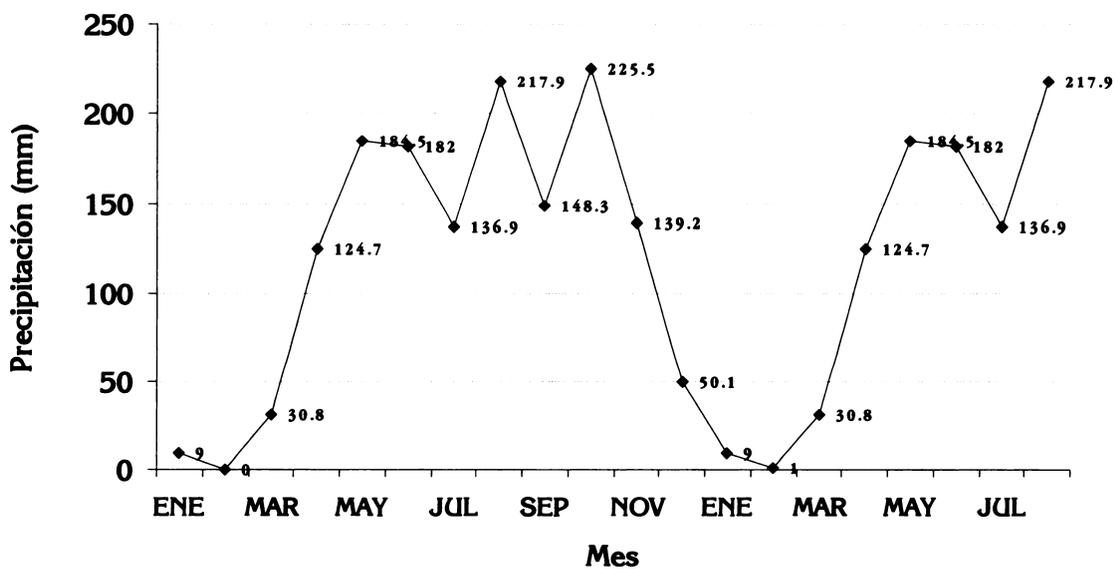
de lluvia durante el ciclo del cultivo, y debido al prolongado período de sequía (diciembre a marzo), se presentan serios problemas con plagas (ácaros). Cuando la yuca se cosecha (junio-agosto), dado que está en activo rebrote, su calidad es mala (bajo contenido de materia seca).

TABLA 1.
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS DE LOS SITIOS DE EVALUACIÓN EN 1995-97.

Sitio	Altitud (msnm)	Temp. media	Lluvia en 1er sem.	Lluvia en 2o sem.	Ph	% M.O.	P (ppm)	K (me/ 100 g)	Ca (me/ 100 g)	Mg (me/ 100 g)	Text
Media Luna	10	27.2	783	620	6.1	2.7	9	0.12	1.5	0.18	ArFr
Santo Tomás	20	27.8	665		6.4	1.7	3	0.13	2.1	0.45	FrAr

La Figura 1 muestra la distribución promedio de lluvias para un sitio representativo de la región norte del país, junto con la indicación sobre épocas normales de siembra y cosecha. Dentro de los objetivos del proyecto están la selección de materiales de alto potencial de producción para condiciones de siembra normales (abril-junio) y la posibilidad de aumentar la «ventana» de disponibilidad de productos a través de la selección de materiales que permitan siembra y cosechas durante otros períodos. Esto último permitiría maximizar el uso de cualquier capacidad de procesamiento instalada.

FIGURA 1.
DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN PARA UN SITIO REPRESENTATIVO DE LA COSTA NORTE COLOMBIANA.



PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN

Se seleccionaron 45 materiales, con diferentes propósitos (industria y doble-propósito), los cuales fueron evaluados en dos sitios (Santo Tomás y Media Luna), para proceder a la selección final de materiales para pruebas con participación de agricultores (Cadet) y pruebas regionales con participación de la industria.

La idea original fue la de multiplicar un número mayor al necesario (se había fijado un objetivo de 20 genotipos para incluir en las pruebas de este año), con el fin de seleccionar un número más reducido con base en los resultados de la cosecha. Lamentablemente, la correlación entre ambos sitios para rendimiento de raíces (0.27) y producción de materia seca por hectárea (0.22), no fue significativa. Esto significa que gran parte de los genotipos que produjeron bien en un sitio, muy probablemente no se destacaron en el otro.

Este aspecto de interacción genotipo por ambiente es muy importante de destacar, puesto que normalmente se considera que la región objetivo de la Costa Norte es lo suficientemente homogénea como para conducir un programa de mejoramiento en un sitio, y poder extrapolar los resultados a toda región. Sin embargo, correlaciones altamente significativas fueron determinadas para características de alta heredabilidad, como contenido de materia seca en las raíces (0.54), HCN (0.77) e índice de cosecha (0.74). Para estas características, la idea de realizar mejoramiento en un sitio representativo para toda la región puede ser válida.

La lista final de materiales seleccionados incluyó aquellos que ofrecen características de acuerdo con el tipo de prueba para el que se pretendan recomendar (doble propósito, deben tener bajo contenido de HCN; clones industriales, importa más la producción de materia seca por hectárea, independiente del contenido de HCN). En la Tabla 2 se presentan por separado los resultados de los cinco clones superiores cuando se consideran ambos ambientes.

TABLA 2.
COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE LOS CINCO GENOTIPOS
DESTACADOS EN LOS DOS SITIOS DE EVALUACIÓN EN LA COSTA NORTE.

Genotipos	Rend V/ha	Ind. Cos.	Rend. MS	% Mat. seca	HCN
CM7395-5	29.0	0.65	10.80	35.4	5.5
CM 7514-8	25.7	0.63	9.66	35.4	6.5
SM 1411-5	27.0	0.58	10.08	36.4	8.0
SM 1427-1	26.1	0.66	9.20	34.0	8.5
SM 1435-1	25.1	0.63	10.02	36.4	8.5
Prom.5 elites	26.6	0.63	9.95	35.5	7.4

EPOCA DE SIEMBRA COMO UNA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN

Durante muchos años se ha venido desarrollando una base genética para siembras en el segundo semestre (octubre) y cosecha (julio-septiembre).

TABLA 3.
COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE GENOTIPOS SELECCIONADOS EN ENSAYO PRELIMINAR DE RENDIMIENTO EN MEDIA LUNA, SEGUNDO SEMESTRE 1995-96.

Genotipo	Rendimiento de raíces (t/ha)	Indice de cosecha	% Materia seca	Rendimiento de materia seca (t/ha)	HCN
CM 4919-1	22.7	0.69	37.9	8.6	8
CM 7113-3	22.5	0.57	34.5	7.8	8
SM 328-1	22.3	0.61	35.7	8.0	7
SM 1748-1	32.9	0.59	32.2	10.6	9
SM 1753-1	28.3	0.57	36.4	10.3	8
ICA-Costeña	13.3	0.38	33.8	4.5	8
Promedio testigos	13.1	0.38	32.1	4.0	5
Promedio clones	12.7	0.46	34.1	4.9	6
Promedio selecciones	16.4	0.49	34.9	5.6	7
Promedio 5 mejores	25.7	0.61	35.3	9.1	8

TABLA 4.
COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE LOS CINCO GENOTIPOS MÁS SOBRESALIENTES EN EL ENSAYO PRELIMINAR DE RENDIMIENTO EN MEDIA LUNA PRIMER SEMESTRE (1996-97)

Genotipo	Rendimiento de raíces (t/ha)	Indice de cosecha	% Materia seca	Rendimiento de materia seca (t/ha)	HCN
SM 1769-15	37.9	0.59	34.8	13.2	3
SM 1565-17	34.8	0.67	34.4	12	6
SM 1883-6	34.2	0.69	33.7	11.5	6
SM 1780-15	32.3	0.62	38.5	12.4	8
SM 1657-14	29.8	0.65	37.42	11.1	6
ICA-Costeña	20.2	0.54	37.6	7.6	6
Prom.general	18.7	0.57	34	6.4	6.1
Prom.selecciones	24.8	0.6	35.8	8.9	5.4
Prom.5 mejores	33.8	0.64	35.8	12	6

Comparando los resultados presentados en las tablas 3 y 4, podemos tener una idea del potencial de producción para cada uno de los semestres en la Costa Norte de Colombia. En promedio, el segundo semestre mostró un potencial de producción 24% inferior al del primer semestre, al comparar los mejores cinco genotipos, en tanto que al comprar el testigo ICA-Costeña esa reducción es del 34%. Esto indica que es posible seleccionar por adaptación específica a siembras de segundo semestre.

Los resultados también determinan que si la industria necesita prolongar el período de abastecimiento con siembras de segundo semestre, deberá de pensarse en estructurar un sistema de siembra con genotipos específicamente seleccionados para, además de pensar en compensar esa menor productividad con precios más adecuados, con el fin de hacer atractiva dicha alternativa para los agricultores.

EVALUACIÓN REGIONAL DE CLONES SELECCIONADOS PARA FINES DE PROCESAMIENTO

Este ensayo tiene como objetivo evaluar, junto con empresas del sector privado (almidón y yuca seca), el grupo de materiales seleccionados con base en el potencial de producción de materia seca por hectárea. El ensayo, que consta de 20 genotipos, fue implantado en cuatro sitios (Media Luna, Santo Tomás, Malambo y Repelón) durante el primer semestre de 1996.

Como se mencionó anteriormente, los materiales fueron seleccionados por potencial de producción de materia seca y preferentemente mala calidad culinaria, y raíces blancas. La Tabla 5 muestra la fertilidad relativa de los sitios de evaluación, pudiéndose observar dos tipos bien diferentes de suelos en cuanto a su fertilidad natural. En el caso de Malambo se realizó una fertilización abundante que resulto en un desarrollo aéreo muy profuso; esto determinó bajos índices de cosecha y, por ende, rendimientos más bajos de los esperados por el buen desarrollo del cultivo durante el ciclo.

TABLA 5.
CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LOS SITIOS PARA EVALUACIÓN REGIONAL, 1996-97.

Sitio	PH	% MO	P(ppm)	K	Ca	Mg	Textura
					Meq/100 g	Meq/100 g	
Repelón (Atl)	7.3	4.1	79	1.49	30.5	6.70	Arc
Malambo (Atl)	5.4	2.5	75	0.36	3.3	0.66	ArFr
Sto Tomás (Atl)	5.3	2.1	3.5	0.09	1.7	0.40	ArFr
Media Luna(Mgd)	6.3	1.7	5.1	0.15	1.9	0.45	ArFr

Repelón tuvo el rendimiento medio más alto (25 t./ha.), seguid de los dos sitios con menor fertilidad de suelos, lo cual demuestra que la yuca puede producir adecuadamente aun con niveles bajos de nutrientes en el suelo. El manejo dado al suelo en Santo Tomás, con períodos de barbecho prolongados, permite esperar un sostenimiento de los niveles de producción observados.

En la Tabla 6 se presentan los resultados de rendimiento y contenido de materia seca para los diferentes sitios de evaluación. Los coeficientes de variación fueron considerables para los sitios de mayor fertilidad de suelos, en tanto que se revirtió esa tendencia para los coeficientes de variación asociados al contenido de materia seca. El testigo mejor ubicado fue MCOL 1505 (Verdecita). El genotipo de mayor productividad promedio (MBRA 384) tuvo un rango entre 15.1 y 45.7 toneladas promedio de producción. Los resultados revelan que si bien existen algunas posibilidades de seleccionar clones con un comportamiento adecuado a través del rango de condiciones edafo-climáticas de la región objetivo (i.e. CM 7514-8 y SM 1427-1), la adaptación específica ha de permitir ajustar el genotipo a las condiciones locales de cada región.

Es importante resaltar que el concepto de «variedad industrial» debería de ir unido a características distintivas, como color de raíz blanco, con miras a evitar problemas de intoxicación futura por robo, o mercadeo malintencionado.

Como resultado de la evaluación de un grupo de clones de yuca en cuatro sitios de la Costa Norte de Colombia, se pudieron seleccionar once clones con un promedio de producción de 23.9 t./ha. de raíces y 33.1% de materia seca. Estos materiales representan la base para los esquemas de multiplicación que se están montando en la región. Teniendo en cuenta ese potencial de rendimiento y los costos de producción del cultivo, se concluye que la producción de yuca puede ser económicamente viable en la región, cuando se dirige hacia el mercado en fresco y a la industria almidonera. El cultivo destinado al mercado de harinas para producción animal está en el borde de rentabilidad positiva.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DESCENTRALIZADO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE YUCA

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Dentro de las variables productivas a las cuales se ha dado mayor énfasis dentro del Plan están el desarrollo y difusión de variedades mejoradas para diferentes zonas de la región objetivo. El potencial de producción y la calidad de una variedad adaptada a una zona en particular, dependen del manejo que se le dé al cultivo. Uno de los aspectos de manejo que más influye en el potencial de

TABLA 6.
COMPORTAMIENTO DE 20 GENOTIPOS EVALUADOS EN PRUEBAS REGIONALES
EN 4 SITIOS DE LA COSTA NORTE COLOMBIANA (1996-97)

Genotipo	Repelón		Malambo		Santo Tomás		Media Luna		Promedio	
	Rend. ton./ha.		Rend. ton./ha.		Rend. ton./ha.		Rend. ton./ha.		Rend. ton./ha.	
CM 6754-8	27.2	1	27.8	1	13.4				22.8	2
CM 6758-3	25.9	1	19.5	1	17.2		16.3		19.7	2
CM 7395-5	12.6		11.1		14.8		23.8	1	15.6	1
CM 7514-8	29.1	1	17.1	1	24.2	1	18.3	1	22.2	4
CM 8027-3	31.7	1	19.3	1	19.4		20.5	1	22.7	3
CT 20-2	32.7	1	32.6		14.3		8.8		22.1	1
SM 1181-3	17.8		4.8		22.9	1			15.2	1
SM 1257-7	16.7		14.5	1	11.3		14.8		14.3	1
SM 1411-5	24.4	1	16.2		25.1	1	23.7	1	22.4	2
SM 1422-4	23.3		17.4	1	14.9		18.2	1	18.4	2
SM 1427-1	33.6	1	26.0	1	20.0	1	18.6	1	24.6	4
SM 1431-2	25.9	1	15.6		21.8	1	21.4	1	21.2	2
SM 1433-4	44.1	1	20.5		21.8	1	12.7		24.8	2
SM 1435-1	19.8		6.7		20.5	1	19.2	1	16.6	2
SM 1438-2	24.8	1	18.1		28.1	1	18.3	1	22.3	3
MBRA 384	45.7	1	15.1		26.3	1	19.4		26.6	2
MCOL 1505	28.9		19.6		19.4		16.9		21.2	
MCOL 2215	15.2		7.9		7.5		1.4		8.0	
CG 1141-1	12.6		5.8		17.6		11.3		11.8	
CM 3306-4	12.0		20.2		15.6		20.1		17.0	
Promedio	25.2		16.8		18.8		17.0		19.4	

producción de una variedad es la calidad fitosanitaria y nutricional del material de siembra. Esto se traduce en la necesidad de contar con un sistema de producción de semilla de yuca en diferentes regiones, íntimamente ligado a los programas de mejoramiento existentes.

El sector semillista privado ha sido reticente a intervenir activamente en el área de producción de semilla de yuca, aduciendo que la demanda no ha de ser sostenible por el hecho de que una vez en manos de los agricultores, una variedad puede ser multiplicada por ellos. Sin embargo, en estos últimos cinco años ha existido una demanda continua de semilla en la Costa Atlántica.

La importancia de un sistema organizado para la producción de semilla de yuca ha resultado de las siguientes circunstancias: desfase entre las épocas de cosecha del cultivo para raíces y la época de siembra; escasez de semilla,

debido a problemas fitosanitarios, necesidad de expandir el área de cultivo, o la difusión de nuevas variedades.

Los problemas que se han intentado resolver con la estructuración y puesta en marcha de este proyecto han sido los siguientes:

1. Necesidad de un esfuerzo de coordinación para el relevamiento de áreas donde existen necesidades de investigación, y para el estudio y recomendación sobre regiones con potencial para fomentar el cultivo de la yuca fuera de la región objetivo del Plan.

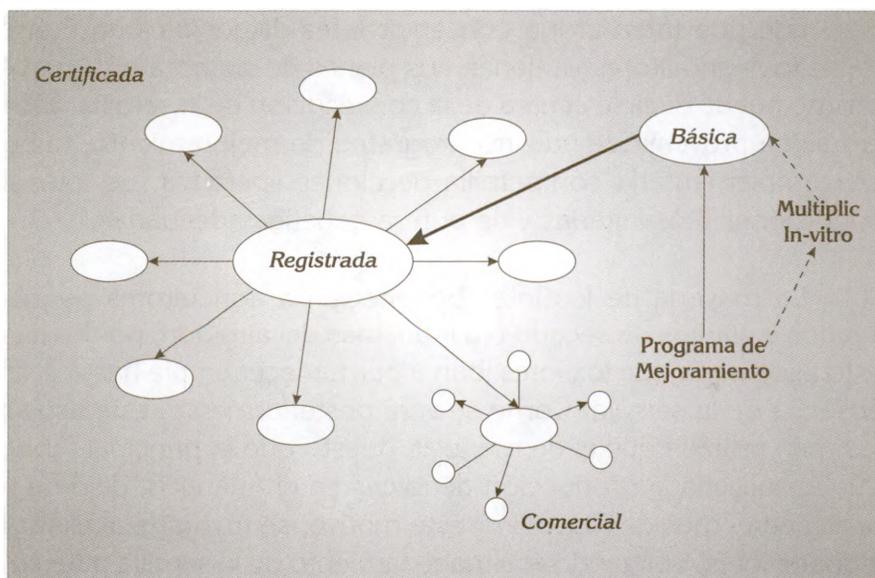
2. Necesidad de contar con un sistema operativo de multiplicación de semilla de yuca en la Costa Atlántica, que conjugue los esfuerzos existentes en la región.

3. Necesidad de ligar los programas de mejoramiento con un sistema piloto de multiplicación y difusión de variedades mejoradas.

Un esquema ideal de producción y distribución de semilla de yuca, debe ser descentralizado en sus etapas finales. La Figura 2 muestra la situación ideal hacia la cual se deben dirigir los esfuerzos dentro del Plan.

Los lotes comerciales están ubicados o sus productos benefician a organizaciones campesinas relacionadas con el cultivo y procesamiento de la yuca en la Costa Atlántica. Este proyecto sienta las bases para un acercamiento aun mayor entre dichas organizaciones y el sector privado relacionado con la producción de almidones, raciones balanceadas, etc.

FIGURA 2.
ESQUEMA DESCENTRALIZADO PARA LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
DE MATERIAL DE SIEMBRA DE YUCA.



Con respecto al área para cada tipo de semilla, la Tabla 7 muestra los objetivos que se plantearon para el mediano plazo. Esto permitirá mantener un sistema activo en forma continua, ligado al programa de mejoramiento, y con un tamaño tal que lo hace económicamente viable y sin riesgo de sobreproducción de semilla.

ÁREA ESTABLECIDA BAJO MULTIPLICACIÓN

Costa Atlántica. El presente proyecto surgió de la necesidad de apoyar el Plan de Modernización de la Yuca en la Costa Norte, a través del desarrollo de un esquema de multiplicación de semilla que involucrase a agricultores y entidades de procesamiento de la región. Las conversaciones sobre esta posibilidad se iniciaron a finales de marzo, y el proyecto se firmó en abril. El objetivo del proyecto durante este ciclo de siembra fue establecer 25 hectáreas bajo multiplicación de materiales liberados, pre-lanzados y clones élites de nuestro programa de mejoramiento.

TABLA 7.
TIPO DE SEMILLA, ÁREA Y UBICACIÓN DE LOS LOTES DE MULTIPLICACIÓN.

Lote de semilla	Área (ha)	Localización	Responsables
Básica	0.5	Palmira/centros Experimentales	Ciat
Registrada	3	Atlántico, Bolívar, Sucre ó Córdoba	Ciat, Corpoica
Certificada	25	Agricultores selectos en cada Creced y lotes de la empresa privada	Creced, Corpoica Ciat
Comercial	200	Idem anterior	Creced, Umata

Fue una tarea ardua conseguir lotes disponibles en una época en que todos los agricultores ya tienen sus planes de siembra o ya han sembrado. Lo mismo puede decirse acerca de la consecución de la semilla. Si bien un 60% de la misma provenía de nuestro programa de mejoramiento, hubo la necesidad de complementarla con semilla de clones liberados, de lotes que reunieran condiciones fitosanitarias y de pureza genética adecuadas.

La mayoría de los lotes pertenecían a agricultores pequeños, colonos, ligados a plantas de secado o a industrias del almidón, por lo que se pensó que esto aseguraría que los lotes iban a permanecer en pie hasta el momento de la cosecha de la semilla. Como se verá posteriormente, este aspecto fue uno de los más problemáticos de manejar, puesto que la principal fabrica de almidón que absorbería la producción de raíces en el Atlántico, dejó de recibir materia prima en el mes de mayo. Por este motivo, se tuvo que acelerar la cosecha de algunos lotes, obligando al almacenamiento de la semilla para su uso posterior.

Si bien hubo necesidad de resembrar algunos lotes o parte de ellos, el establecimiento fue muy bueno, así como el desarrollo posterior. Se contó con lotes que ya alcanzaban 1.5 metros de altura luego de poco más de tres meses de plantados. La Tabla 8 muestra una relación de los materiales multiplicados.

El desarrollo alcanzado por el cultivo hacía pensar que no habría mayores inconvenientes para cumplir con la expectativa de producir semilla para 250 a 300 hectáreas para el ciclo. El único lote que presentó problemas, debido a invasión de ganado y destrucción total de los ensayos, fue el de Sampués (Sucre).

Como resultado del trabajo de selección de estacas que se hizo a la siembra y la posterior eliminación de aquellas plantas «fuera de tipo», se obtuvieron lotes con 100% de pureza genética, y muy baja afección de problemas entomopatológicos, como barrenador y bacteriosis.

TABLA 8.
INFORMACIÓN SOBRE MATERIALES, ÁREA DE SIEMBRA Y SITUACIÓN DE LOS LOTES EN MULTIPLICACIÓN

1)Sabanas de Pedro (Sucre) Certificada	ICA-Negríta	0.90	La semilla de ANPPY fue muy mala, se resembró a inicios de junio	Algunos síntomas de CBB
	ICA-Costeña	1.10		
	Venezolana	1.10		
	P12	0.90		
2) Betulia (Sucre) Certificada	ICA-Negríta	0.50	Semejante a anterior	Idem
	ICA-Costeña	1.00		
	P12	1.00		
	Brasílera	1.00		
	CM 4365-3	0.50		
	CM 6119-5	0.50		
2. Repelón (Atlántico) Certificada	SM 1433-4	0.50	Debido a salinidad del lote se puede considerar 1 ha perdida	Excelente
	CM 3306-19	6.00		
2. Pitalito (Atlántico) Certificada	ICA-Negríta	0.15	Siembra el 3 de junio. Excelente desarrollo.	Excelente
	ICA-Costeña	0.20		
	Venezolana	0.12		
	CM 4843-1	0.12		
	CM 4919-1	0.13		
	CG 455-1	0.07		
	M TAI 8	0.11		
	M VEN 25	0.11		
5)Caracoli (Atlántico) Certificada	ICA-Negríta	0.12	Siembra el 3 de junio. Excelente desarrollo.	Excelente
	ICA-Costeña	0.12		
	Venezolana	0.12		
	CM 4843-1	0.12		
	CM 4919-1	0.15		
	CG 455-1	0.11		
	M TAI 8	0.11		
	M VEN 25	0.15		
6)Santo Tomás (Atlántico) Registrada	ICA-Negríta	3.00	Siembra a mediados de mayo. Excelente implantación y desarrollo	Excelente
	ICA-Costeña			
	Venezolana			
	Clones experimentales avanzados			
7)Media Luna (Magdalena) Certificada	ICA-Negríta	2.00	Siembra a mediados de mayo. Excelente implantación y desarrollo.	Excelente
	ICA-Costeña			
	Venezolana			
	Clones experimentales avanzados.			
Total		22.00		

1/ Un lote de media hectárea fue perdido en Sampués

Ciat-Palmira. Paralelamente a las actividades de multiplicación desarrolladas en la Costa Atlántica, se establecieron lotes básicos de multiplicación en el CIAT. Nuestra estación experimental en Palmira esta certificada como libre de bacteriosis y barrenador del tallo, así como de algunos virus de importancia para este cultivo. Estos lotes han de servir como fuente de material de siembra fitosanitariamente limpio para futuros ciclos de multiplicación. La Tabla 9 muestra los materiales liberados y las líneas experimentales que fueron multiplicadas en el Ciat. En un principio se pensó en concentrarse solamente en los materiales liberados; sin embargo, es muy importante ir formando una base de material de siembra limpio para aquellos genotipos que en un futuro cercano puedan convertirse en opciones para liberar en la Costa Atlántica.

TABLA 9.
GENOTIPOS MULTIPLICADOS EN EL CIAT, CONSIDERADOS COMO MATERIALES BÁSICOS.

GENOTIPO	PAIS	MADRE	Nº PL.
Semestre A (mayo 1996)			
CG 1141-1	M MEX 11	M COL 65	2000
CM 3306-4	M COL 22	CM 523-7	2500
CM 3555-6	CM 841-106	M COL 22	200
M COL 1505			2000
M COL 2215 (ORIGINAL)			100
Clones experimentales			2300
Total			9000
Semestre B (octubre 1996)			
CG 1141-1	M MEX 11	M COL 65	1000
CM 3306-19	M COL 22	CM 523-7	120
CM 3306-4	M COL 22	CM 523-7	2500
CM 3306-9	M COL 22	CM 523-7	100
CM 3555-6	CM 841-106	M COL 22	100
Clones experimentales			2980
Total			6800
PLANTILLAS PROVENIENTES DE MERISTEMAS (TRANSPLANTADAS ABRIL 97)			
CG1141-1	M MEX 11	M COL 65	50
CM 3306-4	M COL 22	CM 523-7	70
CM 3555-6	CM 841-106	M COL 22	75
M COL 1505			115
M COL 2215			102
Total			412

COSECHA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL DE SIEMBRA EN LA COSTA ATLÁNTICA

Se iniciaron el corte y el almacenamiento (transporte a Corozal-Sucre) de semilla de 4 hectáreas en Sabanas de Pedro y 5 en Betulia (Sucre), el 28 de abril de 1997. La iniciativa para comenzar a cosechar el material de siembra se tomó con base en los siguientes factores:

1. En la zona prácticamente los dos únicos lotes existentes en excelentes condiciones eran los nuestros, y empezaba el robo del material.
2. Las vías de comunicación en la región se deterioran mucho con el invierno.
3. Por la falta de cercas en algunas de las comunidades, se había comenzado a notar daño por animales.
4. Las alternativas de mercado se estaban reduciendo, debido a la decisión de algunas plantas almidoneras de sólo recibir yuca hasta el 15 de mayo.
5. Algunos lotes debían entregarse por vencimiento de contrato de arrendamiento.
6. Los proyectos de los multiplicadores de semilla estaban prácticamente listos.
7. Junto con el Comité de Semillas se tomó la decisión de almacenar semilla a partir de la última semana de abril.

Se estimaban que a más tardar en un mes estaría toda la semilla entregada y sembrada por los multiplicadores. En varios lotes se manejó la semilla en vara de 1 metro de largo, con el propósito de facilitar su manejo y transporte, y dar mayor flexibilidad para el almacenamiento por un período más prolongado, en caso de ser necesario.

Parte de la semilla obtenida se utilizó para restablecer lotes de semilla certificada dentro del esquema propuesto. El resto de la semilla se entregó a los ejecutores de proyectos de multiplicación de semilla dentro del Plan, o a otras instituciones o agricultores que se comprometieron a multiplicarla.

Cabe resaltar que las condiciones climáticas durante el período en el cual se pretendía establecer los diferentes lotes para el nuevo ciclo de producción, se caracterizaron por falta de lluvias, lo cual limitó las posibilidades de aprovechar la buena calidad del material de siembra que se produjo.

La asignación de material de siembra se realizó a través del Comité de Semillas del Plan. Una vez aprobados los proyectos, se acordaba con los responsables la fecha de entrega del material de siembra. En muchos casos

ocurrió que los lotes no estaban preparados para la fecha en que el material debía recibirse; en otros, se demoraron las siembras, a la espera de lluvias. Hubo lotes que si bien se establecieron inmediatamente al corte y entrega del material de siembra, la ausencia de lluvias luego de la siembra ocasionó germinaciones mucho más bajas de las óptimas.

A partir de la información obtenida se elaboró un resumen (Tabla 10) sobre los costos de producción y distribución de la semilla dentro del proyecto. Si bien el objetivo era obtener 2.250.000 cangres de óptima calidad, se produjeron 1.781.000, debido al lote que se perdió al implantarse (Sampués) y a la necesidad de eliminar a la variedad Venezolana (MCOL 2215) de la multiplicación de Santo Tomás, por alta incidencia de bacteriosis. De haber existido condiciones más propicias para el establecimiento de lotes en el período mayo-junio de 1997, se hubiese podido aprovechar mucho material que a pesar de no tener un estado fisiológico óptimo, habría servido de base para implantar áreas menos prioritarias.

TABLA 10.
RESUMEN DE CANTIDAD TOTAL DE CANGRES PRODUCIDOS,
COSTOS, ÁREAS Y SITIOS DE PRODUCCIÓN

Lugar	Area	Costo producción/ha.	Total semilla cangres	Costo de producción/cangre	Valor almacenamiento	Valor picada, trat., empaque y transporte	Valor total	
Sabanas de Pedro	4 has	525.875	310.550	6.77	2.10	3.17	12.04	
Betulia (Sucre)	5 has	360.904	410.800	4.39	1.80	3.17	9.36	
Repelón (Atl.)	6 has	474.300	729.300	3.90	2.75	4.37	11.02	
Caracoli (Atl.)	1 ha	386.225	41.100	9.40	3.32	1.25	13.97	
Pitalito (Atl.)	1 ha	376.425	99.450	3.78	2.62	2.10	8.50	
Santo Tomás (Atl)	3 has	773.444	115.210	20.14	4.50	3.20	27.84	
Media Luna (Mag)	2 has	582.900	75.000	15.54	2.25	2.80	20.59	
Total				Promedio				
	23	497.153	1.781.410	9.13	2.76	2.86	14.76	

NOTAS:

- Estos valores no incluyen el valor de arrendamiento en ningún lote.
- En Sabanas de Pedro se hicieron cuatro controles de maleza y un control por ataque severo de gusano cachón.
- El costo más alto fue en Santo Tomás (Atlántico), debido a que la siembra se realizó con personal traído de Media Luna, y una gran parte del lote debió eliminarse, debido al ataque de bacteriosis a la variedad Venezolana (MCOL 2215).

Originalmente se pensó vender el material de siembra, dado que su calidad era excelente en abril. Se entregó semilla a los «multiplicadores» en calidad de venta; sin embargo, debido a las dificultades con que ellos contaron para establecer los lotes, dada la escasez de lluvias, se decidió no cobrar el material de siembra por este ciclo. Las cantidades que se muestran a continuación, incluyen semilla para resiembras (Tabla 11).

Una cantidad considerable de semilla quedó almacenada hasta una fecha avanzada (mediados de julio), a la espera de que los correspondientes coordinadores de proyectos iniciaran la siembra, la que se vio retrasada por falta de lluvias.

TABLA 11.
SEMILLA DE CADA UNO DE LOS GENOTIPOS, ENTREGADA A MULTIPLICADORES:

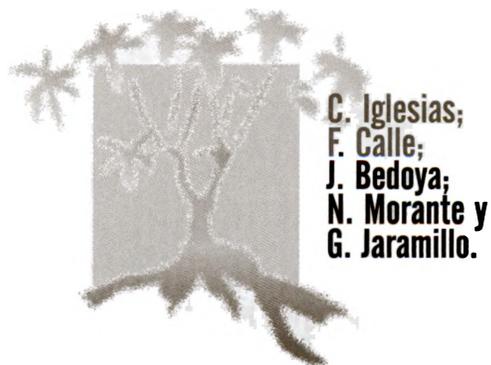
ICA Negrita CM 3306-4	98	ICA Costeña CG 1141-1	66.000
Mtai 8	35	MVen 25	16.330
CM 4919-1	1.5	CM 6119-5	6.500
M COL 1505	120	CM 4365-3	15.500
SM 1433-4	15.35	CM 3306-19	459.500
CM 4843-1	4.5	Brasilera	11.500
CM 4365-1	2.7	CM 6182-8	1.770
CM 7389-8	3.755	CM 7395-5	1.950
SM 643-17	1.41	SM 1127-8	2.250
SM 1201-5	1.37	SM 1415-4	3.380
SM 1431-2	3.15		
TOTAL		871.465	

CAPACITACIÓN DE PERSONAL

Durante la semana del 13 al 17 de enero de 1997, se realizó un evento de capacitación de profesionales conjuntamente con Corpoica, en el Centro de Investigaciones de Turipaná, con asistencia de 35 profesionales de Úmata, Corpoica, ONG y particulares. El curso, que fue dictado por Javier López, consistió en cuatro módulos teóricos (Abastecimiento de semilla, Calidad del material de siembra, Producción en campo, Cosecha y poscosecha), y un día de campo sobre prácticas de selección de material de siembra, corte y tratamiento del mismo.

Muchos de los técnicos capacitados están participando en proyectos de multiplicación financiados por el Plan, lo que hizo de este curso una herramienta importante para su actividad futura.

**PERSPECTIVAS
DE LA INVESTIGACIÓN
DE YUCA EN COLOMBIA**



PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN EN YUCA EN COLOMBIA

C. IGLESIAS; F. CALLE; J. BEDOYA; N. MORANTE Y G. JARAMILLO

La yuca participa en tres canales de mercadeo: consumo en fresco, producción de almidones (agrícola y nativo) y producción de "chips". En cuanto a sus perspectivas para el mercado en fresco, Gottret y Henry (1996) explican que los bajos niveles de consumo de yuca en los centros urbanos de América Latina obedecen a los altos márgenes de intermediación y, por ende, al alto precio al consumidor. Desde el momento que sea posible ofrecer al consumidor un producto a menor precio, debido a la mejora en tecnología de producción y a una mejor calidad, el consumo per cápita en los centros urbanos habrá de aumentar.

En América Latina y Asia, la industria del almidón está en franco crecimiento, como resultado de una demanda dinámica y en expansión por parte de diferentes sectores de la industria y la manufactura de alimentos. Algunas industrias, en Colombia, están ingresando en el área de almidones modificados y la producción de jarabes de glucosa, como consecuencia de la demanda en procesos industriales. El almidón de yuca posee una serie de características que le otorgan una ventaja comparativa natural frente a otros tipos de almidón en el mercado.

Por último, se ha podido percibir en los últimos años un interés creciente en el uso de yuca seca, como componente de raciones. La experiencia se inició con la adaptación de tecnología tailandesa a comienzos de los 80, y hoy día se está intentando desarrollar con base en centrales de secado, diseñadas por los usuarios finales de la yuca seca (productores de raciones o criadores de aves y cerdos). Este es el mercado más sensible en términos de márgenes de beneficio y competitividad, puesto que su precio siempre va a estar condicionado por el de los granos importados o producidos internamente (75% del precio del maíz).

Sin embargo, las nuevas reglas de juego desarrolladas por el Acuerdo General de Aranceles y Tarifas, Gatt, con una reducción cada vez mayor de la intervención del Estado en la producción agrícola de países desarrollados, pueden dar un margen de competitividad mayor a la yuca seca como componente de raciones. Si los granos fueran comercializados en el mercado internacional reflejando los costos de producción, la yuca seca tendría un margen importante de competitividad, dependiendo de la distancia a los mercados finales (Henry y Gottret, 1996).

Henry y Gottret (1996) resumen la información relacionada con costos de producción y precios pagados a los agricultores por las raíces que ingresan a diferentes mercados (Tabla 1). Estos autores deducen que los costos de producción son bastante más elevados en Colombia, como resultado de rendimientos menores y componentes de producción más caros. El efecto de tener un mercado alternativo, que ofrece precios muy superiores, como lo es el mercado en fresco, impone una tónica al alza de los precios de las raíces en las fincas.

La relación de precio entre kilo de materia prima y kilo de almidón, lleva a que este mercado sea aún muy competitivo. No es el caso de la yuca seca, para la cual los márgenes (aunque positivos) son mucho menores para el agricultor y el procesador. Sin embargo, cuando comparamos lo que acontecería en un escenario de libre competitividad mundial, éste estaría gobernado por la capacidad de los asiáticos para producir yuca a un precio mucho menor (42%).

Si observamos los rendimientos nacionales de diferentes países (Tabla 2), vemos que el promedio de Colombia está un 26% por debajo del de Tailandia, por lo cual la diferencia de precio de producto no se explica solo por un mayor rendimiento. En Tailandia se invierte menos por hectárea de yuca que en Colombia.

TABLA 1.
COSTOS DE PRODUCCIÓN, PRECIOS DE RAÍCES Y DE PRODUCTOS FINALES
EN TRES PAÍSES PRODUCTORES DE YUCA (1990-95).

País	Costo de producción	Precio de raíces pago al productor en la finca		Yuca seca	Almidón nativo
		Para uso industrial	Para consumo en fresco		
(Promedio para 1990-94, US\$/MT)					
Tailandia	20.34	28.67	-	58.70	233.34
Brasil	27.80	31.63	128.18	-	357.17
Colombia	34.85	42.20	85.30	177.77	522.95

Fuente: Henry & Gottret, 1996.

TABLA 2.
AREA, RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE YUCA EN TRES PAÍSES PRODUCTORES (1994).

País	Area (1000 has.)	Rendimientos (ton./ha.)	Producción (1000 ton)
Tailandia	1383	13.8	19091
Brasil	1838	13.1	24009
Colombia	196	10.2	2000

Fuente: Ciat, 1996b.

Las perspectivas futuras de la investigación en yuca, ciertamente, se relacionan con el desarrollo armónico y dinámico de esos tres mercados. El punto focal de la investigación en yuca en Colombia debe ser reducir los costos de producción por tonelada de raíz, bien sea a través de un aumento en el rendimiento por hectárea o por una reducción de los costos totales por hectárea. Otra área que debe observarse es la del aumento del valor unitario de producto final, lo que puede reflejarse en una posibilidad de mayor precio pagado por raíces al productor.

AUMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES

El aumento en la producción de raíces puede lograrse al trabajar en dos áreas: a) reducción de la incidencia de factores bióticos y abióticos limitantes, y b) aumento de la capacidad fisiológica de la planta para usar más eficientemente la luz. Si consideramos la Costa Norte de Colombia, las principales limitantes biológicas a la producción están dadas por bacteriosis (*Xanthomonas axonopodiss pv. manihotis*) y por el barrenador del tallo (*Chilomima clarkei*). Las perspectivas de investigación en ambos casos son muy alentadoras. Por un lado, trabajos realizados por Restrepo *et al* (1997), indican que existe una diversidad genética del patógeno, muchas veces asociada a diferencias en patogenicidad.

Hay variantes genéticas en la Costa que son diferentes a las del Llano y a las del Cauca. Hay también variabilidad en la capacidad de diferentes genotipos de yuca para resistir o tolerar dichas variantes del patógeno. Esto ha de desembocar en una estrategia mucho más racional de desarrollo de nuevas variedades y de difusión de las mismas, de acuerdo con la estructura del patógeno predominante en cada región. La posibilidad de ligar los genes de resistencia a marcadores moleculares, ha de facilitar mucho más el proceso de piramidar genes de resistencia a bacteriosis, junto con otras características deseables.

En el caso del barrenador, si bien se ha detectado una preferencia diferencial por parte del insecto, de acuerdo con factores como coloración del tallo, no hay al momento fuentes de resistencia importantes. El enfoque que se le ha dado a la investigación para el desarrollo de materiales resistentes ha sido a través de la introducción de un gen foráneo proveniente del *Bacillus turingiensis*, que estimula la producción de la toxina natural del *Bacillus*, pero dentro de la planta y solo cuando esta haya sido atacada. El Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, está desarrollando construcciones génicas para introducir a las variedades más cultivadas en la Costa Norte, y se espera contar con pruebas extensivas de campo dentro de cuatro años.

El área de manejo de la fertilidad de suelo es muy importante si se pretende aumentar la productividad del cultivo y sostenerla en el tiempo. La respuesta de la yuca a la fertilización (química u orgánica) está muy bien documentada (Ciat, 1992). Si bien la investigación es necesaria, hay que hacer viable la aplicación de los resultados obtenidos (extensión, crédito, etc.). Cuando se habla de hacer viable la producción de yuca para cierto mercado, no debemos de olvidar que lo que intenta es tener sistemas de producción rentables y sostenibles; por lo tanto, es de suma importancia investigar y difundir sistemas de rotación que faciliten la producción como un todo.

La acumulación de patógenos en el suelo y la reducción en el nivel de nutrientes disponibles en el mismo, pueden hacer declinar de forma rápida los rendimientos de raíces obtenidos inicialmente.

El mejoramiento del potencial de producción *per se* de la yuca se relaciona con dos aspectos: el aumento en la densidad de siembra y la mejora de la productividad en sí. La yuca se cultiva normalmente con densidades que no sobrepasan las 12.500 plantas. Sin embargo, conceptos recientes relacionados con el uso más eficiente de los nutrientes del suelo a través del desarrollo de genotipos intermedios a bajos (Ciat, 1996), ha abierto una nueva perspectiva para aumentar densidad de siembra, producción y eficiencia de uso de nutrientes (Tabla 3).

Variedades que no sobrepasan 1.2 metros a la cosecha son cultivadas en algunas regiones del mundo, con densidades que llegan a las 20 mil plantas/ha. (i.e. Mandim Branca en el sur de Brasil), dado su menor capacidad de competencia entre plantas. Por supuesto que estas variedades requieren una estrategia muy particular para su propagación. Sin embargo, los agricultores en esas regiones han aprendido a manejarlas. Dichos materiales abren un nuevo concepto en lo que se refiere a mecanización del cultivo, sobre todo en lo que tiene que ver con el control de malezas y otras prácticas culturales.

En el caso del mercado para procesamiento, la posibilidad de implementar programas de mejoramiento basados en la productividad de materia seca por hectárea, sin tener que considerar contenido de ácido cianhídrico, calidad culinaria, color de raíz, etc., llevaría a obtener ganancias genéticas mayores a las normalmente observadas en programas dirigidos al doble propósito. Combinando potencial de rendimiento con índice de cosecha, se lograría no sólo aumentar la producción por hectárea, sino hacer usos más eficientes de los nutrientes y el agua del suelo.

El área de calidad de material de siembra afecta a todos los aspectos del cultivo de yuca. Mucha investigación se ha hecho en relación con la necesidad

TABLA 3.
EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES, DE ACUERDO CON EL TIPO DE PLANTA
(KG. MATERIA SECA EN RAÍCES/KG. NUTRIENTES TOTALES ABSORBIDOS). CIAT, 1996.

Altos					
CG 402-11	76	676	120	244	462
CM 4574-71	126	950	149	374	680
M Bra 110	79	634	114	304	524
M Mal 48	95	773	156	393	635
M Pan 51	89	753	138	321	694
Promedio	92	756	136	327	593
Intermedios					
CM 507-37	130	927	181	414	606
CM 2766-5	115	1001	141	451	795
CM 4729-4	113	836	145	472	699
CM 3299-4	108	995	197	349	664
SG 107-35	107	860	133	474	645
Promedio	115	913	156	428	676
	(24)*	(21)*	(15)*	(31)*	(14)*
Bajos					
CG 1141-1	125	1063	201	588	789
CG 1420-1	109	928	155	458	698
M Col 22	107	887	168	499	842
M Bra 900	91	797	125	408	658
SG 536-1	98	913	148	331	727
Promedio	107	926	161	456	746
	(16)*	(23)*	(18)*	(40)*	(26)*

* Valores en paréntesis representan % incremento en eficiencia de uso de nutrientes para clones intermedios y bajos, comparados con los altos.

de contar con material de siembra que no sólo tenga calidad fitosanitaria adecuada, sino calidad fisiológica. La posibilidad de multiplicar rápidamente nuevos materiales con características deseables ha sido ajustada a través del cultivo *in vitro*. Sin embargo, esta sigue siendo una opción costosa y sólo aplicable para la implantación de lotes básicos pequeños. Hoy día, se está investigando la aplicación de biorreactores en la multiplicación acelerada de la yuca, un concepto que puede revolucionar la difusión de nuevos materiales, al reducir el costo de producción y aumentar la masificación del proceso.

Un área de investigación que fue iniciada en Ciat pero interrumpida, es la de propagación del cultivo a través de semilla sexual (Iglesias *et al.*, 1994). Las ventajas de este sistema de propagación son las de actuar como filtro para la mayoría de las enfermedades, la posibilidad de manipularla más fácilmente y un potencial comparable o superior al de la yuca cultivada convencionalmente (Tabla 4). Sin embargo, deben investigarse aspectos relacionados con la producción de dicha semilla, la densidad de siembra y el manejo de malezas, entre otros aspectos. Este sistema de propagación sería sólo apto para la producción de raíces destinadas al procesamiento. La variabilidad intrínseca del cultivo propagado por semillas lo hace inconveniente para el mercado en fresco.

TABLA 4.
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS A TRAVÉS DE DOS FORMAS DE PROPAGACIÓN PARA MATERIAL DERIVADO DEL GENOTIPO CM 430-30.

Sistema de propagación	Area foliar a los 120 días	Rendimiento de raíces (ton./ha.)	Rendimiento de follaje (ton./ha.)	Indice de cosecha
Vegetativa	5.4	41	50	0.45
Semilla sexual	2.4	43	35	0.55

Fuente: Iglesias *et al.*, 1994.

REDUCCIÓN EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Si observamos una estructura de costos normal para la Costa Norte (Tabla 5), la mayor parte de ellos se asocia con uso de mano de obra; a la siembra (24.4%), para el control de malezas (31%) o en la cosecha (33.3%). Esto puede considerarse como un aspecto favorable cuando se dispone de suficiente mano de obra familiar y se la quiere valorizar. Sin embargo, cuando se tienen planes ambiciosos para el desarrollo del cultivo, es importante reducir esa participación de la mano de obra en los costos totales, no sólo por reducir costos, sino por logística de trabajo. La forma lógica de hacerlo es a través de la mecanización parcial de las operaciones.

Siembra. Existen una serie de modelos de sembradoras y plataformas para siembra, que permiten aumentar la eficiencia de siembra de dos a seis veces. Las experiencias de las diferentes personas que las han utilizado en Colombia varían desde positivas a muy negativas, dependiendo la eficiencia del tipo de suelo y de la humedad del mismo. Igualmente, cuando se tiene la tradición de siembra vertical de estacas, la siembra mecánica se dificulta bastante.

TABLA 5.
ESTRUCTURA NORMAL DE COSTOS PARA PRODUCCIÓN DE YUCA
EN LA COSTA NORTE DE COLOMBIA.

1. Preparación del terreno	Ha	1	120.000	120.000
2. Semilla/siembra				
Varas largas de 1 m.	Vara	2000	35	70.000
Transporte	Viaje	1	20.000	20.000
Preparación semilla	Jornal		6.000	30.000
Tratamiento	Jornal		6.000	3.000
Siembra (mano de obra)	Jornal	6	6.000	36.000
3. Control de malezas				
Aplicación preemergente				
Herbicida	Kg./lt.	3	9.250	27.750
Aplicación	Jornal	1	6.000	6.000
Desyerba manual (mo)	Jornal	12	6.000	72.000
Aplicación posemergente				
Herbicida	Lt.	2	10.000	20.000
Aplicación	Jornal	1	6.000	6.000
4. Fertilización				
Fertilizante	Kg	300	400	120.000
Aplicación	Jornal	5	6.000	30.000
5. Cosecha				
Mano de obra	Jornal	15	6.000	90.000
6. Asistencia técnica		1	30.000	30.000
7. Imprevistos (5%)				35.387
8. Subtotal costos directos				716.137
9. Costos indirectos				311.753
TOTAL				1.027.890

Control de malezas. Lo ideal para producir un cultivo de yuca es la aplicación de una mezcla de herbicida en preemergencia más una limpia antes de cerrar el cultivo. Sin embargo, controlar las malezas a tiempo en yuca es uno de los aspectos más difíciles de infundir, sobre todo entre agricultores que tienen la tradición de cultivar granos. La dinámica de malezas en el campo es afectada también por el sistema de rotación, el riego, la época de siembra y la calidad del material de siembra.

Hoy día se cuenta con una nueva generación de herbicidas, los cuales no se han probado en yuca, y que podrían llegar a revolucionar el control de malezas. La posibilidad de introducir genes de resistencia a herbicidas a través de ingeniería genética, no debería descartarse como una medida más en un paquete integrado de control de malezas (ya se tienen plantas transgénicas con resistencia a basta).

Cosecha: El uso de diferentes modelos de arrancadoras, facilita la cosecha y puede representar un ahorro de hasta el 50% de la mano de obra. Sin embargo, la eficiencia de estos aparatos depende mucho del tipo de suelo, humedad del mismo, enmalezamiento, sistema de siembra, etc. (Díaz, 1981). El ajuste de estos aparatos, para minimizar las pérdidas en el campo y aumentar la eficiencia del trabajo, por ejemplo, a través del picado mecanizado del follaje cuando no se requiere cosechar material de siembra, son aspectos que merecen investigación en el futuro. Aquí también el área de mejoramiento puede hacer una contribución importante a través del ajuste de forma y distribución de raíces que se adapten mejor a la mecanización.

Transporte: Todo lo que se haga para reducir el costo de transporte de un producto que contiene 60% de agua es importante. La carga y descarga a granel para el uso de raíces en producción de almidón y yuca seca es imperativa. Las posibilidades que existen en tal sentido son la carga de raíces destococonadas por medios mecánicos; o el transporte de raíces sin destococonar (para un posterior destococonado en planta de procesamiento), lo cual facilita la carga manual (pero disminuye la capacidad de carga del camión).

Todos estos aspectos relacionados con mecanización del cultivo requieren la atención para el ajuste de lo que se tiene e investigación en lo que aún no se tiene. Sería muy importante involucrar a sectores de producción de maquinaria agrícola y empresas de agroquímicos, junto con facultades de ingeniería mecánica dentro de un proyecto de investigación y ajuste. Un trabajo que podría también realizarse es el relevamiento de la maquinaria existente. Ha habido toda una inventiva de los productores puesta en marcha para mecanizar diferentes aspectos de este cultivo, con mayor o menor éxito, y que podemos aprovechar directamente o modificándola.

AUMENTO DEL VALOR UNITARIO DE LAS RAÍCES DE YUCA

Una de las características intrínsecas de la yuca es su capacidad para deteriorarse rápidamente luego de cosechada (2-7 días). Este es un aspecto que tiene influencia directa sobre los altos márgenes de comercialización de las raíces en fresco, pero que en cierta forma afecta a la capacidad de funcionamiento de plantas de extracción de almidón o producción de material seco, al no poder

almacenar materia prima, y verse obligadas a una compra continua. Dentro del germoplasma que manejamos en Ciat (Iglesias *et al*, 1996) se han podido seleccionar materiales con capacidad de mantener su calidad por 15 días (Tabla 6). Sin embargo, esta es una característica muy influida por el ambiente, y se están investigando alternativas a través de biotecnología para modificar alguno de los genes que intervienen en el proceso del deterioro fisiológico.

TABLA 6.
DETERIORO POSCOSECHA PARA GENOTIPOS EXTREMOS ALMACENADOS POR 15 DÍAS EN PALMIRA Y VILLAVICENCIO.

Genotipos	Villavicencio		Palmira	
	% Deterioro	% Materia seca	% Deterioro	% Materia seca
SM 627-5	2	33.9	5	35.1
SM 979-20	7	39.3	16	37.2
CM 7033-3	11	39.1	13	33.6
CM 7251-1	56	39.3	90	35.8
SM 985-9	64	33.9	91	32.7
CM 6986-10	76	37.1	79	33.4
Promedio	38	35.3	34	34.8
Correlación Det-%MS	-0.13 ns		0.08 ns	
Heredabilidad	0.44		0.59	

Fuente: Iglesias *et al*, 1996

Un alto contenido de almidón es deseable para todos los mercados. Específicamente, en el caso de producción de almidón o yuca seca si existiera un sistema de precios que premiase a las variedades de mayor contenido de almidón, se estaría valorizando la unidad de raíz mejorada.

El almidón de yuca se caracteriza por la capacidad de producir geles con alta viscosidad, claridad, resistencia al rozamiento, acidez y congelamiento. Una característica que afecta directamente al mercado de esta materia prima es la posibilidad de modificar genéticamente su estructura, pudiendo acceder a nuevos mercados, o aumentando el margen de beneficio, lo que podría traducirse en mejores precios para los agricultores.

Los almidones modificados tienen una amplia gama de aplicaciones en la industria y en la manufactura de alimentos. De acuerdo con sus aplicaciones son las necesidades de modificación del almidón nativo.

El trabajo de investigación en yuca se ha centrado en la obtención de variantes genéticas que permitan producir almidones con muy bajos contenidos de amilosa (“waxy”). El rango normal de concentración de amilosa varía de 16% a 28% (Wheatley *et al*, 1992). Se ha observado que el almidón de la especie silvestre *Manihot craccisepala* es de tipo “waxy”; sin embargo, existen bastantes problemas para transferir dicho gen a un entorno genético cultivado.

Hoy día se tienen construcciones de los genes que determinan la mayor parte de los procesos bioquímicos que resultan en diferentes cadenas de carbono. Es así como ya se ha conseguido aislar el gen de la enzima que sintetiza el almidón y que está ligada al gránulo de éste (GBSS), la cual se responsabiliza de la síntesis e incorporación de amilosa. Silenciándola, se pueden tener genotipos con muy baja concentración de amilosa. También se están adelantando trabajos de mutagénesis en variedades ya cultivadas, para intentar cambiar genes que afectan el proceso de síntesis del almidón.

Otro tipo de almidón que está teniendo una demanda muy alta en el mercado internacional para la producción de papel y la industria alimenticia es el almidón fosforilado (Pi). En raíces y tubérculos, la fosforilación del almidón es de 5 a 10 veces más alta que en los granos; sin embargo, se necesita aumentarla aun más para que no haya la necesidad de una fosforilación química. En papa, ha sido posible incrementar por tres el contenido de Pi en el almidón, a través de selección convencional. Ya se han iniciado estudios para determinar el rango de variabilidad en yuca y poder implementar esquemas semejantes de selección.

Dentro de la valorización de los productos que se obtienen a partir del cultivo de la yuca, está la posibilidad de producir harinas para el consumo humano. Se ha demostrado ampliamente (Eggleston & Omoaka, 1994) la posibilidad de sustituir parcialmente a la harina de trigo en galletería y otros productos alimenticios. El uso del follaje de la yuca podría aparejar mayores beneficios al productor; pero aquí también se necesita investigación para implementar una logística para tal fin y estudiar el costo que representa en términos de nutrientes que se remueven del campo.

CONCLUSIONES

En la Tabla 7 se presenta un resumen de todos los aspectos que merecerían atención en el futuro, sea para investigación o ajuste de tecnologías ya existentes, y su relación con los diferentes usos del cultivo. Hoy día se continúa propagando y cultivando la yuca como lo hacían nuestros ancestros.

Si queremos lograr un salto cualitativo en todo el país, debemos trabajar para integrar diferentes aspectos que aumenten la producción, reduzcan los costos y mejoren el valor unitario del producto.

Actualmente, contamos con la ayuda de herramientas muy importantes como la biotecnología y la informática. Sin embargo, a menos que se realice un esfuerzo conjunto e integrado, que incluya a todos los sectores relacionados con el cultivo, los esfuerzos aislados no tendrán el impacto esperado.

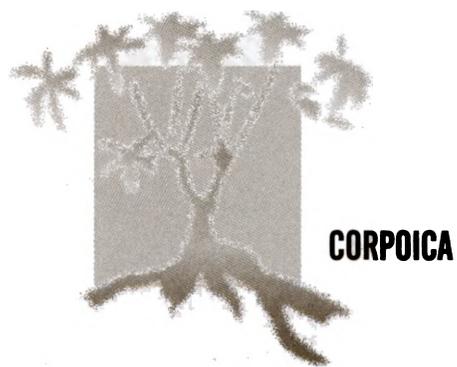
TABLA 7.
RESUMEN SOBRE ÁREAS DE INVESTIGACIÓN A EJECUTAR
PARA AUMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL CULTIVO DE LA YUCA EN COLOMBIA.

Area	Acción	Quién está o ha estado trabajando
Aumento del rendimiento:		
<u>Factores abióticos:</u>		
CBB	Monitoreo del patógeno y piramidar genes	Ciat, ORSTOM
<u>Chilomima</u>	Introducir gen de Bt	Ciat, Corpoica
<u>Factores abióticos:</u>		
Fertilidad de suelos	Implementación de resultados	Corpoica
Rotaciones	Implementación de resultados	Corpoica
<u>Potencial de producción:</u>		
Aumento densidad de siembra	Plantas bajas	Ciat
Aumento capacidad fisiológica	Poblaciones para potencial	Corpoica, Ciat
<u>Propagación:</u>		
Rápida	Bio-reactores	Ciat
Sistemas alternativos	Semilla sexual	Ciat (desc.)
Reducir costos de producción		
Mecanizar siembra	Ajuste de maquinaria existente	Sector Privado?
Control de malezas	Evaluar nuevos herbicidas	?
Mecanizar cosecha	Ajuste de maquinaria existente	?
Ajustar transporte	Evaluar alternativas	?
Aumento en el valor de la raíz		
Mejor almacenamiento	Intervención por biotecnología	Ciat
Mayor contenido de almidón	Selección + comercialización	Corpoica, Ciat, +
Diversidad de almidones	Modificación genética	Ciat
Usos alternativos del cultivo	Valorización de raíces y follaje	Ciat (harina)

REFERENCIAS

- CIAT 1992.** Cassava Program. Annual Report 1987-91. Working Document 116. Ciat, cali, Colombia. 473p.
- CIAT 1996a.** Improved Cassava Gene Pools. Annual Report 1996. Ciat, Cali, Colombia. 32p.
- CIAT 1996b.** Cassava: the latest facts about an ancient crop. Ciat, Cali, Colombia.
- DIAZ A 1981.** Un implemento diseñado para ayudar en la cosecha de la yuca. Ciat, Cali, Colombia. 6p.
- EGGLESTON G & OMOAKA P.** 1994. Alternative breads from cassava flour. In Ofori F & Hahn SK Tropical Root Crops in a Developing Economy, IITA, Ibadan, Nigeria. Pp 243-248.
- GOTTRET MV & HENRY G.** 1995. Empirical analysis of fresh cassava in Colombia. Trabajo remitido para presentación en la reunión de la AAEA (agosto 6-9, 1995. Indianapolis, Indiana, U.S.A.
- HENRY G & GITTRET MV.** 1996. Global Cassava Trends: Reassessing the Crop's Future Working Document 157. Ciat, Cali, Colombia. 45p.
- IGLESIAS C, J BEDOYA, N MORANTE & F. CALLE** (1996) Genetic diversity for physiological deterioration in cassava roots. In Kurup GT et al. Tropical Tuber Crops: Problems, prospects and future strategies. Science Publishers Inc., Lebanon, NH, USA. pp 115-126.
- IGLESIAS C; HERSHEY C; CALLE F & BOLAÑOS A.** 1994. Propagating cassava (*Manihot esculenta*) by sexual seed. *Expl.Agric.*30:283-290.
- RESTREPO S; VERDIER V; MOSQUERA G; GERSTI A; LABERRY R; VALLE T & ALVAREZ E.** 1997. Cassava bacterial blight in South America: pathogenic and genetic characterization of the causal agent and its application to screening methods. *African Journal of Root and Tuber Crops* 2:7-9.
- WHEATLEY CC; ORREGO JI; SANCHEZ T & GRANADOS E.** 1993 Quality evaluation of the cassava core collection at CIAT. In Roca WM & Thro AM Proceedings of the First International Scientific Meeting of the CBN. Working Document 123. Ciat, Cali, Colombia. Pp 255-264.

**DESARROLLO DE ALTERNATIVAS
PARA RECUPERAR Y SOSTENER
LA FERTILIDAD INTEGRAL
DE LOS SUELOS EN LOS SISTEMAS
QUE INCLUYEN YUCA
EN LA REGIÓN CARIBE**



DESARROLLO DE ALTERNATIVAS PARA RECUPERAR Y SOSTENER LA FERTILIDAD INTEGRAL DE LOS SUELOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN QUE INCLUYEN YUCA EN LA REGIÓN CARIBE. PROYECTO INTERREGIONAL (REGIONALES 2 Y 3)

CORPOICA

LÍDER DEL PROYECTO Y PARTICIPANTES

LÍDER:

CESAR BAQUERO CORPOICA C.I, CARIBIA

COEJECUTORES:

MISAEAL MONTES CORPOICA C.I. EL CARMEN

OSCAR DIAZ CORPOICA CRECED PROVINCIA DEL RIO

ALVARO URBINA CORPOICA CRECED NORTE DEL MAGDALENA

ANTONIO LOPEZ CORPOICA C.I. TURIPANA

LUIS BRACHO CORPOICA CRECED SABANAS DE SUCRE

ALVARO TOLOZA CORPOICA OFICINA REGIONAL VALLEDUPAR

GLORIA CORREDOR CORPOICA C.I. TIBAITATA

NELSON GUZMAN CORPOICA C.I. CARIBIA

FELIZ HEESSEN CORPOICA C.I. TURIPANA

JOAQUIN GARCIA PEÑA CORPOICA C.I. TURIPANA

LUIS F. CADAVID^{1/} CIAT - PALMIRA

1/ Se retiro del Ciat, pero sigue prestando asesoría al Proyecto.

1. JUSTIFICACIÓN

Las áreas productoras de yuca cada vez son desplazadas hacia zonas más alejadas de las vías principales y suelos con mayor pendiente y menor fertilidad. Según el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, en la mayor parte de los suelos de la Región Caribe, el elemento limitante es el nitrógeno, seguido por el potasio y el fósforo. En la reunión de concertación entre productores, investigadores, secadores e industriales, se determinó que uno de los aspectos que más está contribuyendo a la disminución de la producción de yuca (hasta el 90% del rendimiento) es la pérdida de fertilidad de los suelos.

En la Región Caribe se siembran aproximadamente 120.000 has. de yuca, es decir, 50-55% del área total que en el país se dedica a este cultivo. De esta área, en la Regional 2 de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, se siembran cerca de 80.000 has., en los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar y Atlántico. La implementación del Plan Cuatrienal de Yuca, plantea la necesidad de incrementar áreas y rendimientos. Dicho incremento, debe ir acompañado de alternativas tecnológicas que, al integrarse a otras prácticas de cultivo, garanticen una recuperación y mantenimiento de los niveles de fertilidad de los suelos.

2. OBJETIVOS

2.1. GENERALES

Contribuir a mejorar los niveles de producción y productividad de los sistemas de producción que involucran yuca/maíz en la Región Caribe.

2.2. ESPECÍFICOS

- Generar alternativas viables que permitan recuperar o mantener los niveles de fertilidad de los suelos para la producción de yuca.
- Validar alternativas tecnológicas disponible.

3. METODOLOGÍA

El proyecto está dirigido a desarrollar alternativas en suelos recuperables y en suelos con necesidad de mantener la fertilidad. En cada uno de los centros agropecuarios pilotos de desarrollo tecnológico (Cadet), se sembraron los experimentos con varios tratamientos y se montaron pruebas para validar la tecnología generada por el Ciat. La evaluación de la fertilidad del suelo se midió con base en análisis químico-físico y biológico, antes y después de la cosecha.

Se sembraron dos experimentos en los centros pilotos seleccionados.

EXPERIMENTO No. 1

TRATAMIENTOS

- Bovinaza 2 y 4 ton./ha.
- Químico, 330 y 660 kg./ha. de 15-15-15.
- Mulch de gramínea y maleza, 6 y 12 ton./ha.
- Abono verde incorporado de mucuna.
- Abono verde incorporado, de leucaena.
- Abono verde incorporado de caupí (capizuna).

TESTIGO

Se utilizó un diseño de bloques al azar, en franjas divididas, con tres repeticiones. Cada parcela tenía 5 m. de frente por 10 de largo.

Las variedades de yuca utilizadas fueron: ICA-Negrita y Venezolana.

La variedad de maíz usada fue la ICA V-156. ✓

Este experimento se sembró en las localidades de Pivijay (Magdalena) y los Palmitos (Sucre).

EXPERIMENTO No. 2

TRATAMIENTOS

- *Erythrina sp* en callejones.
- *Gliricidia sepium* en callejones.
- Cobertura viva de mucuna
- Cobertura viva de caupí (capizuna)
- Cobertura viva de guandul, con podas
- Rotación yuca/maíz, caupí

TESTIGO

Se utilizó un diseño de bloques al azar, en franjas divididas, con tres repeticiones. Cada parcela tenía una dimensión de 5 m. de frente por 10 de largo.

Las variedades de yuca utilizadas fueron ICA-Negrita y Venezolana.

La variedad de maíz empleada fue la ICA V-156.

Este experimento se sembró en Pivijay y Plato (Magdalena) y los Palmitos (Sucre).

PRUEBA DE VALIDACIÓN

En cada uno de las siguientes localidades: Los Palmitos (Sucre), Plato y Pivijay (Magdalena), Carmen de Bolívar (Bolívar) y Ciénaga de Oro (Córdoba) se sembraron 3/4 de ha. para validar la tecnología que ha sido probada durante 4 años por el Ciat en la región de Pivijay.

Tratamientos:

1. 1/4 de ha. con yuca/maíz más mulch de gramínea de 12 ton./ha.
2. 1/4 de ha. con yuca/maíz más fertilización de 330 kg./ha. de 15-15-15.
3. 1/4 de ha. con yuca/maíz, sembrada como lo hace el agricultor de cada localidad (testigo).

La variedad de yuca utilizada fue la venezolana.

La variedad de maíz usada fue la ICA V-156.

4. ACTIVIDADES PROGRAMADAS

4.1. EXPERIMENTOS No. 1 y No. 2 Y PRUEBA DE VALIDACIÓN.

- Tomas de muestras de suelos en presiembra (análisis físico y químico).
- Siembra simultánea de las especies de arreglo (yuca/maíz).
- Toma de muestras de abonos verdes y orgánicos (análisis de contenido nutricional).
- Prácticas culturales.
- Control de malezas químico o manual, de acuerdo con la agresividad de las malezas.
- Control integrado de plagas y enfermedades, de acuerdo con la presencia y severidad del daño.
- Aplicación de los tratamientos
- Mulch
- Abonos verdes
- Abonos orgánicos
- Abono químico
- Cosecha de los experimentos en las diferentes localidades.
- Toma de muestras de suelo después de la cosecha (análisis físico y químico).

4.2. EVALUACIÓN DE LAS PARCELAS DE VALIDACIÓN Y TENDENCIA EN ADOPCIÓN EN CADET

4.3. GIRA DE AGRICULTORES

Capacitación a asistentes técnicos y agricultores.

5. ACTIVIDADES REALIZADAS

5.1. Se tomaron muestras de suelo en cada uno de los experimentos en las diferentes localidades y se les hicieron las siguientes determinaciones a cada uno de los tratamientos bajo estudio:

- Análisis químico.
- Análisis físico (Da, porosidad y curvas de retención de humedad).
- Análisis biológico.

5.2. Se sembraron dos experimentos en tres localidades.

El Experimento No. 1 se sembró en Pivijay (Magdalena) y Palmito (Sucre), mientras que el Experimento No. 2 se sembró en Pivijay y Plato (Magdalena) y Palmito (Sucre).

En estos experimentos se utilizaron los tratamientos descritos anteriormente. Para cada uno de ellos se hizo la siembra simultánea del arreglo yuca/maíz en las dos variedades de yuca seleccionadas (ICA Negrita y Venezolana).

5.3. Pruebas de validación.

Esta investigación se sembró en cinco localidades Plato y Pivijay (Magdalena), Carmen de Bolívar (Bolívar), Palmito (Sucre) y Ciénaga de Oro (Córdoba). En estas pruebas los tratamientos utilizados fueron los de la tecnología generada por el Ciat en Pivijay (Magdalena), y el testigo, (la práctica del agricultor). La variedad de yuca utilizada fue la Venezolana.

5.4. Evaluaciones realizadas

- Germinación y brotación.
- Altura de la planta de maíz.
- Prolificidad del maíz.
- Evaluación de plagas de enfermedades.
- Control de malezas.
- Control de plagas.

5.5. Aplicación de los tratamientos

(En los experimentos 1 y 2 y prueba de validación).

5.6. Cosecha de todos los experimentos en cada una de las localidades.

5.7. Evaluación de las parcelas de validación con los agricultores de cada una de las localidades.

5.8. Gira de agricultores de yuca de la región de Plato (Magdalena).

5.9. Se brindó capacitación a los técnicos de Corpoica que están participando en este proceso, así como a asistentes técnicos particulares y técnicos de las unidades municipales de asistencia técnica, Úmata, de las localidades en donde están sembrados los experimentos.

6. RESULTADOS

6.1. EXPERIMENTO No. 1.

6.1.1. Rendimiento total promedio en ton./ha. de las dos variedades de yuca en las dos localidades.

El análisis de varianza indica que hubo diferencia significativa para tratamientos en las dos variedades de yuca ($P < 0.05$), en las dos localidades.

La Tabla 1 muestra que en La Colorada, municipio de Pivijay, el mayor rendimiento en la variedad Venezolana se presentó en el tratamiento químico de 660 kg./ha. de 15-14-15 y 330 kg./ha. de 15-15-15, con rendimientos de 7.23 y 5.40 kg./ha., respectivamente.

Los rendimientos más bajos se vieron en los tratamientos de mucuna y capizuna incorporadas, con producciones de 0.98 ton./ha. y 0.77 ton./ha., respectivamente.

Para la variedad de yuca ICA Negrita se observa que los mejores rendimientos se presentaron en el tratamiento químico con 660 kg./ha. de 15-15-15, 330 kg./ha. de 15-15-15, y en el de 4 ton./ha. de bovinaza, cuyas producciones fueron: 10.87, 10.41 y 8.39 ton./ha., respectivamente. El rendimiento más bajo se observó en el tratamiento de capizuna incorporada: 2.60 ton./ha.

Para la localidad de San Jaime, municipio de Los Palmitos, en la variedad Venezolana, los mejores resultados se obtuvieron en donde se aplicó el fertilizante

15-15-15 en dosis de 660 kg./ha., mulch en dosis de 12 y 6 ton./ha., mucuna incorporada, 330 kg./ha. de 15-15-15 y leucaena incorporada, con rendimientos de 12.67, 12.38, 11.16, 9.54, 9.43, y 9.08 ton./ha., respectivamente. Estos rendimientos no mostraron diferencias estadísticas con el testigo, que presentó una producción de 9.49 ton./ha.

TABLA 1.
RENDIMIENTO TOTAL PROMEDIO DE RAÍCES DE YUCA EN TON./HA. DE LAS DOS VARIETADES SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA - EXPERIMENTO No. 1 - 1996 (1)

TRATAMIENTO	LOCALIDAD			
	PIVIJAY (MAGDALENA)		LOS PALMITOS	
	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA
Bovinaza 2 ton./ha.	4.45 b	65 b	7.46 b	10.47 a
Bovinaza 4 ton./ha.	2.84 c	8.39 a	7.17 b	10.64 a
T-15 - 330 kg./ha.	5.40 a	10.41 a	9.43 a	13.88 a
T-15 - 660 kg./ha.	7.23 a	10.87 a	12.67 a	15.50 a
Mucuna incorporado	0.98 d	3.35 b	9.54 a	10.01 a
Leucaena incorporado	3.20 c	6.73 b	9.08 a	6.82 b
Capizuna incorporado	0.77 d	2.60 c	6.07 b	8.50 b
Testigo	2.76 c	4.74 b	9.49 a	11.80 a
Mulch 6 ton./ha.*	2.80 c	5.57 b	11.16 a	10.53 a
Mulch 12 ton./ha.*	3.00 c	5.73 b	12.38 a	12.03 a

* En base seco

(1): Raíces comerciales y no comerciales.

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS

Los tratamientos que presentaron los rendimientos más bajos fueron los de bovinaza (2 y 4 ton./ha.) y el de capizuna (7.46 ton./ha.): 7.17 y 6.07 ton./ha., respectivamente.

En la variedad de yuca ICA Negrita, los mejores resultados se consiguieron en los tratamientos de 660 kg./ha. de 15-15-15, 330 kg./ha. de 15-15-15 y 12 ton./ha. de mulch, 4 ton./ha. de bovinaza, 6 ton./ha. de mulch y 2 ton./ha. de bovinaza, con rendimientos de 15.50 y 10.01 ton./ha., respectivamente. Estos rendimientos no presentaron diferencias estadísticas con el tratamiento testigo, el cual dio una producción de 11.80 ton./ha.

La diferencia estadística ocurrió con los tratamientos que dieron los rendimientos más bajos, es decir, los de capizuna y leucaena incorporada, con rendimientos de 8.50 y 6.82 ton./ha., respectivamente.

6.1.2 Rendimiento comercial promedio de raíces de yuca en ton./ha. de las dos variedades en las dos localidades

Los resultados del análisis de varianza muestran que hubo diferencia significativa para tratamientos en las dos variedades de yuca ($P < 0.05$) en las dos localidades.

En la Tabla 2 se puede observar que en La Colorada, municipio de Pivijay, el mayor rendimiento de raíces comerciales de la variedad Venezolana se presentó en donde se aplicó el tratamiento químico de 660 y 330 kg. de 15-15-15/ha., con 5.31 y 4.26 ton./ha., respectivamente. Los tratamientos que presentaron el rendimiento más bajo de raíces comerciales fueron los de la leucaena y capizuna incorporada: 0.50 y 0.32 ton./ha., respectivamente.

Para la variedad de yuca ICA-Negrta también se observa que el mayor rendimiento de raíces comerciales se obtuvo en el tratamiento químico con dosis de 330 y 660 kg. de 15-15-15/ha., con 9.13 y 8.90 ton./ha., respectivamente. Estos rendimientos fueron estadísticamente diferentes del resto de los tratamientos. La producción se consiguió en los tratamientos testigo, mucuna y capizuna incorporada: 3.81, 2.65 y 1.88 ton./ha., respectivamente.

Con relación a los rendimientos comerciales de las dos variedades de yuca en la localidad de San Jaime, municipio de Los Palmitos, se puede apreciar

TABLA 2.
RENDIMIENTO COMERCIAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA
DE DOS VARIEDADES SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA
- EXPERIMENTO No. 1 - 1996 -

TRATAMIENTO	LOCALIDAD			
	PIVIJAY (MAGDALENA)		LOS PALMITOS	
	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA
Bovinaza 2 ton./ha	5.38 a	5.72 b	6.65 b	6.82 b
Bovinaza 4 ton./ha.	2.05 b	6.47 b	5.55 c	8.33 b
T-15 - 330 kg./ha.	4.26 a	9.13 a	7.40 a	11.80 a
T-15 - 660 kg./ha.	5.31 a	8.90 aa	11.11 a	12.73 a
Mucuna incorporado	0.50 c	2.65 c	7.87 a	7.34 b
Leucaena incorporado	2.05 b	5.34 b	7.81 a	3.93 c
Capizuna incorporado	0.32 c	1.88 d	4.28 c	5.03 b
Testigo	1.83 b	3.81 c	8.10 a	8.79 b
Mulch 6 ton./ha.*	2.19 b	4.53 b	8.62 a	7.52 b
Mulch 12 ton./ha.*	2.19 b	4.51 b	10.76 a	9.83 a

* En base seco. Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

que en la variedad Venezolana los mayores rendimientos comerciales se dieron en los tratamientos de 660 kg./ha. de 15-15-15, 12 ton./ha. de mulch, 6 ton./ha. de mulch, mucuna incorporada, leucaena incorporada y 330 kg./ha. de 15-15-15, con producciones promedias de 11.11, 10.76, 8.62, 7.87, y 7.40 ton./ha., respectivamente. Estos resultados no mostraron diferencia estadística con el testigo, que dio una producción de 8.10 ton./ha. Los tratamientos que arrojaron los rendimientos más bajos fueron los de bovinaza (4 ton./ha.) y capizuna incorporado, con 5.55 y 4.28 ton./ha., respectivamente.

Para la variedad ICA Negrita se aprecia que los mayores rendimientos de raíces comerciales se obtuvieron en los tratamientos químicos de 660 y 330 kg./ha. de 15-15-15 y el de 12 ton./ha. de mulch, con 12.73, 11.80 y 9.83 ton./ha., respectivamente. Estos resultados difieren estadísticamente con los de los demás tratamientos. El rendimiento más bajo de raíces comerciales los dio el tratamiento de capizuna incorporado: 3.93 ton./ha.

6.1.3. Rendimiento promedio de maíz en ton./ha., sembrado en intercalamiento con yuca, en dos localidades de la Costa Atlántica.

Los resultados indican que se presentó diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$) entre variedades en cada una de las localidades (Tabla 3).

En Pivijay, los mayores promedios de rendimientos de maíz intercalado con yuca se obtuvieron en los tratamientos en los cuales se aplicó: triple 15, en dosis de 330 y 660 kg./ha. Estos rendimientos presentaron diferencias estadísticas con los demás tratamientos.

En los tratamientos de mucuna y capizuna incorporado, el maíz no dio producción en las dos variedades de yuca, debido a que este fue afectado por la competencia que ejercieron las leguminosas sobre la planta de maíz.

Para la localidad de Los Palmitos, se aprecia que el mejor rendimiento de maíz intercalado con la variedad yuca Venezolana, lo presentó el tratamiento de mucuna incorporada, pero mostró diferencia estadística con los tratamientos de triple 15, en dosis de 660 kg./ha. y mulch, en dosis de 12 ton./ha., con rendimientos promedios de 1.47, 1.35 y 1.05 ton./ha., respectivamente.

El tratamiento que ofreció el rendimiento más bajo de maíz fue el de mulch, en dosis de 6 ton./ha: 0.76 ton./ha.

En la variedad de ICA Negrita se observaron los mejores rendimientos de maíz en los tratamientos de 330 kg./ha. de triple 15, 660 kg./ha. de triple 15, mucuna incorporada, 12 ton./ha. de mulch, 4 ton./ha. de bovinaza, 2 ton./ha. de bovinaza, testigo, mulch 6 ton./ha., los cuales presentaron diferencia significativa con capizuna y leucaena incorporadas.

TABLA 3.
RENDIMIENTO PROMEDIO DE MAÍZ EN TON./HA. SEMBRADO EN INTERCALAMIENTO CON YUCA
EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA
- EXPERIMENTO No.1 - 1996

TRATAMIENTO	LOCALIDAD			
	PIVIJAY (Magdalena)		LOS PALMITOS (Sucre)	
	VENEZOLANA	ICA NEGRITA	VENEZOLANA	ICA NEGRITA
Bovinza 2 ton./ha.	0.12 bc	0.08 cd	1.04 bc	0.76 ab
Bovinza 4 ton./ha.	0.04 cd	0.07 cd	0.99 bc	0.85 ab
330 kg./ha. de 15-15-15	0.88 a	0.93 a	1.02 bc	1.17 a
660 kg./ha. de 15-15-15	0.84 a	0.97 a	1.35 ab	1.05 ab
Mucuna incorporado	0.00 d	0.00 d	1.47 a	0.94 ab
Leucaena incorporado	0.15 b	0.22 b	1.00 bc	0.60 b
Capizuna incorporado	0.00 d	0.00 d	0.97 bc	0.53 b
Testigo	0.18 b	0.16 bc	1.01 bc	0.72 ab
Mulch 6 ton./ha.	0.16 b	0.19 bc	0.76 c	0.68 ab
Mulch 12 ton./ha.	0.19 b	0.22 b	1.05 ab	0.91 ab

6.1.4. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre la fertilidad del suelo.

La Tabla 4 contiene los resultados de los análisis químicos de los suelos de las dos localidades, antes de sembrar el cultivo. Estos resultados muestran que los suelos de La Colorada (Pivijay) son de fertilidad baja, mientras que los de San Jaime (Los Palmitos) son de fertilidad media.

En las tablas 5 y 6 se aprecian los resultados de los análisis de suelos después de cosechado el cultivo, los cuales muestran que hubo un comportamiento muy similar en ambas localidades, presentándose un incremento de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y potasio en los tratamientos en los cuales se aplicó bovinaza en dosis de 2 y 4 ton./ha., mucuna, leucaena y capizuna incorporada y mulch en dosis de 6 y 12 ton./ha.

El pH presenta una tendencia a disminuir en todos los tratamientos; sin embargo, se observa que hay una tendencia a una mayor disminución donde se aplicaron los abonos orgánicos. Para el tratamiento testigo (sin fertilización), se observa una disminución, en ambas localidades, del contenido de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y potasio. Lo anterior permite confirmar que estos suelos van perdiendo su fertilidad potencial a través del tiempo, con la siembra de cultivos.

TABLA 4.
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS ANTES DE SEMBRAR EL CULTIVO
EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA.
EXPERIMENTO No. 1 - 1996.

CARACTERÍSTICAS	LOCALIDADES	
	PIVIJAY (Magdalena)	LOS PALMITOS (Sucre)
Textura	A	Ar
PH	7.3	7.2
M.O.%	0.42	2.27
P(ppm)	5.8	16.4
Ca meq/100 g	1.68	27.0
Mg meq /100 g	0.18	13.84
K meq/100 g	0.13	0.46
Na meq/100 g	0.17	0.68
C.E. dSm	1.56	1.52
PSI	7.87	1.62

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 5% para DMS.

El aumento de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y potasio en los tratamientos en los cuales se aplicaron bovinaza, leguminosas incorporadas y mulch, permiten confirmar que estos abonos pueden servir para incrementar el contenido de algunos nutrientes en el suelo; además, que mejoran la estructura y la capacidad de retención de humedad del mismo, lo cual va a permitir un mejor aprovechamiento de los nutrientes y del agua por parte de la planta. Todos estos aspectos facilitan mantener y mejorar la fertilidad potencial de estos suelos.

TABLA 5.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DESPUÉS DE COSECHADAS LAS DOS VARIETADES DE YUCA EN UN SUELO DE LOS PALMITOS, SUCRE - EXPERIMENTO No. 1 - 1996.

TRATAMIENTO	pH	% M.O	Ppm P	meq/100 gr. de suelo			
				Ca	Mg	K	Na
Bovinaza 2 ton./ha.	7.0 b	2.4 bc	16 cd	35 a	18 a	0.63 a	0.75 b
Bovinaza 4 ton./ha.	7.0 b	2.3 cd	15 de	32 b	15 bc	0.58 ab	0.53 d
Triple 15-15-15 – 330 kg./ha.	7.2 a	2.1 de	13 ef	16 f	11 d	0.35 d	0.59 c
Triple 15-15-15 – 660 kg./ha	7.2 a	2.1 de	10 g	28 d	17 ab	0.33 d	0.55 cd
Mucuna incorporada	7.0 b	2.6 ab	14 de	27 d	16 ab	0.52 b	0.57 cd
Leucaena incorporada	7.1 ab	2.4 bc	14 de	29 cd	11 d	0.43 c	0.60 c
Capizuna incorporada	7.1 ab	2.3 cd	20 b	31 bc	14 c	0.60 a	0.74 b
Testigo	7.1 ab	1.6 f	11 gf	22 e	10 d	0.28 d	0.83 a
Mulch 6 ton./ha.	7.1 ab	2.8 a	23 a	14 f	15 bc	0.62 a	0.71 b
Mulch 12 ton./ha.	7.0 b	2.4 bc	18 bc	33 b	19 a	0.60 a	0.57 cd
Condición inicial	7.3	2.27	16.4	27	13.8	0.46	0.68

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

TABLA 6.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DESPUÉS DE COSECHADAS LAS DOS VARIETADES DE YUCA EN UN SUELO DE PIVIJAY, MAGDALENA - EXPERIMENTO No. 1 - 1996.

TRATAMIENTO	pH	% M.O	Ppm P	meq/100 gr. de suelo			
				Ca	Mg	K	Na
Bovinaza 2 ton./ha.	7.1 a	0.69 a	7.2 ef	1.7 cd	0.20 a	0.25 aa	0.17 bc
Bovinaza 4 ton./ha.	7.1 a	0.81 a	15 a	1.8 cd	0.22 a	0.21 ab	0.19 bc
Triple 15-15-15 – 330 kg./ha.	7.2 ab	0.48 b	6.7 ef	1.7 cd	0.15 a	0.11 bc	0.22 bc
Triple 15-15-15 – 660 kg./ha	7.1 bc	0.46 b	6.7 ef	2.5 a	0.22 a	0.17 abc	0.19 bc
Mucuna incorporada	7.0 bc	0.73 a	13 b	1.9 bc	0.20 a	0.16 abc	0.17 bc
Leucaena incorporada	7.0 bc	0.69 a	11 bc	1.5 de	0.16 a	0.16 abc	0.15 bc
Capizuna incorporada	7.0 bc	0.70 a	8.4 de	2.2 ba	0.15 a	0.17 abc	0.15 bc
Testigo	7.1 bc	0.47 b	5.1 f	1.2 e	0.15 a	0.08 c	0.17 bc
Mulch 6 ton./ha.	6.8 d	0.70 a	6.1 f	1.7 cd	0.18 a	0.14 abc	0.24 a
Mulch 12 ton./ha.	7.0 bc	0.73 a	10 cd	1.4 de	0.16 a	0.18 abc	0.15 bc
Condición inicial	7.3	0.6	5.8	1.68	0.18	0.13	0.17

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

6.1.5. Densidad aparente

Los valores de la densidad aparente (Tabla 7), muestran que en La Colorada (Pivijay) los suelos presentan valores que oscilan entre 1.67 y 1.76 g/cm³, considerados como normales para suelos arenosos; sin embargo, estos valores pueden causar restricciones en el crecimiento de las raíces.

Para la localidad de San Jaime (Los Palmitos). Los suelos, antes de sembrar el cultivo, presentan valores que están en rangos más o menos normales, excepto el de los tratamientos con abono químico en dosis de 330 kg./ha. de 15-15-15 y 660 kg./ha. de 15-15-15, con densidades de 1.59 g/cm³ respectivamente. Estos valores pueden ser considerados como altos para este tipo de suelos.

Al comparar los valores de densidad aparente antes de sembrar el cultivo en las dos localidades (Tabla 7), con los valores después de cosechado el cultivo (Tabla 8), es notoria la disminución de la densidad aparente respecto a la obtenida inicialmente en donde se aplicaron los tratamientos de bovinaza, leguminosas incorporadas y mulch. Dicha disminución se puede atribuir al aporte de materia orgánica y a la influencia que tienen las raíces al tratar de vencer la diferencia de las capas compactadas. Los tratamientos, testigo y el químico tuvieron una leve disminución de la densidad aparente.

TABLA 7.
VALORES DE DENSIDAD APARENTE EN G/CM³ EN DOS LOCALIDADES
DE LA COSTA ATLÁNTICA, ANTES DE SEMBRAR EL CULTIVO -
EXPERIMENTO No. 1 – 1996

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD (cm)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	
		LOCALIDAD	
		PIVIJAY (Magdalena)	LOS PALMITOS (Sucre)
Bovinaza 2 ton./ha.	0-30	1.76	1.50
Bovinaza 4 ton./ha.	0-30	1.72	1.30
330 kg./ha. 15-15-15	0-30	1.70	1.59
660 kg./ha. 15-15-15	0-30	1.67	1.74
Mucuna incorporado	0-30	1.79	1.30
Leucaena incorporado	0-30	1.74	1.40
Capizuna incorporado	0-30	1.75	1.30
Testigo	0-30	1.71	1.40
6 ton. de mulch/ha.	0-30	1.69	1.29
12 ton. de mulch/ha.	0-30	1.70	1.40

TABLA 8.
VALORES PROMEDIO DE DENSIDAD APARENTE EN G/CM³ EN DOS LOCALIDADES
DE LA COSTA ATLÁNTICA, DESPUÉS DE COSECHADO EL CULTIVO.
EXPERIMENTO No. 1 - 1996

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD (cm)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	
		LOCALIDAD	
		PIVIJAY (Magdalena)	LOS PALMITOS (Sucre)
Bovinaza 2 ton./ha.	0-30	1.67	1.19
Bovinaza 4 ton./ha.	0-30	1.60	1.20
330 kg./ha. 15-15-15	0-30	1.67	1.41
660 kg./ha. 15-15-15	0-30	1.60	1.25
Mucuna incorporado	0-30	1.79	1.09
Leucaena incorporado	0-30	1.68	1.25
Capizuna incorporado	0-30	1.66	1.27
Testigo	0-30	1.70	1.38
6 ton. de mulch/ha.	0-30	1.67	1.19
12 ton. de mulch/ha.	0-30	1.68	1.18

6.2. EXPERIMENTO No. 2

6.2.1. Rendimiento total promedio en ton./ha. de las dos variedades de yuca en las tres localidades

El análisis de varianza mostró que solamente se presentó diferencia significativa para tratamientos ($P < 0.05$) en La Colorada (Pivijay), en las dos variedades de yuca, así como en las localidades de San Jaime (Los Palmitos) y Plato, en la variedad ICA Negrita.

La Tabla 9 señala que en La Colorada, el mejor rendimiento de la variedad Venezolana lo dio el tratamiento de *Erythrina*, con 6.5 ton./ha. Sin embargo, este rendimiento no presentó una diferencia significativa con el testigo, que ofreció un rendimiento de 4.6 ton./ha., pero sí presentó una diferencia significativa con los tratamientos de coberturas vivas de mucuna, capizuna y guandul, con 3.9, 3.2y 2.9 ton./ha., respectivamente.

Para la variedad ICA Negrita se observa una diferencia significativa entre el tratamiento de *Erythrina*, con 11.1 ton./ha., y el de cobertura viva de capizuna, con 6.24 ton./ha. No se presentó diferencia estadística con los demás tratamientos.

Para la localidad de Plato, en la variedad ICA Negrita, se aprecia una diferencia estadística entre los tratamientos de cobertura viva de guandul, rotación Y/Mz, coberturas vivas de *Gliricidia* y *Erythrina*, con rendimientos totales de 15.4, 14.2, 13.0, y 12.6 ton./ha., respectivamente, frente a los tratamientos testigo y capizuna, que dieron los rendimientos más bajos: 10.5 y 9.3 ton./ha., respectivamente.

En San Jaime, no se encontró diferencia estadística para los promedios de los rendimientos de la variedad Venezolana, pero sí en la ICA Negrita, entre los tratamientos de cobertura viva de guandul, rotación Y/Mz=caupí, *Erythrina*, testigo y *Gliricidia*, cobertura viva de capizuna y mucuna.

TABLA 9.
RENDIMIENTO TOTAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA DE DOS VARIETADES SEMBRADAS EN TRES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA - EXPERIMENTO No. 2 - 1996⁽¹⁾

TRATAMIENTO	LOCALIDAD					
	PIVIJAY (Magdalena)		PLATO (Magdalena)		LOS PALMITOS (Sucre)	
	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA
Gliricida	4.4 ab	7.28 ab	10.9 a	14.2 a	8.5 a	7.11 a
Testigo	4.6 ab	9.54 ab	15.1 a	10.5 b	7.2 a	8.8 a
Cobertura viva de mucuna	3.9 b	7.63 ab	12.3 a	12.6 a	6.5 a	4.8 b
Cobertura viva de capizuna	3.2 b	6.24 b	10.4 a	9.3 b	7.4 a	5.2 b
Cobertura viva de guandul	2.9 b	10.4 ab	12.1 a	15.4 a	9.5 a	10.2 a
Rotación Y//Mz=Caupí	4.4 ab	9.0 ab	12.4 a	15.4 a	8.5 a	9.0 a
Erythrina	6.5 a	11.1 a	12.3 a	13.0 a	6.9 a	8.8 a

(1) Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

Como se puede apreciar, la variedad Venezolana fue la que mostró los rendimientos más bajos en La Colorada, debido al fuerte ataque de bacteriosis. En las demás localidades, esta variedad se comportó mejor.

Un análisis general permite deducir que en algunas localidades las alternativas de fertilización no superaron al testigo en las dos variedades de yuca. Sin embargo, es importante aclarar que los tratamientos que se están utilizando son coberturas vivas, cuyo material vegetal se va depositando en el suelo para ser descompuesto por los microorganismos del mismo, por lo que su acción como abono y mejorador de las propiedades física, química y biológica del suelo sólo se podrá ver a través del tiempo.

Si se hace un análisis combinado del rendimiento total de raíces de yuca, no se halla diferencia significativa para variedades en cada una de las localidades, ni entre las tres localidades, pero sí para tratamientos en las localidades y entre las localidades.

En la Tabla 10 se puede observar el promedio de los rendimientos para tratamientos en las tres localidades.

TABLA 10.
RENDIMIENTO TOTAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA
PARA TRATAMIENTOS EN LAS TRES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA
- EXPERIMENTO No. 2 1996 ⁽¹⁾

TRATAMIENTO	PROMEDIOS
Gliricidia	8.94 abc
Testigo	8.82 abc
Cobertura viva de mucuna	7.62 bc
Cobertura viva de capizuna	7.25 c
Cobertura viva de guandul	10.3 a
Rotación Y/Mz-caupí	10.0 ab
Erythrina	8.92 abc

(1) Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 5% para DMS.

Al analizar estos resultados, se puede apreciar que el tratamiento de mejor comportamiento en las tres localidades fue el de cobertura viva guandul (10.3 ton./ha.), que mostró diferencia significativa con cobertura viva de mucuna y capizuna, con 7.62 y 7.25 ton./ha.; con los otros tratamientos no presentó diferencia significativa.

Se aprecia una diferencia significativa entre Plato, con 10.8 ton./ha. y las localidades de Palmitos y Pivijay, con rendimientos promedios de 9.15 y 6.65 ton./ha., respectivamente.

6.2.2. Rendimiento comercial promedio en ton./ha. de las dos variedades de yuca en las tres localidades.

Al hacer el análisis de varianza se encontró diferencia significativa para tratamientos ($P < 0.05$) en las dos variedades, en La Colorada y en el municipio de Plato. En San Jaime, solamente se presentó diferencia significativa en la variedad de ICA Negrita.

En la Tabla 11 se puede apreciar que en Pivijay, para la variedad Venezolana se dio una diferencia significativa entre el tratamiento de *Erythrina*, 5.2 ton./ha. de raíces comerciales y los tratamientos de coberturas vivas de mucuna, capizuna y guandul, con rendimientos de raíces comerciales de 2.7 y 2.0 ton./ha. de raíces comerciales respectivamente. Los demás tratamientos presentaron un comportamiento muy similar al del mejor tratamiento, que fue el de *Erythrina*.

TABLA 11.
RENDIMIENTO COMERCIAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA
DE DOS VARIETADES SEMBRADAS EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA
– EXPERIMENTO No. 2 – 1966 ⁽¹⁾

TRATAMIENTO	LOCALIDAD					
	PIVIJAY (Magdalena)		PLATO (Magdalena)		LOS PALMITOS (Sucre)	
	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA
Gliricida	3.9ab	5.0 b	8.6 b	11.4 a	5.20 a	7.1 ab
Testigo	3.5 ab	7.9 ab	13.3 a	7.8 b	4.59 a	8.85 a
Cobertura viva de mucuna	2.7 b	5.7 ab	9.8 ab	8.3 ab	3.72 a	4.85 b
Cobertura viva de capizuna	2.2 b	4.6 b	7.6 b	4.1 c	3.90 a	6.51 b
Cobertura viva de guandul	2.0 b	8.1 ab	10.5 ab	8.8 ab	5.60 a	10.23 a
Rotación Y//Mz=Caupí	3.4 ab	6.2 ab	10.0 ab	6.2 ab	5.81 a	9.02 a
<i>Erythrina</i>	5.2 a	9.1 a	10.2 ab	9.3 a	3.72 a	7.81 a

(1) Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

Para la variedad ICA Negrita también se observa que el mejor rendimiento de raíces comerciales se obtuvo en el tratamiento con *Erythrina*, con una producción de 9 ton./ha., el cual presentó diferencia significativa con los tratamientos de *Gliricidia* y cobertura viva de capizuna, con rendimientos comerciales de 5.0 y 4.6 ton./ha. de raíces comerciales, respectivamente. Los demás tratamientos mostraron un comportamiento muy similar al de *Erythrina*, que fue el mejor.

En Plato, se aprecia que en la variedad Venezolana el tratamiento de mejor rendimiento de raíces comerciales fue el testigo (13.3 ton./ha.), el cual presentó diferencia significativa con los tratamientos de *Gliricidia* y cobertura viva de guandul, con rendimientos de raíces comerciales de 8.6 y 7.6 ton./ha., respectivamente. Los demás tratamientos tuvieron un comportamiento muy similar, pues no presentan diferencia significativa con el mejor tratamiento, que fue el testigo.

En la variedad de yuca ICA Negrita, los mejores rendimientos de raíces comerciales se dieron en los tratamientos de *Gliricidia* y *Erythrina*, con

producciones de 11.4 y 9.3 ton./ha., respectivamente. Estos rendimientos difieren estadísticamente con los tratamientos testigo, rotación Y/Mz-caupí y cobertura viva de capizuna, cuyos rendimientos comerciales fueron de 7.8, 6.2, y 4.1 ton./ha., respectivamente. Los demás tratamientos mostraron un comportamiento muy similar, al no presentar diferencia significativa con los mejores tratamientos, que fueron *Gliricidia* y *Erythrina*.

Para San Jaime con la variedad Venezolana no se encontró diferencia significativa entre tratamiento para rendimientos comerciales de raíces de yuca.

En cuanto a la variedad ICA Negrita, se observa que los tratamientos que presentaron los mejores rendimientos de raíces comerciales fueron los de cobertura viva de guandul, rotación Y/Mz=caupí, testigo y *Erythrina*, con rendimientos comerciales de 10.23, 9.02, 8.85, y 7.81 ton./ha. respectivamente. Estos tratamientos presentaron diferencia significativa con los de cobertura viva de capizuna y mucuna, con rendimientos comerciales de 6.51 y 4.85 ton./ha. respectivamente. El tratamiento de *Erythrina* exhibió un comportamiento muy similar al de los mejores.

Al hacer un análisis de los resultados de los rendimientos de raíces comerciales, se aprecia que la variedad Venezolana es la que muestra el rendimiento más bajo en las localidades de La Colorada y en San Jaime.

Los resultados también indican que el tratamiento testigo presentó un buen comportamiento en todas las localidades con las dos variedades, excepto el del testigo de la variedad ICA Negrita, de la localidad de Plato, que fue el que dio el rendimiento de raíces comerciales más bajo. Sin embargo, como se comentó en el acápite anterior, el efecto positivo de los tratamientos propuestos se verá a través del tiempo, cuando sea degradado el material vegetal por los microorganismos del suelo, fertilizándolo paulatinamente.

El análisis combinado para rendimiento comercial de raíces de yuca no mostró diferencia significativa para las variedades en cada una de las localidades, como tampoco entre las tres localidades, pero sí una diferencia estadística en los tratamientos en Los Palmitos y Pivijay. En la localidad de Plato no se encontró diferencia estadística. El análisis combinado para los tratamientos en conjunto en las tres localidades arrojó diferencia significativa. En la Tabla 12 se puede apreciar el promedio de los rendimientos para tratamientos en las tres localidades.

Los resultados muestran que el mejor tratamiento resultó ser el de cobertura viva de guandul (7.81 ton./ha.), el cual presentó diferencia significativa con el de cobertura viva de capizuna, cuya producción fue de 5.11 ton./ha., pero no con el resto de los tratamientos.

TABLA 12.
RENDIMIENTO COMERCIAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA
PARA TRATAMIENTOS EN LAS TRES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA
- EXPERIMENTO No. 2 1996⁽¹⁾

Gliricidia	6.75 abc
Testigo	6.65 abc
Cobertura viva de mucuna	5.51 bc
Cobertura viva de capizuna	5.11 c
Cobertura viva de guandul	7.81 a
Rotación Y/Mz-caupí	7.42 ab
Erythrina	6.75 abc

(1) Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 5% para DMS.

Para las localidades en conjunto, se observa que Plato fue la que presentó los mejores rendimientos comerciales: 8.32 ton./ha., que difieren estadísticamente con los de Los Palmitos y Pivijay, los cuales dieron los rendimientos comerciales de 6.31 y 5.19 ton./ha., respectivamente.

Lo anterior está indicando que de las tres localidades, la que ofrece los suelos con mejor fertilidad potencial es Plato. Los rendimientos comerciales de Pivijay permiten confirmar que sus bajas producciones se deben a la baja fertilidad de los suelos.

6.2.3. Rendimiento promedio de maíz en ton./ha. en intercalamiento con yuca en tres localidades de la Costa Atlántica.

La Tabla 13, muestra los resultados de los rendimientos de maíz en cada una de las tres localidades en intercalamiento con las dos variedades de yuca. Los resultados indican que solamente se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos en la localidad de Plato.

El mejor rendimiento promedio de maíz en la variedad Venezolana se obtuvo en el tratamiento de *Gliricidia*: 1.06 ton./ha., el cual presentó diferencia significativa con los tratamientos rotación Y/Mz=caupí, *Erythrina* y el testigo, con producciones de maíz de 0.79, 0.8, y 0.44 ton./ha., respectivamente. Con los demás tratamientos no presentó diferencia estadística.

TABLA 13.
RENDIMIENTO PROMEDIO DE MAÍZ EN TON./HA., EN INTERCALAMIENTO CON YUCA
EN TRES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA.
EXPERIMENTO No. 2. 1996.

TRATAMIENTO	LOCALIDAD					
	PIVIJAY (Magdalena)		PLATO (Magdalena)		LOS PALMITOS (Sucre)	
	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA	VENEZOLANA	ICA-NEGRITA
Gliricida	0.24 a	0.04 a	1.06 a	0.76 ab	0.35 a	0.53 a
Testigo	0.26 a	0.21 a	0.44 c	0.52 b	0.54 a	0.66 a
Cobertura viva de mucuna	0.38 a	0.23 a	0.96 ab	0.98 ab	0.51 a	0.60 a
Cobertura viva de capizuna	0.00 a	0.07 a	0.96 ab	1.11 a	0.53 a	0.68 a
Cobertura viva de guandul	0.05 a	0.00 a	0.83 ab	0.82 ab	0.77 a	0.69 a
Rotación Y//Mz=Caupí	0.41 a	0.35 a	0.79 b	0.81 ab	0.43 a	0.50 a
Erythrina	0.19 a	0.11 a	0.81 b	0.89 ab	0.35 a	0.41 a

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

En la variedad de yuca ICA Negrita, el tratamiento de mejores rendimientos promedios de maíz fue el de cobertura viva de capizuna (1.11 ton./ha), que presentó diferencia significativa con el testigo y dio rendimientos promedios de 0.52 ton./ha. Con los demás tratamientos no se observó diferencia estadística.

6.2.4. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre la fertilidad de los suelos.

La Tabla 14 indica los resultados de los análisis químicos de los suelos que se realizaron en cada una de las localidades antes de sembrar las dos variedades de yuca (ICA-Negrita y Venezolana) y el maíz.

TABLA 14.
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS ANTES DE SEMBRAR EL CULTIVO
EN TRES LOCALIDADES DE LAS COSTA ATLÁNTICA.
EXPERIMENTO No. 2 - 1996

CARACTERÍSTICAS	LOCALIDAD		
	PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	LOS PALMITOS (Sucre)
Textura	A	Ar	Ar
PH	7.3	7.4	7.5
M.O. %	0.6	2.1	2.3
P (ppm)	5.5	6.4	36
Ca meq/100 g	1.4	18.5	32.5
Mg meq/100 g	0.16	5.2	10.3
K meq/100 g	0.14	0.23	0.56
Na meq/100 g	0.13	0.32	0.44
C.E. dSm	1.1	1.52	2.3
P.S.I	7.1	1.4	1

Como se puede apreciar, el suelo que muestra la fertilidad más baja es el de Pivijay, mientras que los de Plato y Los Palmitos tienen una fertilidad media.

En las Tablas 15, 16 y 17 se revelan los resultados de los análisis de suelos después de cosechado el cultivo. Se puede observar que para el pH se presenta una tendencia a disminuir en Pivijay y Plato, mientras que en Los Palmitos exhibe una condición más o menos estable.

TABLA 15.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DESPUÉS DE COSECHADAS LAS DOS VARIETADES DE YUCA EN UN SUELO DE PLATO, MAGDALENA - EXPERIMENTO No. 2 - 1996

TRATAMIENTO	pH	% M.O	Ppm P	meq/100 gr. de suelo			
				Ca	Mg	K	Na
Gliricidia	7.2 b	3.35 a	10.1 a	19 c	7.0 c	0.38 ab	0.41 a
Testigo	7.4 a	1.83 e	5.76 e	17 d	5.5 f	0.21 d	0.40 ab
Mucuna incorporado	7.2 b	3.11 b	7.58 c	27 a	9.5 a	0.40 a	0.28 d
Capizuna incorporado	7.2 ab	3.06 bc	6.18 d	20 c	7.7 b	0.31 c	0.40 ab
Guandul incorporado	7.2 b	2.88 c	6.33 d	20 c	6.6 de	0.31 c	0.34 bcd
Rotación y//mz = Caupí	7.2 b	2.63 d	5.95 de	23 b	6.4 e	0.20 d	0.31 cd
Erythrina	7.0 c	3.21 ab	8.76 b	24 b	6.7 d	0.32 bc	0.36 abc
Condición inicial	7.4	2.1	6.4	18.5	6.8	0.28	0.43

Los resultados muestran que hay un aumento de la materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y potasio en todas las localidades, con las alternativas de fertilización utilizadas. El tratamiento testigo presentó una disminución en los contenidos de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y potasio en todas las localidades.

TABLA 16.

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DESPUÉS DE COSECHADAS LAS DOS VARIETADES DE YUCA EN UN SUELO DE LOS PALMITOS, SUCRE - EXPERIMENTO No. 2 - 1996

TRATAMIENTO	pH	% M.O	Ppm P	meq/100 gr. de suelo			
				Ca	Mg	K	Na
Gliricidia	7.3 a	2.60 bc	29 d	32 c	12 b	1.3 a	0.5 a
Testigo	7.5 a	2.01 d	30 d	23 e	10 b	0.6 bc	0.8 a
Mucuna incorporado	7.4 a	2.55 bc	54 a	31 cd	9.9 b	0.6 bc	0.5 a
Capizuna incorporado	7.3 a	2.61 b	39 c	37 a	10 b	0.6 bc	1.7 a
Guandul incorporado	7.3 a	2.50 bc	51 ab	35 b	17 a	0.6 bc	1.7 a
Rotación y//mz = caupí	7.4 a	2.48 c	49 b	31 cd	12 b	0.5 c	0.5 a
Erythrina	7.3 a	2.78 a	25 e	30 d	11 b	0.6 bc	0.4 a
Condición inicial	7.5	2.3	36	32	10.3	0.56	0.8

TABLA 17.
EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DESPUÉS
DE COSECHADAS LAS DOS VARIEDADES DE YUCA EN UN SUELO DE PIVIJAY, MAGDALENA
- EXPERIMENTO No. 2 - 1996

TRATAMIENTO	pH	% M.O	Ppm P	meq/100 gr. de suelo			
				Ca	Mg	K	Na
Gliricidia	7.2 b	0.75 b	8.1 a	1.5 d	0.3	0.20 a	1.5 a
Testigo	7.4	0.48 c	5.5 d	1.5 d	1.5 c	0.10 d	0.11 c
Mucuna incorporado	7.3 ab	0.77 b	6.1 c	1.5 d	1.6 bc	0.16 b	0.34 b
Capizuna incorporado	7.2 b	0.97 a	7.1 b	1.4 d	0.7 d	0.12 cd	0.13 c
Guandul incorporado	7.3 ab	0.77 b	7.0 b	1.8 c	1.7 a	0.15 bc	0.17 bc
Rotación y//mz = caupí	7.2 b	0.45 c	7.2 b	2.2 b	2.2 a	0.12 cd	0.19 bc
Erythrina	7.3 ab	0.84 ab	8.3 a	2.4 a	0.3 e	0.16 b	0.2 bc
Condición inicial	7.3	0.6	6.5	1.8	0.16	0.14	0.20

Lo anterior permite confirmar que estos suelos pueden perder su potencial productivo al ir presentándose una disminución de ciertos nutrientes como nitrógeno, calcio, magnesio, potasio y fósforo, por la extracción «antrópica» que van haciendo estos cultivos.

El aumento de materia orgánica que presentan los suelos en donde se aplicaron las alternativas de fertilización en las diferentes localidades puede servir para incrementar el potencial productivo, al ir mejorando el aporte de ciertos nutrientes e ir también mejorando algunas propiedades físicas de los suelos, lo cual va a servir para un mejor aprovechamiento de nutrientes por parte de las plantas.

6.2.5. Densidad aparente

En la Tabla 18 se muestran los valores de densidad aparente que se tomaron en las tres localidades antes de sembrar el cultivo. En La Colorada, se presentan valores que pueden causar restricción en el crecimiento de las raíces; sin embargo, estos valores están dentro del rango para suelos arenosos.

En Plato y San Jaime, se encontraron valores que sobrepasan el rango normal de densidad aparente para suelos arcillosos (1.63 g./cm³). Los suelos que presentan densidades por encima de esos valores pueden causar restricción en el crecimiento de las raíces.

TABLA 18.
VALORES DE DENSIDAD APARENTE EN G./CM³ EN TRES LOCALIDADES DE LA COSTA
ANTES DE SEMBRAR EL CULTIVO
- EXPERIMENTO No. 2 - 1996

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD (cm)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		
		LOCALIDAD		
		PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	LOS PALMITOS (Sucre)
Gliricidia	0-30	1.69	1.21	1.59
Testigo	0-30	1.75	1.36	1.74
Cobertura viva de mucuna	0-30	1.74	1.68	1.29
Cobertura viva de Capizuna	0-30	1.72	1.61	1.46
Cobertura viva de Guandul	0-30	1.69	1.38	1.60
Rotación Y//Mz = Caupí	0-30	1.71	1.45	1.71
Erythrina	0-30	1.73	1.60	1.61

Al comparar los valores de densidad aparente antes de sembrar el cultivo en las tres localidades (Tabla 18), con los valores después de cosechado (Tabla 19), se observa que hay una disminución de la densidad aparente en donde se aplicaron los tratamientos de las coberturas. También se aprecia una leve disminución en el testigo y en el tratamiento de rotación Y/Mz=caupí, lo cual es normal, debido a la influencia que ejercen las raíces para vencer la diferencia de capas compactadas.

TABLA 19.
VALORES PROMEDIO DE DENSIDAD APARENTE EN G./CM³ EN TRES LOCALIDADES
DE LA COSTA ATLÁNTICA DESPUÉS DE COSECHADO EL CULTIVO
- EXPERIMENTO No. 2 - 1996

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD (cm)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		
		LOCALIDAD		
		PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	LOS PALMITOS (Sucre)
Gliricidia	0-30	1.65	1.10	1.31
Testigo	0-30	1.70	1.40	1.71
Cobertura viva de mucuna	0-30	1.63	1.68	1.43
Cobertura viva de Capizuna	0-30	1.72	1.30	1.01
Cobertura viva de Guandul	0-30	1.69	1.38	1.55
Rotación Y//Mz = Caupí	0-30	1.70	1.46	1.31
Erythrina	0-30	1.67	1.50	1.16

El efecto positivo de estos abonos consiste en que se presenta una disminución de la densidad aparente, aumentando la aireación del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, lo cual va a contribuir a mejorar la productividad potencial del cultivo.

6.2.6. Análisis microbiológico de suelos de los experimentos No. 1 y No. 2

Los resultados del análisis microbiológico de los suelos de las tres localidades donde se establecieron los experimentos (Pivijay, Plato y Los Palmitos) no presentaron grandes variaciones entre los diferentes tratamientos y las variedades de yuca evaluadas (ICA-Negrita y Venezolana). Los recuentos totales de microorganismos incluyeron bacterias, hongos y actinomicetos como una valoración muy importante, ya que ellos son los responsables de las principales reacciones de mineralización, reciclaje de nutrientes y degradación del material orgánico presente o adicionado al suelo, con miras a favorecer su fertilidad.

En el Experimento No. 2, se presentó un incremento en las poblaciones microbianas, en Los Palmitos, Plato y Pivijay, en los tratamientos rotación Y/ Mz=caupí, capizuna, *Erythrina* y *Gliricidia*.

Igualmente, se evaluó el comportamiento de la asociación con micorrizas de vesículo-arbusculares (MVA), ya que el fósforo es el elemento que más limita la producción de yuca en los suelos tropicales, por sus bajas concentraciones; además, se ha demostrado que la absorción de fosfatos depende de la extensión del sistema radical, de la densidad de pelos radicales y de una efectiva colonización por MVA, que ayuda a mejorar estos parámetros.

Los resultados muestran las siguientes tendencias:

- Las MVA no poseen hospederos específicos, pero se presentó una preferencia por la variedad Venezolana, puesto que el porcentaje de colonización fue mayor en todas las localidades.

- La pérdida de nutrientes en suelos arenosos por lixiviación induce a la planta a efectuar simbiosis, situación que se dio en Pivijay, en el Experimento No. 1 -variedad Venezolana-, que arrojó la mayor asociación con MVA (>No.de esporas y >% de colonización).

- En Plato, se presentó el mayor porcentaje de colonización, aunque el numero de esporas fue bajo, lo que confirma que estos dos parámetros no guardan correlación directa.

- Los bajos contenidos de fósforo podrían inducir a la planta a buscar la asociación con MVA para ayudar a suplir sus requerimientos nutricionales, demostrando esto que la yuca es altamente dependiente de la asociación en un nivel mayor del 75% para las localidades bajo estudio. La dependencia de la

asociación decrece con el incremento en las concentraciones de fósforo, Los Palmitos Experimento No. 2, variedad negra con el menor recuento de esporas y cuyas concentraciones del elemento son mayores según el análisis químico.

7. PRUEBAS DE VALIDACIÓN

7.1. RENDIMIENTO TOTAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA

Al hacer los análisis de varianza para rendimiento total de raíces, se observa que solamente presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) para tratamientos en Pivijay y Plato y Ciénaga de Oro (Córdoba).

Para determinar el mejor promedio de rendimiento en estas localidades, se realizó la prueba de DMS (Tabla 20). Para Pivijay se observa una diferencia significativa entre el tratamiento químico (330 kg./ha. 15-15-15) y el testigo, mas no con el de 12 ton./ha. de mulch. No se presentó diferencia estadística entre el testigo y el tratamiento de mulch.

TABLA 20.
RENDIMIENTO TOTAL PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA DE LA VARIEDAD EN PRUEBA DE VALIDACIÓN REALIZADA EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA 1996⁽¹⁾.

TRATAMIENTO	LOCALIDADES				
	PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	CARMEN DE BOLIVAR (Bolívar)	LOS PALMITOS (Sucre)	CIENAGA DE ORO (Córdoba)
330 kg./ha. de triple 15	11.21 a	12.83 a	11.40 a	7.73 a	19.88 b
12 ton./ha. de Mulch	9.27 ab	15.83 a	9.20 a	6.55 a	23.33 a
Testigo	5.05 b	7.72 b	9.89 a	9.83 a	17.49 b

- (1) Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.
* Los tratamientos químico y mulch fueron afectados por inundación.

El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento químico con 11.21 ton./ha., seguido de los tratamientos de 12 ton./ha. de mulch y del testigo con 9.27 ton./ha. y 5.05 ton./ha. de raíces de yuca respectivamente.

Para la localidad de Plato también se observa que se presentó diferencia estadística entre los tratamientos químico y mulch con el testigo. El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento de 12 ton./ha. de mulch con 15.83 ton./ha. de yuca, seguid del químico (330 kg./ha. de T-15) con 12.83 ton./ha. de yuca. El peor tratamiento fue el testigo con 7.72 ton./ha. de yuca.

En la localidad de Ciénaga de Oro (Córdoba) se aprecia que se presenta diferencia estadística entre los promedios de rendimiento, observándose que se presentó diferencia significativa entre el tratamiento de 12 ton de mulch/ha con el testigo más no con el químico (330 kg./ha. de 15-15-15). No se presentó diferencia estadística entre el tratamiento químico y el testigo. El mayor rendimiento raíces de yuca se registró en el tratamiento de mulch con 23.3 ton./ha., seguido de los tratamientos químicos y mulch con 19.88 ton./ha. y 17.49 ton./ha. respectivamente.

En las localidades de El Carmen de Bolívar (Bolívar), Los Palmitos (Sucre) no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

Al analizar los resultados en conjunto para las cinco localidades de los rendimientos totales, se puede apreciar que los tratamientos que presentaron el mejor comportamiento fueron los de mulch 12 ton./ha. y el químico (330 kg./ha. de T-15-15-15) con 12.62 ton./ha.. El rendimiento más bajo lo dio el testigo (Tabla 21).

TABLA 21.
PROMEDIO DE RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES DE YUCA EN TON./HA.
DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA
- 1996

330 kg./ha. de Triple 15	12.62 a
12 ton./ha. de mulch	12.87 a
Testigo	10.00 b

- (1) Promedio de 15 observaciones
Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% en la prueba DMS.

Estos resultados permiten confirmar que los mayores rendimientos se presentaron en donde se aplicaron las alternativas de fertilización. Si bien es cierto que el fertilizante químico es de más fácil disponibilidad para las plantas se observa que con la alternativa de mulch hay un comportamiento muy similar al de químico a pesar de que este tiene que sufrir un proceso de biodegradación en el suelo.

Para las localidades en conjunto se observa que el mejor comportamiento lo presentó la localidad de Ciénaga de Oro (Córdoba), lo cual dio promedios de rendimientos que difieren estadísticamente con las demás localidades (Tabla 22).

TABLA 22.
PROMEDIO DE RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES DE YUCA EN TON./HA.
DE LAS CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA - 1996

Ciénaga de Oro (Córdoba)	20.29 a
Plato (Magdalena)	12.12 b
Carmen de Bolívar (Bolívar)	10.17 bc
Pivijay (Magdalena)	8.51 c
Palmitos (Sucre)	8.05 c

(1): Promedio de 15 observaciones

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% en la prueba DMS.

La secuencia de los rendimientos promedios de cada localidad queda así:

Ciénaga de Oro (20.29), Plato (12.13), Carmen de Bolívar (10.17), Pivijay (8.5), Palmitos (8.05 ton./ha.).

7.2. RENDIMIENTOS PROMEDIO DE RAÍCES COMERCIALES DE YUCA EN TON./HA.
EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA

Los resultados indican que solamente se encontró diferencia significativa para tratamiento ($P < 0.05$) en las localidades de Pivijay y Plato (Magdalena).

La Tabla 23, muestra los promedios de rendimientos de raíces comerciales, encontrándose que en la localidad de Pivijay (Magdalena), los mayores rendimientos se presentaron en los tratamientos químicos (330 kg de 15-15-15) y 12 ton./ha. de mulch con 8.53 y 7.30 ton./ha. respectivamente.

TABLA 23.
RENDIMIENTO PROMEDIO EN TON./HA. DE RAÍCES COMERCIALES DE YUCA
DE LA VARIEDAD VENEZOLANA EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA⁽¹⁾.

TRATAMIENTO	LOCALIDADES				
	PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	CARMEN DE BOLIVAR (Bolívar)	LOS PALMITOS (Sucre)	CIENAGA DE ORO (Córdoba)
330 kg./ha. de triple 15	8.53 a	8.04 b	18.05 a	5.087 a	18.05 a
12 ton./ha. de Mulch	7.30 a	11.97 a	20.04 a	4.61 a	20.04 a
Testigo	3.83 b	6.55 b	14.81 a	6.15 a	14.81 a

(1) Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% para DMS.

El más bajo rendimiento lo dio el testigo con 3.83 ton./ha., pero no presentó diferencia significativa con el de 12 ton./ha. de mulch. Para la localidad de Plato, se aprecia que se presentó diferencia significativa entre el tratamiento de 12 ton./ha. de mulch y los tratamientos químico (330 kg./ha. de T-15) y el testigo con rendimientos de 11.97 ton./ha., 8.04 ton./ha. y 6.55 ton./ha. respectivamente. En las demás localidades no se presentó diferencia significativa.

Este comportamiento estaría indicando que los suelos de Pivijay son los que presentan los contenidos más bajo en nutrientes, de allí exista una mayor probabilidad de encontrar respuesta positiva a la fertilización con los abonos estudiados.

Al realizar el análisis de varianza en conjunto para tratamientos entre las localidades bajo estudio se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$).

En la tabla 24 se puede apreciar que los tratamientos de mulch 12 ton./ha. y el químico (330 kg./ha. de triple 15) tuvieron un comportamiento muy similar pero si presentaron diferencias significativas con el testigo.

El mayor rendimiento se registró en el tratamiento de 12 ton./ha. de mulch con 10.33 ton./ha. de raíces comerciales, seguid del tratamiento químico (330 kg./ha. de triple 15) con 9.78 ton./ha.. El tratamiento testigo fue el que presentó el rendimiento promedio de raíces comerciales más bajo con 7.95 ton./ha..

TABLA 24.

PROMEDIO DE RENDIMIENTO COMERCIAL EN TON./HA. DE RAÍCES DE YUCA DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA. 1996

330 kg./ha. de Triple 15	9.78 a
12 ton./ha. de mulch	10.33 a
Testigo	7.95 b

(1): Promedio de 15 observaciones

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% en la prueba DMS.

Este comportamiento que presentan los tratamientos de fertilizantes utilizados confirman que las alternativas de la aplicación de estos abonos fueron las que dieron los mejores rendimientos.

Para localidades en conjunto se presentó diferencia significativa, encontrándose que la localidad de Ciénaga de Oro fue la que tuvo el mejor promedio de rendimiento de raíces comerciales, este rendimiento presentó diferencia estadística con los rendimientos de raíces comerciales de las otras localidades (Tabla 25).

La secuencia de los promedios de rendimiento de raíces comerciales de las localidades se presenta así: Ciénaga de Oro (17.64), Plato (8.87), Carmen de Bolívar (8.41), Pivijay (6.57), Palmitos (5.29 ton./ha.).

TABLA 25.
PROMEDIO DE RENDIMIENTO COMERCIAL DE RAÍCES DE YUCA EN TON./HA.
DE LAS CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA - 1996

Ciénaga de Oro (Córdoba)	17.64 a
Plato (Magdalena)	8.87 b
Carmen de Bolívar (Bolívar)	8.41 bc
Pivijay (Magdalena)	6.57 cd
Palmitos (Sucre)	5.29 d

(1): Promedio de 15 observaciones

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% en la prueba DMS.

7.3 EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

En la Tabla 26 se observan los resultados de los análisis de suelo de cada una de las localidades antes de sembrar el cultivo.

Estos resultados muestran que las localidades que tienen los suelos con fertilidad baja son las de la Colorada (Pivijay) y Plato (Magdalena) y el Salao en el municipio de Ciénaga de Oro (Córdoba). Los suelos de las localidades de San Jaime en el municipio de Los Palmitos (Sucre) y Carmen de Bolívar (Bolívar), presentan una fertilidad media.

TABLA 26.
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS ANTES DE SEMBRAR EL CULTIVO
EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA 1996.

TRATAMIENTO	LOCALIDADES				
	PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	CARMEN DE BOLIVAR (Bolívar)	LOS PALMITOS (Sucre)	CIENAGA DE ORO (Córdoba)
Textura	A	Ar	Ar	Ar	F.A.
Ph	6.9	7.6	7.0	7.3	6.5
M.O. %	0.5	1.8	2.7	2.3	0.8
P (ppm)	6.7	7.3	28	38.8	18
Ca meq/g	3.0	27.8	16.2	35.2	6.4
Mg meq/g	0.06	9.5	2.2	12.1	1.6
K meq/g	0.06	0.36	0.4	0.87	0.17
Na meq/g	0.13	0.15	1.5	3.6	0.1
C.E. dSm	0.76	1.7	0.93	2.6	2.7
P.S.I	4.0	0.4	7.4	6.9	1.2

TABLA 27.
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE DIFERENTES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA 1996

LOCALIDAD	TESTIGO						330 kg./ha. 15-15-15						12 ton./ha. de mulch*					
	pH	% M.O.	ppm P	meq/100 gr. suelo			pH	% M.O.	ppm P	meq/100 gr. suelo			pH	% M.O.	ppm P	meq/100 gr. suelo		
				Ca	Mg	K				Ca	Mg	K				Ca	Mg	K
Pivijay (Magdalena)	6.8	0.4	6.5	2.8	0.06	0.06	7.0	0.5	7.5	2.7	0.06	0.06	6.8	0.8	7.8	3.9	0.09	0.08
Plato (Magdalena)	7.5	1.5	7.1	26.3	8.1	0.30	7.4	1.4	7.8	27.1	9.3	0.34	7.0	2.1	7.8	28.1	8.0	0.36
Carmen de Bolívar (Bolívar)	7.1	2.0	38	35	11.6	0.70	7.3	2.0	37	35	12.1	0.80	7.2	2.6	38.5	36	12.5	0.76
Los Palmitos (Sucre)	7.1	2.3	26	15	1.9	0.35	7.1	2.2	30	16	2.1	0.32	7.0	2.8	29.1	16.6	2.5	0.40
Ciénaga de Oro (Córdoba)	6.6	0.6	12	5.0	1.6	0.10	6.8	0.8	14	5.3	0.9	0.19	6.8	1.1	12	6.8	1.7	0.15

Al comparar los resultados iniciales de los análisis de suelos (Tabla 26), de las diferentes localidades con los resultados de los análisis de suelos después de cosechado el cultivo (Tabla 27), se aprecia que para el caso del tratamiento testigo (sin fertilización) se presenta una disminución del contenido de materia orgánica fósforo, calcio y potasio en las diferentes localidades. La pérdida de materia orgánica y de los otros nutrientes estaría indicando que estos suelos a través del tiempo con el uso intensivo de cultivos irían perdiendo paulatinamente su fertilidad potencial.

Lo anterior permite indicar el efecto positivo que presenta la aplicación de materia orgánica al incrementar el contenido de nutrientes en el suelo. Además, con la adición de estos abonos se incrementa la actividad microbiana, se mejoran algunas propiedades físicas del suelo como la estructura y la densidad aparente del suelo. Todos estos aspectos van a permitir mejorar o sostener la fertilidad de los suelos.

En el tratamiento con fertilización química (330 kg./ha. 15-15-15) se aprecia que también se presenta una disminución del contenido de materia orgánica en las diferentes localidades; mientras que se observa un leve incremento en el contenido de fósforo. El pH y los demás nutrimentos permanecen estables.

Para el tratamiento de mulch (12 ton./ha.) se observa que se presenta un incremento del contenido de la materia orgánica en todas las localidades; igualmente se aprecia un leve incremento de los nutrientes P, Ca, Mg y K. Esto estaría indicando que con el uso de este abono se podría conseguir un aumento de estos elementos, lo cual contribuiría a ir mejorando la fertilidad potencia de estos suelos a través del tiempo.

7.4. PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN TON./HA. SEMBRADO EN INTERCALAMIENTO CON YUCA EN PARCELAS DE VALIDACIÓN EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA

Los resultados de los rendimientos de maíz en cada una de las localidades con los diferentes tratamientos de fertilizantes se pueden apreciar en la tabla 28.

TABLA 28.
**PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN TON./HA. SEMBRADO EN INTERCALAMIENTO
EN PARCELAS DE VALIDACIÓN EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ATLÁNTICA - 1996**

TRATAMIENTO	LOCALIDADES				
	PIVIJAY (Magdalena)	PLATO (Magdalena)	CARMEN DE BOLIVAR (Bolívar)	LOS PALMITOS (Sucre)	CIENAGA DE ORO (Córdoba)
330 kg./ha. de triple 15	1.08	2.25	2.9	1.06	1.92
12 ton./ha. de Mulch*	0.23	2.13	1.87	1	1.84
Testigo	0.2	0.39	1.17	0.28	2.24

* En base seco

Los resultados muestran que el tratamiento químico fue el que mostró los mejores rendimientos en todas las localidades, excepto en Ciénaga de Oro en donde se presentaron algunas condiciones adversas de clima que afectaron los tratamientos de fertilización. También se observa que el tratamiento químico (330 kg./ha. de triple 15-15-15) superó a la de 12 toneladas de mulch/ha., esto debido en parte a la rápida asimilación que hubo por el cultivo de maíz, mientras que el mulch tiene que ser degradado por los microorganismos del suelo para que pueda liberar elementos que van a ser absorbido por la planta. Lo otro es que este cultivo es de ciclo corto y no alcanzó a aprovechar el aporte de nutrientes que hizo el mulch al suelo.

El tratamiento testigo fue el que presentó los rendimientos más bajo en todas las localidades, excepto en Ciénaga de oro por los aspectos anotados anteriormente.

8. CONCLUSIONES PRELIMINARES (PRIMER CICLO)

8.1. EXPERIMENTO No.1

- Los rendimientos totales (raíces comerciales y no comerciales) para las dos variedades en las localidades de Pivijay y Plato, se presentaron en los tratamientos químicos (330 y 660 kg. T-15/ha.). En la localidad de Los Palmitos

no hubo diferencia significativa entre los mejores tratamientos y el testigo en las dos variedades de yuca.

- Los rendimientos más bajo para las 2 variedades en las 2 localidades se presentaron con el tratamiento del capizuna incorporado.

- La producción de raíces comerciales presentó un comportamiento muy similar al de los rendimientos totales en las dos localidades.

- Los suelos en donde se aplicaron los abonos orgánicos en las dos localidades presentaron un aumento del contenido de materia orgánica y fósforo, esto confirma que estos abonos mejoran algunas características del suelo, lo cual va a permitir que haya un mejor aprovechamiento de agua y de los nutrientes por parte de la planta.

- La densidad aparente del suelo disminuyó en los tratamientos donde se aplicaron los abonos orgánicos, esta disminución se puede atribuir al aporte de materia orgánica y a la influencia que tienen las raíces al tratar de vencer algunos impedimentos en el suelo.

- La variedad de yuca venezolana fue la que presentó los rendimientos más bajo en la localidad de Pivijay por su alta susceptibilidad a la bacteriosis.

- El mayor porcentaje de colonización y número de esporas de MVA se presentó en la variedad de yuca venezolana en todas las localidades.

- Los bajos contenidos de fósforo inducen a la planta a realizar la asociación con la MVA, situación que se presentó en todas las localidades donde se realizó el estudio con un porcentaje mayor del 75%.

8.2. EXPERIMENTO No.2

- Los rendimientos totales (raíces comerciales y no comerciales) presentaron un comportamiento no muy similar en todas las localidades; no se presentó diferencia significativa entre las alternativas de fertilización y el testigo.

- El tratamiento que presentó el mejor comportamiento en las tres localidades fue el de cobertura viva de guandul.

- Para rendimiento comercial se encontró diferencia significativa entre tratamientos en las dos variedades en las localidades de Pivijay y Plato. En la localidad de San Jaime solamente se presentó diferencia significativa entre tratamientos en la variedad ICA Negrita.

- En todos los tratamientos en donde se utilizaron las alternativas de fertilización se presentó un incremento de materia orgánica y fósforo en el suelo.

- En el tratamiento testigo se presentó una disminución del contenido de materia orgánica y fósforo. Esto permite confirmar que estos suelos pueden perder su potencial productivo por la extracción «antrópica» que van haciendo estos cultivos.

- Los valores de densidad aparente del suelo disminuyeron en donde se aplicaron los tratamientos de las coberturas en las dos localidades.

- La variedad de yuca venezolana presentó los rendimientos más bajo en la localidad de La Colorada (Pivijay), debido al fuerte ataque que tuvo de bacteriosis.

8.3. PRUEBA DE VALIDACIÓN

- Solamente se presentó diferencia significativa para rendimientos en las localidades de Pivijay, Plato y Ciénaga de oro entre los tratamientos de 330 kg./ha. de T-15 y el de 12 ton./ha. de mulch con el testigo. En las demás localidades no se presentó diferencia estadística.

- Los rendimientos de raíces comerciales solamente presentaron diferencia significativa en las localidades de Pivijay entre los tratamientos de 330 kg./ha. de T-15 y el de 12 ton./ha. de mulch con testigo en pivijay y el de 12 ton./ha. de mulch con el de 330 kg./ha. de T-15 y el testigo en Plato.

- En todas las localidades se presentó un incremento del contenido del materia orgánica en donde se aplicó el tratamiento de 12 ton./ha. de mulch. También se aprecia un leve incremento de los nutrientes P, Ca, Mg y K.

- Los tratamientos que mejor se comportaron fueron el químico 330 kg./ha. y el de mulch 12 ton./ha..

- La localidad que presentó los rendimientos más altos fue la de Ciénaga de Oro.

- Los mayores rendimientos de maíz en todas las localidades se presentaron en el tratamiento químico, excepto en la localidad de Ciénaga de oro donde el testigo superó las alternativas de fertilización propuestas.

8.4 TRANSFERENCIA

- Dentro del proceso de desarrollo del proyecto participaron activamente cien productores en las cinco localidades.

- Se realizaron dos giras en las localidades de Plato y Pivijay con la participación de 80 agricultores.

- Se hizo un curso de capacitación para los técnicos de Corpoica que están participando en el proyecto y los técnicos de las Umata que están dentro del área de su influencia.

9. RECOMENDACIONES

9.1 EXPERIMENTO No.1

- La incorporación de las leguminosas se debe realizar antes de que estas entren en competencia con el cultivo.
- Cambiar la leucaena por otra leguminosa que sea de crecimiento más rápido.
- Hacer las aplicaciones del mulch y de la bovinaza en los primeros estados de crecimiento del cultivo (máximo 20 días después de la brotación).

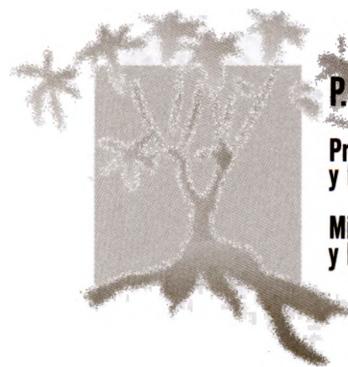
9.2 EXPERIMENTO No.2

- Las podas de las leguminosas se deben hacer en forma periódica, para tratar de que estos no afecten el cultivo por competencia.
- En la localidad de Pivijay se debe cambiar a la gliricidia por otra leguminosa. Su porcentaje de rendimiento fue bajo y tiene un crecimiento muy lento.
- La variedad de yuca ICA Negrita presentó un bajo poder de rendimiento en todas las localidades, debido a que en este material el tiempo de cosecha y siembra no debe ser muy distanciado.

9.3 PRUEBA DE VALIDACIÓN

- Las aplicaciones de mulch deben realizarse en los primeros estados de crecimiento de cultivo.
- Se debe esperar el segundo ciclo de producción del cultivo para hacer algunos ajustes de las dosis del fertilizante químico y del mulch en algunas localidades.
- La variedad de yuca venezolana debe ser reemplazada en la localidad de La Colorada por su alta susceptibilidad a la bacteriosis.

**PLAN OPERATIVO Y NORMAS TÉCNICAS
PARA LA CONDUCCIÓN
DE PROYECTOS DE MULTIPLICACIÓN
DE SEMILLA DE YUCA
EN LA COSTA ATLÁNTICA**



P.M.D.

**Programa de Modernización
y Diversificación**

**Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural**

PLAN OPERATIVO Y NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONDUCCIÓN DE PROYECTOS DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por medio del Programa de Modernización y Diversificación, viene impulsando el Plan para la Modernización y el Fortalecimiento de la Agroindustria de la Yuca, en el cual se le da particular importancia al programa de mejoramiento del cultivo mediante la producción y multiplicación de semilla básica con un alto potencia de rendimiento, ya sea dulce o amarga.

El presente documento determina los lineamientos básicos para establecer un sistema operativo de semillas en la Costa Atlántica, integrando la producción de semilla básica con la multiplicación de estos materiales mejorados.

1. PLAN OPERATIVO

En el Plan Operativo se contemplan aspectos tales como semilla básica y la multiplicación de ésta.

1.1. SEMILLA BÁSICA

La semilla básica debe provenir de meristemos o de plantas originadas por cruces genéticos que hayan sido evaluados durante un mínimo de seis años.

1.1.1. Localización

Los lotes para producción de semilla básica deberán estar localizados en diferentes zonas de la Costa Atlántica, para garantizar la adaptabilidad a las diferentes regiones yuqueras.

La localización de dichos lotes será definida por el responsable de esta actividad.

1.1.2. Responsable

El ejecutor de este componente será el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, que cuenta con un equipo técnico y científico especializado en esta actividad.

1.1.3. Distribución

La semilla básica producida servirá para desarrollar el programa de multiplicación que viene apoyando el Plan de Modernización, mediante la

contratación de ejecutores regionales. El valor de la semilla básica será acordado entre el Ciat y el Programa de Modernización y Diversificación, PMD.

1.1.4. Utilización de los ingresos

Los ingresos generados por la venta de semilla y raíces de los lotes, serán reinvertidos en los programas de producción de semilla básica que el Ciat realiza.

1.2. MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA

En los lotes donde se esté multiplicando semilla, las variedades deben estar claramente identificadas, y deben provenir de la semilla básica producida por el Ciat, para garantizar calidad genética, fisiológica y sanitaria.

1.2.1. Localización y tamaños

El Programa de Modernización y Diversificación apoyará programas de multiplicación de semillas en los siguientes departamentos: Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba, con prioridad en los siguientes municipios:

MAGDALENA Guamal, El Banco, San Sebastián, Pivijay, Fundación y Aracataca.

ATLANTICO Repelón, Santo Tomas, Malambo, Santa Lucia

BOLIVAR Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan y María La Baja

SÚCRE Betulia, Sampués, Corozal, Los Palmitos, San Pedro, Sincé y San Onofre.

CORDOBA Chinú, San Andrés de Sotavento, Sahagún y Ciénaga de Oro.

Las variedades que se multipliquen en los lotes establecidos deben atender las necesidades del mercado característico de la zona.

La selección y establecimiento de lotes, deben estar de acuerdo con las normas técnicas establecidas por la conducción de proyectos de semilla.

El tamaño mínimo de cada lote de multiplicación debe ser de cinco hectáreas.

1.2.2. Responsable

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por conducto del Programa de Modernización y Diversificación, cursará invitación a diferentes entidades

nacionales para la presentación de proyectos de multiplicación de semilla en los distintos departamentos. Dichos proyectos deberán cumplir con los términos de referencia establecidos, los cuales deben ajustarse al formato anexo.

El Comité Nacional PMD revisará, evaluará y aprobará los proyectos presentados, seleccionando aquellos que reúnan las mejores características dentro de un plan de producción de semilla.

Los ejecutores de estos proyectos deben ser entidades que cuenten con un equipo técnico especializado en el manejo de producción de semillas de yuca, para lo cual deberán anexar hojas de vida de los técnicos responsable del proyecto.

1.2.3. Distribución

La semilla obtenida en los lotes de multiplicación será vendida a los interesados en utilizarla. Los usuarios de estas semillas serán seleccionados por el Comité Operativo, para garantizar así la continuidad del Programa de Semillas.

1.2.4. Utilización de los ingresos

La utilización de los recursos generados por la venta de semillas y raíces de los lotes de multiplicación, ejecutados por las diferentes entidades contratadas, deberán ajustarse a los acuerdos que se establezcan en el Comité Operativo de Semillas. Estos acuerdos deberán propender por hacer sostenible el proyecto de multiplicación de semilla, buscando hacia el futuro una menor inversión gubernamental.

1.2.5. Seguimiento y control

El seguimiento y control a estos proyectos, lo hará un Comité Operativo de Semillas, el cual está integrado de la siguiente manera:

- El coordinador nacional del Plan de Yuca o su delegado.
- El coordinador regional de Proyectos de Semilla del PMD.
- Un representante del Ciat
- Un representante del ICA
- Un representante de Fedeyuca
- Un representante de Corpoica

La coordinación de este Comité estará en cabeza del PMD, y sus reuniones se llevarán a cabo cada mes o cuando las circunstancias lo ameriten.

El sitio será acordado en cada una de las reuniones, estableciendo previamente una agenda de trabajo.

Son funciones del Comité:

- Hacer seguimiento técnico a los proyectos de multiplicación de semilla en ejecución.
- Definir épocas de siembra y cosecha, asegurando un uso racional de la semilla.
- Coordinar el abastecimiento oportuno de semilla básica a los ejecutores de los proyectos de multiplicación.
- Concertar con los ejecutores el precio de la semilla.
- Recibir listas de productores escogidos por unidades municipales de asistencia técnica, Umata, organizaciones no gubernamentales, ONG, asociaciones de productores o procesadores, con el fin de seleccionar a los usuarios de semilla de los lotes de multiplicación.
- Definir el destino de los ingresos generados por la venta de raíces y de semilla de los proyectos de multiplicación apoyados por PMD.
- Definir las estrategias por seguir para fortalecer el sistema de producción de semilla mejorada de yuca.
- Definir los instrumentos para hacer el seguimiento y control.

2. NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONDUCCIÓN DE PROYECTOS EN EL ÁREA DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE YUCA EN LA COSTA ATLÁNTICA

Responsable técnico: la institución que presente el proyecto de producción de semilla deberá designar a uno o más responsables técnicos.

Parámetros de ejecución: debe especificarse el área que se pretende establecer con el proyecto, la meta de producción de semilla y la fecha en la cual dicha meta habrá de alcanzarse.

Costos de producción: se requiere un estimativo de costos de producción, de acuerdo con el siguiente formato:

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANT.	Vr.UNIT.	Vr.TOTAL
PREPARACION DE SUELO				
Prelimpia				
Arada • rastrillada				
Caballoneada				
Subtotal				
LABORES DE SIEMBRA				
Transporte				
Ahoyada				
Siembra				
Subtotal				
MANEJO INTEGRADO DE CULTIVO				
Aplicación preemergentes				
Deshierbas manuales				
Aplicaciones fertilizantes				
Liberación trichogramma				
Aplicación B.t.				
Instalación trampas de luz				
Subtotal				
INSUMOS				
Dual				
Karmex				
Trichogramma S.P.				
Bacillus thuringiensis				
Trampas de luz				
Abono compuesto				
Abono foliar				
Subtotal				
POSCOSECHA				
Recolección				
Transporte semilla				
Corte de semilla				
Tratamiento de semilla				
Subtotal				
OTROS				
Arrendamiento				
Supervisión sanitaria*/				
Subtotal				
COSTO TOTAL				

*/ Es responsabilidad del ICA (presupuestar \$800.000)

Términos de referencia para el establecimiento de lotes de multiplicación y la comercialización de semilla

Lote: Los lotes de multiplicación deben tener vías de acceso en estado tal que permita la visita a los cultivos, aun en época de invierno. Deben estar alejados de centros poblados, para minimizar el robo durante el período final del cultivo y antes de que se coseche el material de siembra, así mismo, deben estar ubicados en las áreas definidas como prioritarias para el Plan de Modernización de Yuca del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Varietades: De acuerdo con la reglamentación elaborada por el ICA, son objeto de certificación solo los clones de yuca adaptados a la zona o región para donde se produzca el material por certificar. El ICA podría negar la certificación del materia de siembra (estacas), de clones, cuya adaptación a la zona o área en donde se pretende sembrar no está suficientemente comprobada. Esta comprobación debe hacerse de acuerdo con el comportamiento del clon, en la zona o área, después de dos siembras consecutivas.

Clase de semilla a producir: El objetivo de los proyectos financiados por el Plan es estructurar un sistema descentralizado de multiplicación de semilla de yuca de diferentes categorías, para llegarle al agricultor con semilla certificada o semilla seleccionada.

Para los efectos de la certificación, el ICA admite las clases básicas, registradas y certificadas. Por otro lado, se considera como semilla seleccionada a la producida por cultivadores autorizados para esta categoría, los materiales certificados que no cumplan con las normas establecidas para ello, pero, que cumplan lo establecido para la categoría seleccionada y los materiales regionales no inscritos ante el ICA pero autorizados por este.

El material original sobre el que se basa la producción de semilla básica debe provenir de cultivos de meristemos o de plantas originadas por cruces genéticos que hayan sido evaluados durante un mínimo de 6 años. Las plantas madres deben haber sido probadas en su sanidad con respecto a los patógenos predominantes en la región. Los lotes de semilla registrada se implantarán con semilla producida en los lotes básicos, en tanto que los lotes de semilla certificada deberán implantarse con material registrado. Cuando no exista disponibilidad de semilla de alguna de las categorías, el ICA podrá autorizar la fuente inicial de material.

REQUISITO DE CAMPO

Todo proyecto de multiplicación de semilla de yuca, debe observar los siguientes requisitos en lo que respecta a:

Siembra: El campo no debe haberse sembrado con yuca durante los dos años anteriores. Puede aceptarse, sin embargo, un año siempre y cuando los residuos del cultivo anterior hayan sido incinerados.

Aislamiento: El lote de producción de semilla de yuca para certificación debe estar localizado a no menos de 3 metros de otro sembrado con variedades diferentes autorizadas para certificación. El campo de multiplicación de semilla debe constituir una unidad claramente definida y las variedades dentro de él deben estar debidamente identificadas.

Pureza genética, sanidad y características agronómicas de las estacas. Es responsabilidad de los encargados del proyecto eliminar las plantas enfermas, de otras variedades, de otras especies y de malezas, y cumplir con las prácticas agronómicas recomendadas, con el fin de no superar las tolerancias que se detallan a continuación:

Factores	Clase de semilla			
	Básica	Registrada	Certificada	Seleccionada
Pureza varietal %	100	100	100	98
Malezas	Que no compitan significativamente con el cultivo			
Edad de la planta madre (meses)		8•15 meses		
Porción de la planta de donde procede la estaca		Hasta 2/3 de la base		
Tamaño de la estaca (cm)		15•25		
Numero mínimo de nudo/estaca		5		
Corte de las estacas		Sin desgarre de corteza		
Signos de heridas mecánicas/estaca	0	0	1	2
Daños visibles por patógenos o insectos en los tallos (%)	0	1	1.5	2

Inspecciones de campo: El campo objeto de multiplicación debe recibir como mínimo cuatro inspecciones, en las cuales se evaluará el estado general del cultivo, la pureza genética y el estado fitosanitario del mismo. Con base en dichas inspecciones se determinará la eliminación de plantas enfermas, de otras variedades, de otras especies y de malezas. El ICA hará dichas visitas.

BENEFICIO DE LA SEMILLA OBTENIDA DE LOS PROYECTOS

El material de siembra obtenido por parte de los proyectos deberá prepararse de tal forma que asegure el mantenimiento de una calidad adecuada para el cultivo posterior.

Tratamiento: Todo material de propagación de yuca deberá tratarse con una mezcla de fungicida-insecticida adecuada, antes de su comercialización.

Almacenamiento: Una vez cosechado el material de siembra podrá almacenarse por un máximo de 30 días en forma de varas largas, a la sombra, en posición vertical con el extremo inferior enterrado, con previo tratamiento del suelo, con un insecticida.

Forma de entrega: El material podrá entregarse cortado y empacado, o en vara larga. La primera opción es válida cuando el corte de la semilla se realiza sobre la época de siembra. La entrega en vara larga es más adecuada cuando

existe incertidumbre sobre la fecha de siembra. Tanto en los empaques como en los atados de varas deberá aparecer un marbete con la siguiente información:

- a. Identificación de la variedad.
- b. Nombre de los productos utilizados en el tratamiento.
- c. Productor y supervisor del proyecto.
- d. Lugar y fecha de corte.

Parámetros de calidad: Se deberán determinar los siguientes parámetros en no menos de 100 estacas de un lote de 10.000:

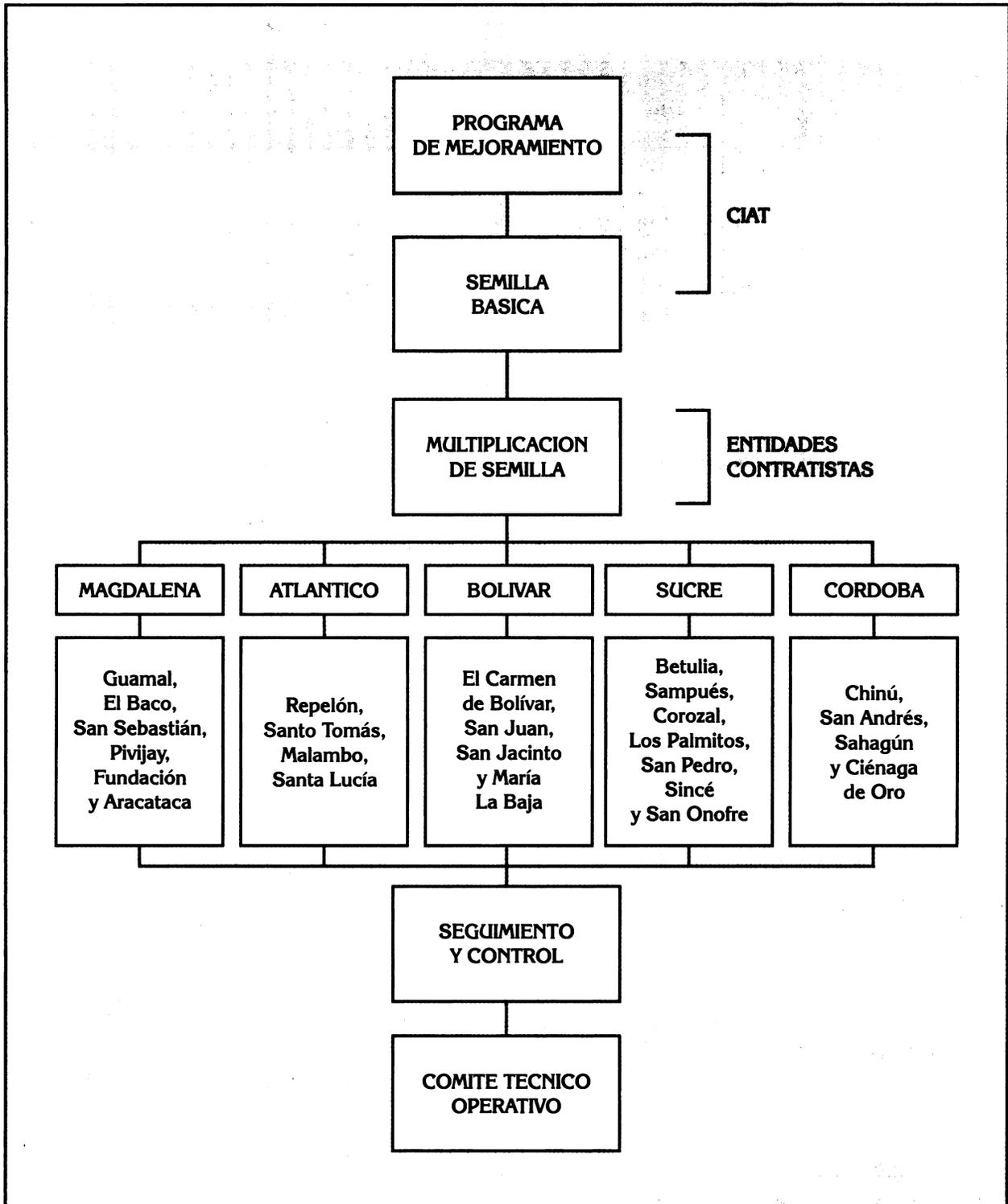
- a. Viabilidad (cantidad y velocidad de aparición del látex).
- b. Longitud de la estaca.
- c. Número de yemas.
- d. Sanidad (inspección visual)
- e. Corte (sin desgarre).
- f. Signos de heridas mecánicas.

Se deberá tomar la información correspondiente a quien recibe el material de siembra, con el propósito de poder realizar un seguimiento posterior.

CONTENIDO DE PROYECTOS DE MULTIPLICACIÓN DE SEMILLAS

1. Descripción del problema
2. Descripción del proyecto
3. Objetivos del proyecto
 - 3.1 General
 - 3.1 Específicos
4. Población beneficiaria
5. Localización geográfica
6. Metodología
 - 6.1 Lotes de producción, indicando clones
 - 6.2 Período de siembra
 - 6.3 Densidad de siembra
 - 6.4 Preparación del terreno
 - 6.5 Control de malezas
 - 6.6 Fertilización
 - 6.7 Manejo de plagas
 - 6.8 Cosecha
 - 6.9 Distribución y venta de estacas
7. Metas
8. Fuente de recursos
9. El ejecutor
10. Costos del proyecto

ORGANIGRAMA SISTEMA OPERATIVO DE SEMILLAS



PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN.

PLAN NACIONAL DE YUCA

AVANCES PLAN YUCA. COSTA ATLÁNTICA.

COMPONENTE DE PRODUCCIÓN

DEPTO.	1994			1997		
	Superficie Ha	Producción Ton	Rendimi Kg/Ha	Superficie Ha	Producción Ton	Rendimi Kg/Ha
Atlántico	5.994	43.519	7.310	9.112	73.792	8.092
Bolívar	17.152	174.183	10.155	19.814	203.640	10.278
Magdalena	17.784	124.488	7.000	12.932	101.138	7.821
Cesar	7.590	80.374	10.589	9.294	102.130	10.978
Sucre	18.663	188.207	10.085	16.139	159.300	9.871
Cordoba	12.995	122.036	9.391	12.678	133.593	10.537
Guajira	2.020	16.085	8.408	2.609	22.174	8.499
Total	82.198	749.792	9.121	82.578	795.666	9.635

EL NÚMERO DE HECTÁREAS SE HA MANTENIDO.

LOS RENDIMIENTOS POR HECTÁREA HAN AUMENTADO EN UN 9.5%

Disponibilidad de variedades o clones región Atlántica	5 (Venezolana, P12, Ica costeña, Negrita y moniblanca)			11
Tipos de semilla uso industrial	0			6 Mven 25, Mtai 8, CM 3306-19 etc.
Bancos de semilla	0	5	5	7 Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba
No. de hectáreas de semilla	0	224*	127	156.5
No. de hectáreas sembradas con semilla del Plan	0	0	672	802
No. de productores beneficiados con semilla	0	0	650	805 Atlántico, Sucre, Córdoba, Sur de Bolívar y Magdalena
Centros de prueba y multiplicación de semilla básica	0	4	5	5 Santo Tomás, Caracolí, Repelón, Pivijay, Betulia
No. de clones en evaluación	0			

* 50% del área descartada por problemas en los lotes.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL.
PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN.
PLAN NACIONAL DE YUCA**

COMPONENTE DESARROLLO EMPRESARIAL

INDICADOR	CAMPAÑAS		
	1994-1995	1995-1996	1996-1997
Toneladas de yuca seca vendidas	3.466	6.380	6.546 (hasta mayo 5/97)
No. de organizaciones operando	5	25	28 Sucre, Córdoba y Bolívar
Yuca fresca vendida a almidoneras (ton.)	13.800	17.360	52.500
No. de almidoneras con tamaño industrial	2 Inyucal, Colombiana de almidones	2	3 Inyucal, Colombiana de almidones de la yuca
No. de jornales generados en producción, proceso y secamiento	71.053	130.790	134.193
No. de jornales en producción de yuca para almidón	91.080	114.576	346.500
No. de acuerdos de compra de cosecha. Prod-Indus	0	2 Coagropam, Asociemos-Colombiana de almidones	4 Villa Rosita, Coagropam, Asociemos
No. de hectáreas acuerdos de compra de cosecha	0	132	387 Los Palmitos, Sincelejo, San Benito Abad, Colosó, Sahagún

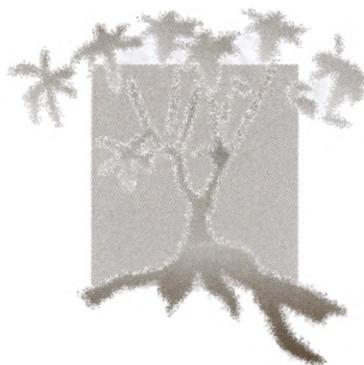
COMPONENTE CADENA AGROALIMENTARIA

INDICADOR	AÑO			
	1994	1995	1996	1997
No. de granjas porcícolas	3 Capricornio, Caracol, Macajan	8	10	16 Chinú, Corozal, Sampués, Toluvejo, Sincelejo
No. de productores asociados	27	120	150	214 90% mujeres
No. de cerdos producidos	120	451	630	1.233 (155 animales en proceso)
No. de kg. de carne producidos	10.920	40.590	53.550	90.552
Toneladas de yuca seca utilizadas en la formulación	19.65	73.06	96.39	163
No. de organizaciones	0	0	0	1

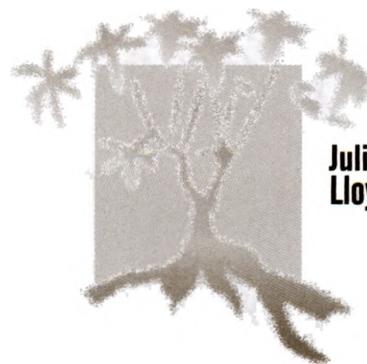
SEGUNDA PARTE

TRANSFORMACIÓN, UTILIZACIÓN Y MERCADEO DE LA YUCA

- POTENCIAL DE LA YUCA INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES
- AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA FERMENTACIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA
- PRODUCCIÓN DE CERDOS A PARTIR DE YUCA SECA INTEGRACIÓN DE CADENA PRODUCTIVA EN BÚSQUEDA DE LA COMPETITIVIDAD
- PROCESO DE DESARROLLO DE LA CROQUETA DE YUCA
- AVANCES DE INVESTIGACIÓN DEL BARRENADOR DE LA YUCA EN LA REGIÓN CARIBE
- PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE NÚCLEOS DE YUCA SECA PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL
- ASPECTOS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE LA YUCA
- LA YUCA Y LOS ACUERDOS DE COMPETITIVIDAD
- EVALUACIÓN DE BIOCATALIZADORES EN LA OBTENCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA



**POTENCIAL DE YUCA INDUSTRIAL
PARA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS
BALANCEADOS PARA ANIMALES**



**Julián Buitrago A. y
Lloyd Lucket**

POTENCIAL DE LA YUCA INDUSTRIAL PARA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES

JULIAN BUITRAGO A. Y LLOYD LUCKET^{1/}

El consumo de alimentos concentrados para producción animal se ha incrementado a una tasa anual entre 6 y 10% durante la última década. Esta tendencia debe continuar a un ritmo igual o superior durante los próximos años, como consecuencia del aumento vegetativo de la población, pero, principalmente, como resultado de la creciente demanda por carnes blancas, huevos y leche.

La producción total de concentrados para el año 2000 se puede estimar en 3.850.000 toneladas, con base en una cifra mínima de crecimiento del 5% anual y en 4.100.000 toneladas, considerando un crecimiento del 8% anual. La agricultura nacional no ha podido ni estará en condiciones de satisfacer la demanda de materias primas para atender estos niveles de producción. El déficit principal se presenta en las necesidades de fuentes energéticas, de las cuales el maíz y el sorgo participan entre 50 y 60% en el volumen total del concentrado final.

Teniendo en cuenta las cifras mínimas de concentrados para el año 2000, la demanda de maíz y sorgo equivale a más de 2.200.000 toneladas por año. La agricultura nacional difícilmente podrá contribuir con una cantidad mayor a 600 mil toneladas de sorgo y 500 mil de maíz para alimentación animal. La diferencia tendrá que importarse de países con mayor competitividad para producción de cereales.

Sin embargo, Colombia dispone de importantes posibilidades para incrementar la producción de yuca industrial, la cual podría orientarse a remplazar una buena parte de los cereales utilizados en la preparación de concentrados. La mezcla de harina de yuca y soya integral conforma un producto de excelentes condiciones nutricionales que perfectamente puede llegar a sustituir parcial o en su totalidad al maíz, sorgo y a otras fuentes energéticas de las raciones para aves y cerdos.

1/ Asociación Americana de Soya, ASA.

POTENCIAL PARA PRODUCCIÓN DE YUCA EN COLOMBIA

La producción de yuca en Colombia se localiza en dos clases de regiones: la yuca para consumo humano se cultiva en áreas próximas a los centros de consumo, a todo lo largo y ancho del país, en climas medios y cálidos y en suelos de todas las características. Las pocas áreas destinadas a la yuca industrial y alimentación animal están situadas en suelos menos fértiles, generalmente marginales, donde no se ha desarrollado la producción industrial de otros cultivos.

Las áreas que ofrecen características más propicias para la producción de yuca industrial (harina, *pelets*) se encuentran entre el nivel del mar y 1.400 metros de altura, donde existe poca competencia con otros cultivos. Extensas áreas en la Costa Atlántica, Llanos Orientales, Cauca, Huila, Tolima, Valle, santanderes y el Eje Cafetero, ofrecen este tipo de características, además de menores costos de producción.

El rendimiento promedio de la yuca en condiciones tradicionales es de 10 a 12 toneladas de producto fresco, aproximadamente. Sin embargo, al utilizar variedades mejoradas y con un adecuado manejo del cultivo, puede llegarse a producciones superiores a las 25 toneladas por hectárea en un período de 8 a 10 meses.

El contenido de materia seca de las raíces fluctúa entre 35 y 38%, lo que equivale a la relación de 2.6 toneladas de raíces frescas para obtener una tonelada de harina de yuca. Para un rendimiento de 25 toneladas de raíces frescas por hectárea, se obtendría el equivalente a 8.5-9.0 toneladas de harina de yuca.

Teniendo en cuenta un nivel de 20% de harina de yuca en alimentos para animales como una meta posible en el mediano plazo, las necesidades de harina de yuca podrían situarse alrededor de 800 mil toneladas por año. Si se considera un rango de rendimiento entre 15 y 30 toneladas por hectárea de yuca fresca, se necesitarían entre 70 y 135 mil hectáreas para lograr esta producción.

El follaje de yuca también puede cosecharse y deshidratarse para producir harina de hojas de yuca, con un alto nivel de proteína y fibra para alimentación animal. Al realizar un aprovechamiento eficiente del cultivo, puede obtenerse entre 1 y 3 toneladas de harina de follaje por hectárea, lo cual equivale a considerar una producción adicional hasta de 400 mil toneladas de harina de follaje en esta misma área cultivada.

GENERALIDADES SOBRE UTILIZACIÓN DE HARINA DE YUCA EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

La harina de yuca puede remplazar parcial o totalmente a los granos de cereales (sorgo, maíz, trigo, etc.) en alimentación de las diferentes especies de animales doméstico, incluyendo aves y cerdos. Al realizar los ajustes nutricionales necesario en la dieta con base en harina de yuca, el rendimiento animal es perfectamente comparable con el obtenido en los planes de alimentación basados en cereales. Sin embargo, en condiciones comerciales generalmente se utilizan niveles de harina de yuca que fluctúan entre 20 y 40% de la dieta total para aves y cerdos. Este tipo de dietas es común 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 el sorgo. El principal limitante nutricional es su bajo contenido de proteína (2-3%) y ácidos grasos esenciales, en contraste con el sorgo y maíz. Debido a este limitante, el precio de la harina de raíces de yuca debe ubicarse alrededor del 75 al 80% con respecto al precio del maíz. Nutricionalmente, se puede balancear la deficiencia en proteína y ácidos grasos, utilizando soya integral en forma de un núcleo con una relación aproximada de cuatro partes de harina de yuca por una de soya integral.

Las variedades amargas de yuca contienen linamarina, la cual se transforma en ácido cianhídrico, elemento tóxico que limita el uso de las raíces frescas. 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 del 10% en dietas para aves y cerdos y hasta del 40% en dietas para rumiantes.

En el Cuadro 1 se puede apreciar el contenido nutricional de la raíz y follaje de yuca, tanto en base húmeda como seca (harina). *hasta aquí.*

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL NUCLEO HARINA DE YUCA-SOYA INTEGRAL

Aunque el nivel de energía en la harina de yuca es comparable con los cereales tradicionales (maíz, sorgo, trigo, arroz), el contenido de proteína y ácidos grasos es extremadamente bajo. Esta característica exige una mayor suplementación de fuentes de proteína (aminoácidos) y aceite o grasa. Al analizar

las diferentes alternativas de suplementación, la soya integral ofrece la opción más interesante, ya que las deficiencias nutricionales de la yuca pueden ser superadas con la adición de un porcentaje moderado de soya integral tostada o extruída.

La soya integral se caracteriza por ofrecer en un solo producto una alta concentración de proteína (38%) y aceite (18%). El grano integral de soya debe ser sometido a un proceso térmico (tostado o extrusión) que destruya los factores antinutricionales y permita aprovechar al máximo su potencial de energía y proteína. El alto contenido de aceite se refleja en un nivel de energía metabolizable, que puede fluctuar entre 3.600 y 3.800 kilocaloría por kilogramo para aves y entre 3.800 y 4.100 para cerdos. Aproximadamente el 40% del aceite esta constituido por ácido linoléico, mientras que el 2% corresponde a lecitina, elementos de mucha importancia en el metabolismo del animal. La proteína de la soya contiene un excelente balance de aminoácidos de alta disponibilidad biológica. Entre los aminoácidos que aporta el grano de soya debe destacarse la elevada concentración de lisina, característica nutricional de gran importancia en todos los productos derivados de la soya.

En el Cuadro 2 se analizan los valores nutricionales de mayor importancia en el grano de soya, siempre y cuando el proceso de tostado o extrusión se haya realizado dentro de las normas de control térmico para cada proceso.

La mezcla de harina de yuca con soya integral en proporciones de 82 y 18%, respectivamente, permite obtener un núcleo con características iguales o superiores a las del maíz. Este núcleo ofrece un perfil nutricional de alta densidad en energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. El nivel de aminoácidos azufrados es inferior en el núcleo (0.25%) que en el maíz (0.34%), por lo cual se requiere una suplementación mayor con metionina sintética. Con el propósito de analizar mejor las características del producto, se anexa el Cuadro 3, en el que se incluye la concentración de los nutrientes más importantes en el maíz y en el núcleo harina de yuca-soya integral.

El desarrollo, mercadeo y utilización de un núcleo de harina de yuca-soya integral exige un proceso tecnológico relativamente sencillo, con etapas bien definidas, que deben implementarse en forma ordenada para llegar a ofrecer una alternativa viable a la industria de alimentos concentrados.

PROYECTO AGROINDUSTRIAL PARA PRODUCCIÓN DE HARINA DE YUCA Y DEL NÚCLEO YUCA-SOYA PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Aunque no se trata de presentar un proyecto de factibilidad para un plan completo de producción y procesamiento de yuca y soya integral, sí se pretende

hacer énfasis en algunas de las etapas que se consideran de mayor prioridad para garantizar la implementación de un proceso industrial a gran escala que, eventualmente, pueda ofrecer el volumen de materia prima requerido por la industria de concentrados del país.

En este proceso se requiere el concurso de la empresa privada y del Estado, así como de los gremios de avicultores, porcicultores y productores de alimentos concentrados, especialmente en las etapas iniciales.

El concepto de producción industrial de yuca involucra la utilización de variedades de alto rendimiento, en unidades rentables para la implementación de cultivos mecanizados o semimecanizados y con sistemas de mecanización tanto en el cultivo como en el procesamiento del producto final.

Es necesario considerar las siguientes etapas críticas para garantizar resultados importantes en el mediano y largo plazos:

DESARROLLO AGRONÓMICO

La multiplicación de variedades de alto rendimiento propias para cada zona de producción de yuca industrial. Existe el material básico para iniciar este proceso en los centros de investigación del Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, y del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, pero se requiere la participación de la empresa privada para la multiplicación masiva de la tecnología y de las variedades ya evaluadas. Los centros de investigación deben continuar el desarrollo de nuevas variedades y técnicas de producción que garanticen un programa efectivo de apoyo tecnológico hacia el futuro. Se requerirá un dinamismo especial por parte de los centros de multiplicación de semilla mejorada para satisfacer las necesidades de los cultivos industriales en las diferentes zonas de producción. Actualmente, no existe esta capacidad, lo cual constituye una limitación fundamental para la rápida difusión de los planes de producción y de utilización de yuca industrial.

DESARROLLO AGROINDUSTRIAL DEL CULTIVO

Aunque en este campo se han logrado desarrollos importantes existen posibilidades ilimitadas para el diseño de equipos y practicas que permitan una mayor mecanización y automatización del cultivo. Las etapas de siembra, de mantenimiento y de cosecha de raíz y follaje, requieren prácticas más eficientes que faciliten el manejo de grandes extensiones del cultivo y de grandes volúmenes de producto final.

En las condiciones actuales de producción a pequeña escala de variedades de yuca para consumo humano, no existen el estímulo ni la necesidad de implementar técnicas modernas de mecanización, razón por la cual los costos de mano de obra constituyen un porcentaje muy elevado de los costos totales de producción.

DESARROLLO INDUSTRIAL POSCOSECHA

Dentro de este concepto se involucran varios aspectos con el procesamiento y manejo de las raíces y follaje recién cosechados hasta su presentación en forma de harina o de *pelets*. Los pasos más importantes se refieren a los sistemas de picado, deshidratación y molienda. Existe información sobre todos estos procesos, pero aún no se ha desarrollado un sistema continuo de alta eficiencia, especialmente en la parte relacionada con la deshidratación de la materia prima.

En la actualidad, se está evaluando un método de deshidratación mixto basado en utilización de energía solar y equipos deshidratadores de gas natural. Este sistema, complementado con equipos de procesamiento continuo y manejo a granel de materia prima y producto final, sería el complemento ideal para el manejo de los grandes volúmenes de producción que requiere la industria.

Los equipos para el procesamiento de soya integral (tostadores, extrusores) y para la elaboración del núcleo yuca-soya ya existen y pueden acoplarse en forma relativamente simple al proceso de producción de harina de yuca.

UTILIZACIÓN DEL NÚCLEO NUTRICIONAL EN ALIMENTOS COMERCIALES

Los productos de mayor interés en el desarrollo inicial se identifican en dos núcleos nutricionales:

- Harina de raíces de yuca - soya integral.
- Harina de raíces - harina de follaje - soya integral.

En ambos casos el enfoque fundamental se basa en la utilización de estos núcleos como sustitutos de los granos de cereales tradicionales. Inicialmente, se proyecta una sustitución parcial, equivalente por lo menos al 20% de la ración total para obtener incrementos adicionales hasta la meta final del 100%.

Ya han sido realizados varios trabajos experimentales sobre la utilización del núcleo harina de yuca (82%) y soya integral (18%) en raciones para aves y cerdos, con resultados promisorios.

En los cuadros 4 y 5 se ilustra la composición de las dietas evaluadas en pollo de engorde. Los resultados en el rendimiento de los pollos que consumieron estas dietas durante las fases de iniciación y finalización se incluyen en los cuadros 6 y 7.

Así mismo, en los cuadros 8 y 9 se presenta la composición de las dietas utilizadas para cerdos en crecimiento y acabado. Los resultados respectivos en el rendimiento se incluyen en los cuadros 10 y 11.

Tanto en aves como en cerdos, se observó que los animales que consumieron raciones con base en los núcleos de harina de yuca y soya integral, demostraron cifras de rendimiento (aumento de peso, eficiencia de conversión alimenticia y rendimiento de canal), iguales o superiores que aquellos alimentados con raciones convencionales con base en maíz o sorgo.

Adicionalmente, y en forma conjunta con la Federación Nacional de Avicultores de Colombia, Fenavi, y la Asociación Colombiana de Porcicultores, ACP, se está preparando un proyecto demostrativo a escala comercial, con la participación de productores en diferentes regiones del país, con el propósito de validar la información experimental existente y de participar en el desarrollo de un plan integral de producción, fomento y utilización de yuca para alimentación animal.

CUADRO 1
CONTENIDO DE NUTRIENTES PRINCIPALES EN LA RAÍZ Y FOLLAJE DE YUCA

	BASE HÚMEDA		BASE 12% HUMEDAD	
	RAICES	FOLLAJE	RAICES	FOLLAJE
MATERIA SECA	35.00	28.00	88.00	88.00
EXTRACTO ETereo	0.47	1.60	1.10	5.20
PROTEINA TOTAL	1.10	6.80	2.70	21.00
FIBRA	1.20	5.80	2.80	18.40
CENIZAS	0.70	1.70	1.70	5.50
E.MET, AVES	1.20	0.34	3.10	1.10
E MET, CERDOS	1.30	0.41	3.30	1.30
E DIG, CERDOS	1.40	0.36	3.42	1.20
E DIG, BOVINOS	1.30	0.68	3.31	2.20
LISINA	0.02	0.37	0.07	1.86
METIONINA	0.01	0.07	0.03	0.35
MET + CIS	0.02	0.12	0.05	0.61
TREONINA	0.01	0.27	0.03	1.35
TRITOFANO	0.00	0.05	0.29	0.23
ARGININA	0.10	0.30	0.00	1.46
ISOLEUCINA	0.01	0.33	0.03	1.65
FENIL + TIROSINA	0.01	0.36	0.05	1.81
HISTIDINA	0.02	0.13	0.07	0.65
VALINA	0.01	0.20	0.04	0.97
CALCIO	0.10	0.43	0.30	1.30
FOSFORO DISP.	0.15	0.08	0.20	0.24
SODIO	0.01	0.01	0.03	0.04
CLORO	0.02	0.11	0.06	0.32
POTASIO	0.25	0.35	0.52	1.22
MAGNESIO	0.03	0.12	0.08	0.42

CUADRO 2
CONTENIDO DE NUTRIENTES PRINCIPALES EN LA HARINA DE SOYA INTEGRAL
PROCESADA POR TOSTADO O EXTRUSIÓN

MATERIA SECA	%	88
EXTRACTO ETereo	%	18.5
PROTEINA	%	37
SOLUBILIDAD DE PROTEINA	%	75-85
FIBRA	%	5.5
CENIZAS	%	5.8
E.N.N.	%	24
T.D.N	%	92
A.LINOLEICO	%	9.1
LECITINA	%	2
UREASA	pH	0.02-0.40
E.MET, AVES	MCAL/KG	3.6-3.8
E.MET, CERDOS	MCAL/KG	3.8-4.0
E.DIG, CERDOS	MCAL/KG	4.0-4.1
E.MET, BOVINOS	MCAL/KG	3.76
E.DIG, BOVINOS	MCAL/KG	4.12
LISINA	%	2.31
METIONINA	%	0.5
MET + CIS	%	1.11
TREONINA	%	1.43
TRIPTOFANO	%	0.52
ARGININA	%	2.72
LEUCINA	%	2.87
ISOLEUCINA	%	1.86
FENIL + TIROSINA	%	3.24
HISTIDINA	%	0.91
VALINA	%	1.62
CALCIO	%	0.24
FOSFORO DISP	%	0.12
SODIO	%	0.03
COLORO	%	0.03
POTASIO	%	1.62
MAGNESIO	%	0.25
MANGANESO	%	0.28
ZINC	%	0.64
AZUFRE	%	0.24

CUADRO 3
PERFIL NUTRICIONAL DEL MAÍZ Y DEL NÚCLEO HARINA DE YUCA (82%)
Y SOYA TOSTADA (18%)

MATERIA SECA	%	88.00	88.00
EXTRACTO ETereo	%	3.60	3.50
PROTEINA	%	8.50	9.10
FIBRA	%	2.30	3.90
CENIZAS	%	1.60	4.00
A.LINOLEICO	%	2.10	1.62
E.MET, AVES	MCAL/KG	3.32	3.21
E.MET, CERDOS	MCAL/KG	3.39	3.38
E.DIG, CERDOS	MCAL/KG	3.48	3.47
E.DIG, BOVINOS	MCAL/KG	3.40	3.40
LISINA	%	0.26	0.46
METIONINA	%	0.18	0.12
MET + CIS	%	0.35	0.24
TREONINA	%	0.29	0.28
TRIPTOFANO	%	0.07	0.10
ARGININA	%	0.40	0.51
ISOLEUCINA	%	0.29	0.35
FENIL + TIROSINA	%	0.67	0.61
HISTIDINA	%	0.19	0.19
VALINA	%	0.39	0.36
CALCIO	%	0.03	0.29
FOSFORO DISP.	%	0.08	0.09
SODIO	%	0.02	0.02
CLORO	%	0.04	0.03
POTASIO	%	0.30	1.31
MAGNESIO	%	0.12	0.21
AZUFRE	%	0.08	0.22

CUADRO 4
DIETAS EXPERIMENTALES PARA POLLOS DE ENGORDE
CON BASE EN NÚCLEO HARINA DE YUCA (82%) - SOYA TOSTADA (18%)*

	INICIACION (0-21 DIAS)	FINALIZACION (21-42 DIAS)
Sorgo	33.65	33.61
Soya tostada	27.60	28.50
Núcleo yuca (82%) - soya (18%)	24.40	30.50
Torta de soya (45%)	8.20	2.80
Harina de pescado (65%)	3.50	4.00
Aceite de palma	—	0.10
Fosfato bicalcico	0.90	0.70
Carbonato de calcio	0.80	0.90
DL-metionina	0.27	0.22
Sal	0.25	0.25
Cloruro de colina (50%)	0.12	0.10
Premezcla Nutribal Pollos	0.10	0.10
Elancoban	0.10	0.10
Micobal	0.10	0.10
Furazolidona	0.01	0.01
L-lisina	—	0.005
COMPOSICION NUTRICIONAL		
Energía metabolizable, mcal./kg	3.15	3.20
Proteína, %	21.00	19.00
Metionina, %	0.58	0.51
Metionina + cistina, %	0.88	0.77
Lisina, %	1.23	1.10
Triptofano, %	0.28	0.25
Treonina, %	0.60	0.59
A.Linoléico, %	3.08	3.10
Calcio, %	0.90	0.91
Fósforo disponible, %	0.43	0.40

Dietas peletizadas.
 Granjas Avités - Nutrilisto. Cereté, Córdoba

CUADRO 5
RESULTADOS EN EL RENDIMIENTO DE POLLOS DE ENGORDE
DURANTE EL CICLO COMPLETO (0-42 DÍAS)*

	EXPERIMENTAL (H.yuca-Soya)	TESTIGO 1/	TESTIGO 2/
Numero inicial	24.000	36.000	48.441
Numero final	22.392	35.531	46.199
Numero de días	42	42	42
Mortalidad total,%	6.7	6	4.6
Peso final, g.	1.915	1.951	1.934
Consumo alimento, g.	3.152	3.324	3.559
Eficiencia de conversión	1.69	1.70	1.84
Factor eficiencia europea	259	255	239

* Granjas Avités - Nutrilisto. Cereté, Córdoba. 40 m.s.n.m. 36-38 oC.

1/ Lote testigo en condiciones de menor estrés ambiental, debido a la utilización de ventiladores. Densidad de 1.36 pollos/m2.

2./ Lote testigo en iguales condiciones de control ambiental que el lote experimental. Densidad de 10 pollos/m2.

CUADRO 6
RESULTADOS EN EL RENDIMIENTO DE POLLOS DE ENGORDE
DURANTE EL CICLO COMPLETO (0-42 DÍAS)*

	TESTIGO COMERCIAL	EXPERIMENTAL (H.YUCA-SOYA)
Número inicial	7.680	7.673
Número final	7.415	7.108
Número de días	42	42
Mortalidad total, %	3.17	5.72
Peso final, g.	1.976	1.942
Consumo alimento, g.	3.754	3.781
Eficiencia de conversión	1.90	1.94
Factor eficiencia europea	239-240	218-222

Granjas El Recreo - Carioca. Buga, Valle del Cauca. 1.010 m.s.n.m. 25-27 oC.

CUADRO 7
DIETAS EXPERIMENTALES PARA POLLOS DE ENGORDE CON BASE EN NÚCLEO
HARINA DE YUCA (82%) - SOYA TOSTADA (18%)

	INICIACION (0-21 DIAS)	FINALIZACION (21-42 DIAS)
Maíz	25.34	30.79
Soya tostada	25.90	28.30
Núcleo yuca (82%) - soya (18%)	30.50	30.50
Torta de soya (45%)	12.10	4.80
Harina vísceras de pollo	3.00	3.00
Fosfato bicálcico	1.30	1.00
Carbonato de calcio	1.00	0.90
DL-metionina	0.23	0.10
Sal	0.36	0.30
Premezcla Nutribal Pollos	0.12	0.10
Nicarbazina	0.04	—
Salinomicina	—	0.10
Micobal	0.10	0.10
Furazolidona	0.01	0.01
COMPOSICION NUTRICIONAL		
Energía metabolizable, mcal./kg.	3.10	3.20
Proteína, %	22.00	19.00
Metionina, %	0.56	0.40
Metionina + cistina, %	0.90	0.72
Lisina, %	1.24	1.10
Triptofano, %	0.28	0.25
Treonina, %	0.80	0.75
A.Linoléico, %	3.25	3.48
Calcio, %	0.90	0.82
Fósforo disponible, %	0.42	0.39

Granjas El Recreo - Carioca. Buga, Valle.

CUADRO 8
DIETAS EXPERIMENTALES PARA CERDOS EN LEVANTE Y CEBA CON BASE
EN NÚCLEO HARINA DE YUCA (82%) - SOYA TOSTADA (18%)*

	TESTIGO (HARINA)		NÚCLEO YUCA-SOYA (PELETIZADA)		NÚCLEO YUCA SOYA (HARINA)	
	LEVANTE	CEBA	LEVANTE	CEBA	LEVANTE	CEBA
Sorgo	76.90	82.58	—	—	—	—
Núcleo yuca (82) soya (18)	—	—	65.00	72.20	65.00	72.20
Soya tostada	—	—	27.66	20.72	27.66	20.72
Torta de soya	20.55	15.03	—	—	—	—
Melaza	—	—	5.00	5.00	5.00	5.00
Fosfato cálcico	1.40	1.24	1.27	1.09	1.27	1.09
Carbonato cálcico	0.65	0.55	0.55	0.45	0.55	0.45
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Metionina	0.04	0.04	0.10	0.09	0.10	0.09
Premezcla vit-min Nutribal	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

COMPOSICION NUTRICIONAL:		
	LEVANTE	CEBA
E. Metabolizante, mcal./kg.	3.300	3.300
Proteína, %	16.0	13.5
Metionina, %	0.25	0.22
Metionina + cistina, %	0.48	0.4
Triptofano, %	0.19	0.18
Lisina, %	0.78	0.67
Calcio, %	0.82	0.83
Fósforo disponible, %	0.38	0.36

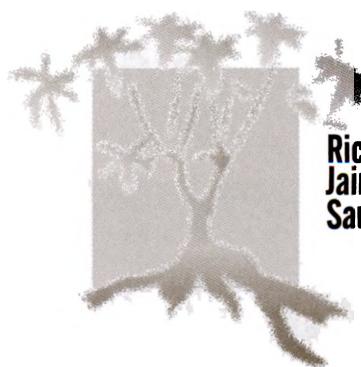
* Granja Tribilandia. Medellín, Antioquia.

CUADRO 9
RESULTADOS EN EL RENDIMIENTO DE CERDOS EN LEVANTE Y CEBA *

	Polibanda	Polibanda	Restra
LEVANTE:			
No. inicial	43	43	42
No. final	42	43	40
Peso inicial, kg.	28.91	27.37	26.50
Peso final, kg.	51.55	52.91	53.00
No. días	36	41	49
Ganancia diaria, kg.	0.63	0.62	0.54
Consumo total/cerdo, kg.	63.43	62.74	77.77
Consumo diario/cerdo, kg.	1.76	1.53	1.59
Alimento/ganancia	2.80	2.45	2.94
CEBA			
No. inicial	42	43	40
No. final	41	43	40
Peso inicial, kg.	51.56	52.91	53.00
Peso final, kg.	100.29	92.58	90.32
No. días	62	56	48
Ganancia diaria, kg.	0.78	0.71	0.78
Consumo total/cerdo, kg.	155.49	110.42	118.62
Consumo diario/cerdo, kg.	2.51	1.97	2.47
Alimento/ganancia	3.20	2.78	3.18

* Granja Tribilandia. Medellín, Antioquia.

AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA FERMENTACIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA



**Ricardo Muskus;
Jairo Salcedo M. y
Saúl Sarria G.**

AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA FERMENTACIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA

RICARDO MUSKUS

JAIRO SALCEDO M.

SAÚL SARRIA G.

La yuca (*Manihot esculenta Crans*) es una planta originaria de América del Sur; se encuentra también en el sur del continente asiático y en el sur del africano. La yuca es principalmente utilizada en la alimentación humana en todos los países donde es cultivada, pero también se emplea cada vez más en la obtención de almidón, glucosa líquida, alcohol y diversos productos fermentados.

Constituye la principal fuente de alimentación de más de 300 millones de personas, en los países tropicales. Y el 70% de la producción es utilizada en varias preparaciones de alimentos. Las raíces de la yuca son incorporadas en la dieta alimenticia de diferentes formas; el uso directo por cocción es la práctica más común en la mayoría de los países; en otros, es fermentada antes de ser utilizada en la preparación de alimentos. En América Central y América del Sur, alrededor del 40% de la producción de yuca es destinada al consumo humano.

Las principales partes de la planta de yuca madura, expresadas como parte total de ésta son: hojas, 6%; tallo, 44%, y raíz, 55%. Las raíces tienen una composición promedio de 60-65% de humedad, 30-35% de carbohidratos, 1-2% de proteínas y un bajo contenido en vitaminas y minerales (Balagopalan, 1988)

El almidón que se produce en nuestra región puede recibir un proceso de fermentación para transformarlo en almidón agrio, el cual es empleado en la preparación de productos horneados como el pandebono, pandeyuca, etc., alimentos básicos de la población de varios departamentos del país.

En este proceso de fermentación, el almidón nativo sufre algunos cambios en sus propiedades fisicoquímicas: el almidón fermentado es más soluble y su poder de hinchamiento aumenta. Cuando una suspensión acuosa de almidón es calentada, la pasta formada es menos viscosa que la del almidón dulce (sin fermentar). (Nakamura, 1975)

Aunque el proceso ha sido usado por muchos años en algunas áreas rurales del país, los mecanismos de la fermentación son poco conocidos, pero

las modificaciones producidas durante el proceso imparten ciertas características de sabor, textura y volumen (expansión) a los productos panificados. Estas características no pueden ser obtenidas cuando el almidón agrio es remplazando por el almidón natural no fermentado (Cárdenas, 1980).

La fermentación surge como una alternativa para incrementar el valor nutritivo del almidón, al aumentar el porcentaje de proteína, lo cual es importante si se considera la deficiencia proteica de los productos de yuca (Cereda, 1986).

La fermentación también favorece la eliminación de compuestos cianogénicos, los cuales están presentes en la raíz como glucósidos cianogénicos, que se descomponen en cianuro por la acción de una enzima endógena, la linamarasa (Nartey, 1978). La desintegración de la raíz, la extrusión del jugo y la posterior eliminación del agua sobrenadante, permiten la hidrólisis de los cianoglucósidos por volatilización y solubilización. La hidrólisis enzimática y no el bajo pH es el responsable de la detoxificación de cianoglucosidos durante este proceso (Ikediobi y Onyike, 1982).

La fermentación tradicional del almidón se realiza bajo techo, en tanques rectangulares de cemento, durante tres o cuatro semanas, dependiendo de la activación de los microorganismos presentes, del inóculo utilizado y del medio ambiente. El final del proceso de fermentación es determinado por su sabor y olor característicos, sin seguirse ningún otro tipo de análisis, ya que tampoco existen normas de calidad que rijan el proceso.

El principal problema que afronta la agroindustria del almidón es la variación de la calidad final del producto; ya que el proceso de fermentación es natural, es imposible obtener un producto con las mismas características, aun teniendo el mismo origen.

Así, pues, son necesarios el estudio de todo el proceso de fermentación, la identificación de un inóculo apropiado y el respectivo control de dicho proceso, para producir el almidón agrio con unas condiciones de calidad determinadas y controladas.

OBJETIVOS

GENERALES

Estandarización y caracterización del proceso de fermentación para la obtención de almidón agrio.

ESPECÍFICOS

- Aislar y caracterizar las diferentes cepas naturales presentes durante el proceso de fermentación de almidón agrio, a partir de yuca, determinando su actividad enzimática y condiciones de fermentación.
- Aislar las diferentes cepas naturales, a partir del proceso de fermentación.

- Evaluar las variables que intervienen en el proceso de fermentación, pH, agitación, oxígeno disuelto, temperatura, cantidad de inóculo, crecimiento celular y calidad del producto y producción de metabolitos y ácidos orgánicos.

- Determinar la cinética de fermentación.

METODOLOGÍA

DETERMINACIÓN DE LA VARIEDAD DEL INÓCULO

El inóculo tomado de los canales de sedimentación de proteínas será sometido a pruebas de tinción e identificación morfológica celular, con el fin de describir las características más importantes de los grupos de microorganismos encontrados. Se utilizarán medios de cultivo selectivo para establecer la variedad microbiana introducida al sustrato.

PRUEBAS BIOQUÍMICAS.

Las cajas de petri inoculadas con los microorganismos serán sometidas a pruebas como: test de amilasa, catalasa, oxidasa, motilidad y producción de gas.

TEST PARA AMILASA.

Se siembra una muestra del cultivo por analizar en el centro de una caja de petri, con agar almidón. Se incuba a 35° C. durante 48 horas. Después, se vierte la solución de yodo sobre el agar para detectar la presencia o ausencia de almidón. El almidón reacciona con el yodo, para dar un color púrpura.

Si el almidón ha sido degradado cerca de la colonia después de la adición del yodo, aparecerá una área clara al rededor de la colonia. La presencia de una área clara indica un test positivo para la producción de amilasa. Las cajas deben ser observadas inmediatamente después, puesto que el complejo colorimétrico tiende a desaparecer.

TEST PARA CATALASA.

La catalasa es una enzima intracelular, la cual cataliza el rompimiento del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno. La presencia de la enzima es detectada al adicionar unas gotas de H₂O₂ al 5% a una colonia y observar la producción de O₂, lo cual es considerado como un resultado positivo.

TEST DE OXIDASA.

Determina la capacidad para oxidar aminas aromáticas a productos coloreados. Esto es realizado mediante la adición de unas gotas de reactivo oxidasa a una colonia. Si la colonia vira rápidamente a púrpura oscura, es considerado como un test positivo.

PRODUCCIÓN DE GAS.

Es notada al colocar un tubo Durhan en cada tubo de ensayo que contenga caldos ricos en carbohidratos. El gas formado es retenido en el tubo, lo cual indica que la muestra es positiva.

PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO SELECTIVOS

Estos medios serán preparados teniendo en cuenta los valores descendentes de pH presentes en los tanques de fermentación. Se realizará un enriquecimiento con sales y almidón en una concentración preestablecida. Los microorganismos que se desarrollen en los medios de cultivos selectivos serán conservados, con la finalidad de obtener un cepario.

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL SUSTRATO

Al almidón procesado y seco se le realizarán mediciones de azúcares totales, azúcares reductores, porcentaje de proteínas, porcentaje de amilosa y amilopectina en solución y PH, además las pruebas fisicoquímicas para la determinación de la calidad del producto.

DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA DE CRECIMIENTO, CALIDAD DEL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN DE METABOLITOS

La velocidad de reacción celular se desarrollará a partir de las mejores condiciones establecidas en el proceso de fermentación:

- Se analizarán los fenómenos de difusión de sustrato hacia los flóculos microbianos.
- La velocidad de consumo de sustratos y producción de metabolitos secundarios.
- Velocidad de crecimiento de microorganismos.
- Determinación de un modelo cinético para el crecimiento celular y consumo de sustrato.

• Los análisis de calidad del producto:

Azúcares reductores.

Azúcares totales.

Fibras.

Proteínas.

Amilosa.

Amilopectina.

Acidos orgánicos.

Viscosidad.

Indice de hinchamiento del almidón.

BIBLIOGRAFÍA

BALAGOPALAN C., PADMAJA S., MOORTHY N.S., (1988), Cassava in food. Feed and industry. CRC Press Inc. Florida USA

CEREDA M.P (1973), Algunos aspectos da fermentacao da fecula de mandioca. Facultad de Ciencias Agronomicas, Botocatu, Brasil

ESCOBAR C.A., MOLINARI J., (1990). Tesis de grado: Obtención de parámetros para la evaluación de la calidad de un almidón agrio de yuca

IMPEY C.S., PHILIPS B.A (1984), Maintance of anaerobic bacteria, Academic Press. London, Inglaterra

**PRODUCCIÓN DE CERDOS
A PARTIR DE YUCA SECA
INTEGRACIÓN DE CADENA PRODUCTIVA
EN BÚSQUEDA DE LA COMPETITIVIDAD**



**Gloria Inés Henao V.
José Félix Montoya S. y
Reinaldo Alberto Rojas C.**

PRODUCCIÓN DE CERDOS A PARTIR DE YUCA SECA. INTEGRACIÓN DE CADENA PRODUCTIVA EN BÚSQUEDA DE LA COMPETITIVIDAD

GLORIA INÉS HENAO VANEGAS^{1/}

JOSÉ FÉLIX MONTOYA SOTO^{2/}

REINALDO ALBERTO ROJAS CORREA^{3/}

ANTECEDENTES

La Costa Atlántica colombiana se ha caracterizado por la producción agrícola dirigida principalmente hacia la industria de alimentos balanceados, la cual utiliza fuentes de energía como maíz, sorgo, subproductos de arroz y yuca, entre otros. Estos productos son transportados desde las zonas de producción hasta los centros transformadores, localizados principalmente en las grandes ciudades del país.

La sabana de Sucre y Córdoba se ha distinguido por la producción de yuca por parte de pequeños agricultores, que la ofrecen a los mercados regionales o a las agroindustrias locales.

Para los años 1996 y 1997 cerca de 34 mil hectáreas han sido cultivadas en esta región del país, de las cuales 1.750 hectáreas han sido destinadas a la obtención de yuca seca.

La producción de yuca seca es una actividad agroindustrial que se desarrolló durante la década de los 80, siendo adelantada por organizaciones campesinas. En la década de los 90, pequeños empresarios adquirieron el dominio del negocio. El proceso de obtención de yuca seca se hace mediante el trozado de las raíces y su posterior disposición sobre pisos de concreto, para que la acción directa de los rayos solares lleve a cabo la deshidratación de los trozos, los cuales son empacados en sacos y despachados a las fábricas de concentrado.

1/ Zootecnista. Gerente empresa comunitaria zooagrícola

2/ Zootecnista. Coordinador regional programa de modernización y diversificación: plan de yuca.

3/ Zootecnista. Gerente cooperativa género.

Desde 1993, organizaciones de pequeños productores y medianos inversionistas, han implementado el sistema de producción de cerdos a partir de la yuca seca. El modelo consiste en integrar la producción de yuca seca a la fabricación de alimento balanceado a escala local. Este alimento es utilizado en planteles de reproducción y de ceba.

ESLABONES DE LA CADENA AGROALIMENTARIA

PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA

Tradicionalmente, la yuca es cultivada por pequeños productores rurales, que siembran variedades para consumo en fresco, las cuales se caracterizan por su alto contenido de almidón y bajos niveles de ácido cianhídrico. Generalmente, el cultivo se hace en forma asociada con maíz o ñame, lo que permite tener poblaciones entre 4 mil y 7.500 matas por hectárea. La producción promedia por hectárea bajo este sistema de cultivo está entre 8 y 10 toneladas de yuca.

Hasta el momento, la industrialización de la yuca con destino a la alimentación animal se realiza a partir de las raíces frescas, las cuales se trozan y esparcen en un patio de concreto. Por efecto de la radiación solar, la humedad del producto se reduce de un 65% a un 12% en un período de 48 horas. Durante este tiempo los trozos de raíz deben ser volteados para obtener un secado uniforme. Dependiendo de la variedad y época de cosecha, el índice de conversión de yuca fresca a seca es de 2.3-2.6 a 1.

La yuca seca es una materia prima baja en proteína, grasa, fibra y cenizas, pero con un alto valor energético, que la hace una materia prima útil en la alimentación de monogástricos.

PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO

La formulación de alimentos balanceados para animales a escala local es una actividad relativamente nueva. La yuca seca se ha convertido en la materia prima principal en las dietas para cerdos.

La producción de alimento balanceado se realiza en una planta de mezclas dotada con molino de martillos. Igualmente, se dispone de tubos de transporte neumático, que conectan al molino con un tanque de molienda. Se requieren, además, una mezcladora, adicionadora de líquidos y tolvas de almacenamiento y empaque.

La selección de materias primas para la formulación de alimento se hace efectuando análisis cualitativos y cuantitativos, en los cuales se evalúan humedad,

impurezas y presencia de micotoxinas. Las materias primas que pasan las pruebas de calidad son almacenadas para su posterior uso. La elaboración de las formulaciones se realiza en forma manual o utilizando la información suministrada por diferentes empresas del país. Una vez establecida la formulación, se seleccionan y pesan los ingredientes, que deben ser molidos y mezclados. El molido de yuca seca es un proceso sencillo y rápido; los ingredientes en forma de harina se mezclan durante un tiempo determinado para favorecer la homogeneización del producto.

La producción de alimento para cerdos usando como fuente de energía yuca seca, da al producto una característica de alta polvosidad, que debe ser controlada con la adición de melaza o grasa animal. Niveles altos de yuca seca dentro de la formulación, favorecen el proceso de peletizado; el almidón actúa como aglutinante, dando a la pastilla una textura firme. De otro lado, la resistencia al paso del producto por la matriz de peletización disminuye, aumentando la vida útil del equipo.

Las formulaciones para cerdos han incluido, además de yuca seca, materias primas tales como torta de soya, harina de carne, torta de algodón, harina de huesos, sal, carbonato de calcio, grasa animal, premezclas de vitaminas y minerales y aminoácidos sintéticos.

La yuca seca ha sido formulada en niveles del 70% para la ceba, 60% para el levante, 65% para la gestación y 56% para la etapa de prelevante.

El alimento elaborado es empacado en sacos de polipropileno de 40 kilogramos de peso, y arrumado para su posterior despacho.

Actualmente, se cuenta con quince organizaciones dedicadas a la ceba, y dos granjas de reproducción, con un consumo potencial de 126 toneladas de alimento concentrado al mes.

El costo del alimento balanceado producido bajo este sistema es aproximadamente un 25% más bajo que los concentrados comerciales distribuidos en la región.

GRANJAS PRODUCTORAS DE LECHONES

Dentro del sistema desarrollado, la explotación porcina se ha dividido en dos etapas: la producción de lechones y los procesos de levante y ceba. En la primera etapa, se cuenta con tres granjas dedicadas a la cría, una de ellas particular y dos instaladas con capital mixto. Estas granjas manejan materiales

genéticos mejorados de alta selección que permiten producir lechones de calidad extra, precoces, con buena conversión alimenticia, que al llegar a adultos presentan una canal con bajo espesor de grasa, estos lechones se obtienen del cruzamiento de razas Yorkshire, Landrace, Large White, Duroc, Pietran y Landrace Belga.

Las granjas de cría o reproducción están localizadas en área rural y cuentan con vías de acceso para vehículos en cualquier época del año. Disponen de agua permanente, vivienda cercana para vigilancia y espacio suficiente para el manejo de desechos.

Las infraestructuras construidas atienden los requerimientos ambientales de los animales. Condiciones como temperatura y humedad son críticas para la producción porcina en el trópico. Las granjas cuentan con galpones de gestación y servicios; en estos galpones las hembras gestantes se disponen en jaulas o en corrales. Cada corral o casilla cuenta con un bebedero automático y un comedero de canoa; las divisiones son en tubería o madera; no existen muros de cierre, para mejorar la ventilación; los pisos son en concreto, con desnivel hacia las canaletas de desagüe. El techo del galpón se construye en palma o aluminio, para un mejor control de temperatura.

Se tienen galpones para partos, donde se alojan las cerdas lactantes, las cuales se colocan en jaulas dotadas de bebedero automático y comedero, además de un refugio para lechones. Los precebos cuentan con jaulas equipadas con bebederos, comederos y pisos plásticos o mallas metálicas. La zona de prelevante tiene muro perimetral para un mejor control de temperatura. Los techos de estos galpones son en palma.

Evaluaciones productivas y reproductivas efectuadas a dos granjas desde agosto 1995 hasta abril de 1997, arrojan los siguientes resultados:

Número de partos/cerdas/año	2.32
Número de lechones nacidos vivos/camada	9.20
Número de lechones destetos/camada	8.00
Peso promedio lechón nacimiento	1.35 kg.
Peso promedio lechón al destete	6.50 kg.
Peso promedio lechón prelevante	18.00 kg.
Servicios por concepción	2.30
Intervalo destete-servicio	8.00 días
Duración lactancia promedio	35.00 días

El alimento preparado con base en yuca seca se ofrece a los animales de acuerdo con criterios técnicos que son ajustados periódicamente, según el estado fisiológico de los animales. Los lechones producidos cuentan con un estricto control sanitario, que se inicia con vacunaciones y desparasitaciones del plantel de reproducción. Al momento del parto, los lechones son atendidos, curándoles el ombligo, descolmillándolos y colocándolos cerca a una fuente de calor; posteriormente, los machos son castrados y, luego del destete, vacunados y desparasitados.

La fase de prelevante tiene una duración de 45 días en promedio; en ésta, los lechones son agrupados en jaulas; cuando alcanzan un peso entre 20 y 25 kilogramos son enviados a las fases de levante y ceba, las cuales son desarrolladas por organizaciones conformadas en su mayoría por mujeres campesinas.

GRANJAS DE LEVANTE Y CEBA

Los grupos asociativos son propietarios de las granjas cebadoras, las cuales son construidas con materiales propios de la región; en su fabricación participan los socios de las organizaciones, mediante el aporte de mano de obra y materiales. El tamaño de las construcciones varían. En la zona existen granjas con capacidad para albergar desde 60 hasta 150 animales en ceba. La localización, las vías de acceso, la disponibilidad de agua, los vecinos y los vientos son algunas de las variables evaluadas al momento de instalar las granjas.

Las granjas carecen de paredes, las divisiones son en madera, los pisos en concreto, los techos, en palma, con armazón en madera; disponen de agua y energía, así como de una pequeña bodega. Cada corral tiene un comedero tipo canoa y bebederos de chupón. Además, se cuenta con tanques de agua de abasto y tanques para depositar el estiércol.

La adquisición de los lechones por parte de la granja de ceba se hace en forma planificada, teniendo en cuenta la disponibilidad de animales en las granjas de cría, cronograma de producción de alimento, fecha probable de mercadeo y sitio de venta. Una vez decidida la ocupación de instalaciones, los lechones son seleccionados, pesados y transportados, registrando los datos para evaluar el comportamiento técnico económico del lote.

En las granjas cebadoras, los animales son clasificados en los corrales, de acuerdo con el peso y el sexo. Durante esta etapa reciben dos tipos de

alimento: levante, que se ofrece desde su llegada hasta los 45 kilogramos, y ceba, desde 46 kilogramos hasta la venta.

Los grupos asociativos tienen una base social entre 12 y 20 mujeres. Para el cuidado de los animales se rotan el trabajo; diariamente una socia se hace cargo de su atención.

El programa de alimentación es restringido; se tiene una ganancia de peso promedio para el levante y la ceba de 602 gramos/día y una conversión alimenticia de 3.6. El tiempo promedio de la ceba es de 115 días, al cabo de los cuales se obtienen animales con 95 kilogramos de peso.

El mercadeo de los cerdos se efectúa en pie. Los animales son despachados a frigoríficos o mataderos locales. Evaluaciones realizadas entregan promedios de 18 milímetros de espesor en la grasa dorsal, lo que permite clasificar los animales producidos bajo este sistema como "extras" o "primera".

Análisis de costos realizados entre los sistemas de producción de cerdos manejados técnicamente en el interior del país y los producidos en la zona de Sucre y Córdoba, usando yuca seca, señalan que este último sistema tiene un costo de producción por kilogramo de carne más bajo, cerca del 7% menos.

APOYO INSTITUCIONAL OFICIAL Y PRIVADO

El establecimiento de este sistema integrado de producción ha sido posible gracias al apoyo del Programa de Modernización y Diversificación del Ministerio de Agricultura, Plan Agroindustrial de Yuca, que ha fortalecido este sistema productivo con la financiación de proyectos en diferentes áreas, beneficiando directamente a organizaciones de mujeres de Sucre y Córdoba. Además, el Fondo DRI apoyó el modelo al iniciarse el programa en 1994. Entidades como el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, Nutribal, Premex, Universidad Nacional-Seccional Medellín y Cencobip han apoyado el desarrollo de este sistema con recursos financieros y técnicos.

Personas como Ismael Rodríguez y Antonio Prada, entre otros, han contribuido a sacar adelante este modelo productivo.

Se hace un especial reconocimiento a las organizaciones que conforman este modelo productivo, por el trabajo desarrollado hasta la fecha.

**FORMULACIONES UTILIZADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO CONCENTRADO
USANDO YUCA SECA**

Yuca seca	60.00	70.00	65.00	56.00
Torta de soya	22.00	7.00	18.00	33.00
Harina de carne	6.00	7.00	8.00	6.00
Torta de algodón	6.00	10.00		
Harina de hueso	3.00	0.70	4.00	2.00
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50
Carbonato	0.63	1.30	1.00	
Premezcla	0.30	0.25	0.25	0.50
Lisina	0.13	0.12	0.04	0.28
Bacitracina	0.03	0.03	0.03	0.03
Sebo	4.00	4.00	4.00	4.00
Sulfato de hierro	0.05	0.05		
TOTAL MAT.PRIMA	102.63	100.95	100.82	102.31
Proteína calcul %	17.00	13.10	14.25	19.29
Energía met/kg alimento (kcal)	3.07	3.06	3.04	3.14

Fuente: Registros Empresa Comunitaria Zooagícola. Sincelejo

Con la formulación de levante y ceba se engordaron 926 cerdos entre agosto de 1996 y abril de 1997, en seis granjas comerciales, localizadas en los departamentos de Sucre y Córdoba.

Las ventas totales ascendieron a \$106.928.740. Los despachos de los cerdos se efectuaron a las ciudades de Medellín, Cartagena y Barranquilla.

**COMPORTAMIENTO DE CERDOS EN CEBAS
UTILIZANDO YUCA SECA DENTRO DE LA FORMULACIÓN.**

LOTES EVALUADOS ENTRE AGOSTO DE 1996 Y AGOSTO DE 1997

Número de animales: 310.
 Número de granjas: 4 (Sincelejo, Corozal, Toluviejo y Chinú).
 Peso promedio inicial: 26.6 kg.
 Peso promedio final: 94.1 kg.

ANÁLISIS DE COSTOS CERDOS EN CEBA: 169 CERDOS EVALUADOS EN 4 GRANJAS (COROZAL, TOLUVIEJO, CHINÚ)

PRODUCCIÓN DE CERDOS: ALIMENTO BASE YUCA SECA. COSTA ATLÁNTICA - ENERO A JULIO DE 1997

RUBRO	VALOR	%
Lechón	54.731.25*	41.54
Alimento	64.189.90	48.73
Fletes y mercadeo	4.300.00	3.26
Drogas	1.479.00	1.12
Alojamiento	1.902.00	1.44
Mano de obra	3.222.00	2.44
Mortalidad	1.900.00	1.44
TOTAL	131.724.15	99.97

Precio prom venta finca	\$ 1.441.00
Utilidad	\$ 3.874.00
Punto de equilibrio en finca	\$ 1.407.57
Conversión	3.62
Consumo	245.75
Ganancia/día (kg.)	0.61
Valor kg. alimento	261.20
Peso final cerdo (kg.)	94.1
Punto de equilibrio venta Medellín	1.487.00

* Lechón de 21 kg. de peso

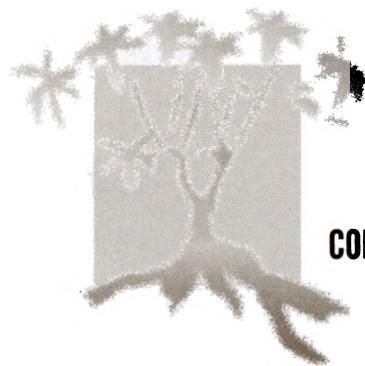
**PRODUCCIÓN DE CERDOS: ALIMENTO CONCENTRADO COMERCIAL.
INTERIOR DEL PAÍS - OCTUBRE DE 1996.**

Lechón	48.720.00**	30.43
Alimento	94.071.00	58.69
Fletes y mercadeo	7.649.00	4.77
Drogas	724	0.45
Alojamiento	3.728.00	2.32
Mano de obra	2.049.00	1.27
Mortalidad	3.143.00	1.96
TOTAL	160.084.00	99.89

Precio prom. Medellín	\$ 1.398.00
Utilidad	\$ (20.482.00)
Punto de equilibrio	\$ 1.603.00
Conversión	2.85
Consumo	227.94
Ganancia/día (kg.)	0.78
Valor kg. alimento	412.70
Peso final cerdo (kg.)	100.00

** Lechón de 21 kg. de peso

PROCESO DE DESARROLLO DE LA CROQUETA DE YUCA



CONGELAGRO S.A.

PROCESO DE DESARROLLO DE LA CROQUETA DE YUCA

CONGELAGRO S.A.

Congelagro S.A., pertenece al Grupo Asen, conglomerado de empresas enfocadas al desarrollo agrícola en Colombia, mediante apoyo al agricultor. Las demás compañías son: Productos Margarita, Ecocampo, Pasabocas Margarita y La Marquesa.

Congelagro, líder en la industrialización y comercialización de productos prelistos congelados, ofrece al cliente diferentes alternativas como: papa a la francesa (en diversas presentaciones), mazorca, arepas y empanadas, patacones, papa criolla, verduras congeladas, papa casera. Día a día, esta empresa ofrece nuevos productos para los mercados nacional e internacional.

En el año 96, Congelagro lanzó al mercado su producto líder: la croqueta de yuca, que responde a las necesidades de un mercado que consume yuca en diversas presentaciones. Su puesta en el mercado se hizo previa investigación, que comprendió las siguientes etapas: selección de ideas, prueba de concepto, análisis técnico-económico, idea más factible, elaboración del prototipo, factibilidad y diagnóstico del mercado, prueba del producto, montaje de la planta y lanzamiento e introducción.

Los principales inconvenientes que encontró la croqueta de yuca fueron: falta de tecnología apta para el producto, carencia de estabilidad en la materia prima, falta de estandarización en el sitio de cultivo y desconocimiento de flexibilidad en el proceso productivo.

Se pudieron identificar varias necesidades derivadas del aumento de la demanda, a saber: dominio del proceso, producción constante durante el año, posibilidades de crecimiento (150 toneladas mensuales en la actualidad; 250 toneladas mensuales en el primer semestre del 98, y 600 en el segundo) y tecnificación del cultivo.

Congelagro S.A. ha diseñado un plan para ser desarrollado a escala de finca, el cual tiene que ver con: ubicación de las grandes zonas productoras de yuca, formación de centros de acopio y montaje de una futura línea de yuca en las costas cercanas a los puertos, para facilitar su exportación.

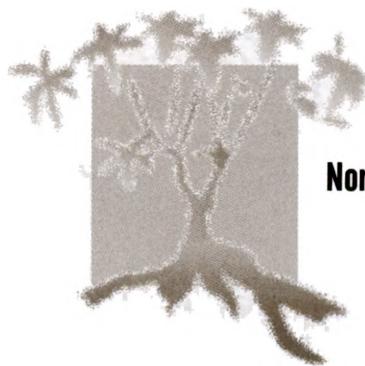
Ahora bien, la empresa también tiene una estrategia de producción, cuyos puntos centrales son: apoyo agrícola a Colombia, creación del Club de Agricultores de Yuca, garantía de asistencia técnica, preproceso en el centro de acopio o en la planta de yuca, transformación en planta y mercadeo satisfecho.

¿Cuáles son las fortalezas de la compañía? 1) Soporte tecnológico, 2) Investigación continuada, 3) Vínculos tecnológicos, 4) Beneficios de investigación en finca, incentivo agrícola a través de Ecocampo -líder en apoyo al cultivador-, 5) Proceso integrado, y 6) Rentabilidad constante.

Con relación al Programa de Incentivo Agrícola, Congelagro trabaja en forma integrada con entidades como el Ministerio de Agricultura, el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat; la Corporación Colombia Internacional, CCI, Colciencias, etc., con miras al desarrollo de cultivos, nuevas variedades, ampliación de zonas de cultivo y a mantener una investigación continuada.

Finalmente, al agricultor se le garantiza: a) compra de la cosecha, b) posibilidad de contacto continuo con la industria, y c) extensión a otros productos, como plátano, papa criolla y mazorca.

**AVANCES DE INVESTIGACIÓN
DEL BARRENADOR DE LA YUCA
EN LA REGIÓN CARIBE**



Nora C. Jiménez Mass

AVANCES DE INVESTIGACIÓN DEL BARRENADOR^{*/} DE LA YUCA EN LA REGIÓN CARIBE

^{*/}*CHILOMIMA CLARKEI* (AMSEL) LEPIDOPTERA: PYRALIDAE

NORA C. JIMÉNEZ MASS^{1/}

En el presente proyecto, se consideran las siguientes actividades para investigar en dos años:

ACTIVIDAD O SUBPROYECTO 3

ESTUDIOS BÁSICOS SOBRE BIOLOGÍA, COMPORTAMIENTO Y DAÑO DE *CHILOMIMA* EN YUCA

ACTIVIDAD O SUBPROYECTO 4

ESTABLECIMIENTO DEL CONTROL INTEGRADO DE *CHILOMIMA*: NATURAL, BIOLÓGICO, CULTURAL Y QUÍMICO CON INSECTICIDAS CONVENCIONALES DE BAJA TOXICIDAD E INSECTICIDAS NO CONVENCIONALES (EXTRACTOS VEGETALES, ACEITE, ETC.).

LOGROS DURANTE EL AÑO 1

- Ciclo de vida: Descripción de cada estado: huevo, larva, pupa y adulto.
- Estudios de comportamiento de *Chilomima* en tres arreglos de yuca/maíz en dos semestres en dos localidades.
- Establecimiento de parcelas para inicio de estudios de daños.
- Inicio de “cría” masiva de adultos de *Chilomima* para infestaciones artificiales como punto de partida para estudios de capacidad de daño, preferencia, eficiencia de *Trichogramma*, insecticidas no convencionales, etc., y posteriormente validación en campo.
- Inicio de colecta de organismos benéficos.

1/ I. A. M. Sc en Entomología. Corpoica Regional 2

ACTIVIDAD O SUBPROYECTO 3

ESTUDIOS BÁSICOS SOBRE BIOLOGÍA, COMPORTAMIENTO Y DAÑO DE *CHILOMIMA* EN YUCA 1996-1997

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN EN *CHILOMIMA*

En el orden Lepidóptera, la familia *Pyralidae* es la única reportada que ataca el tallo de yuca, *Eldana sacharina*. Registrada por Le Fevre en Zaire (1944), no ha sido mencionada; ha sido registrada como una plaga importante. Dos especies de piralidos son ahora una plaga importante en Suramérica; *Chilozela bifilalis* y *Chilomima clarkei* (Lohr B.).

El barrenador del tallo de la yuca, conocido como plaga importante desde la década de los 70, ha motivado la realización de investigaciones básicas, principalmente en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Ciat, en el Centro de Investigaciones de Carimagua (Meta, 1978) y en el Centro de Investigaciones Nataima (Tolima, 1985).

Según Lohr (1981), esta plaga varía entre 9 y 12 estados larvales, dependiendo de las condiciones de temperatura, con un ciclo de vida en promedio de 65.4 días. En el mismo trabajo, en la estación de Carimagua, se encontró que el período de mayor ataque fue el comprendido entre 1978 y 1980, en los meses de abril a junio, con un promedio de 1.4 larvas por planta. Este período coincide con los meses de alta precipitación.

También, en dicho trabajo se pudo observar que el insecto manifestó alguna preferencia varietal y que su desarrollo se vio influido significativamente por la variedad de yuca. El tiempo entre la oviposición y el inicio de la penetración varió entre 13.9 días con la variedad Llanera y Mven 77, y 15.7 días con la CMC40. Las larvas se desarrollaron más rápido sobre las variedades Llanera y Mcol 638, con un desarrollo rápido (43.3 y 45 días respectivamente), contrastando con un desarrollo más lento en las variedades CMC40 (52 días) y HMC2 (48.8 días).

En estudios posteriores realizados por Gold, Altieri & Bellotti (1990) sobre el cultivo de yuca en asocio con maíz y frijol caupí, con evaluaciones a los 17, 35 y 45 semanas después de siembra en Nataima, esta mostró que para el sistema en asocio la plaga aparece después de las 35 semanas y en monocultivo después de 17 semanas, con una mayor incidencia en el asocio con un material de yuca regional en comparación con CMC-40.

En estudios de daño económico, realizados también por B Lohr, con infestaciones artificiales y dos niveles de ataque (16-20 y de 8-12 larvas/planta) y un tratamiento de daño simulado partiendo los tallo a los cinco meses, se encontró una reducción significativa de 62, 45 y 4%, respectivamente en el rendimiento de raíces de yuca.

Aunque el ciclo de vida de *Chilomima clarkei* había sido estudiado en 1980 por B. Lohr del Ciat, para el presente proyecto se repitió bajo las condiciones de laboratorio del Centro de Investigaciones El Carmen, para apoyar los trabajos de manejo integrado de *Chilomima* y, sobre todo, para encontrar los cuellos de botella en la multiplicación masiva del insecto a partir de cosecha de estacas infestadas. Se le encargó al ingeniero agrónomo Carlos Julio Herrera, contratado de tiempo completo durante un año, la investigación de los puntos relacionados con *Chilomima*. Este ciclo de vida se debe repetir bajo condiciones de campo, utilizando infestaciones artificiales de estacas de yuca que permitan la toma de un mínimo de 10 muestras destructibles cada dos días, para determinar así con más precisión la duración de cada instar.

Vale la pena enfatizar que se deben registrar los datos meteorológicos como temperatura, humedad relativa, radiación, precipitación, punto de rocío, etc.

METODOLOGÍA

Los trabajos de laboratorio se llevan a cabo en el C.I. El Carmen de Bolívar (Bolívar), mientras que los de campo se realizan en los municipios de Los Palmitos (Sucre) y El Carmen de Bolívar (veredas San Jaime y Los Cedros, respectivamente). En San Pedro (Sucre), se sembraron en el semestre A/97 unas parcelas para estudio de comportamiento, pero el fenómeno de El Niño impidió el establecimiento del maíz.

BIOLOGÍA DEL BARRENADOR DE LA YUCA

La presente metodología está basada en el trabajo realizado por Villegas A. (1985) sobre otro barrenador de la yuca, *Lagocheiros eranciformis*.

Los adultos del barrenador, *Chilomima clarkei*, se confinaron en frascos de vidrio (20 cm de alto por 15 cm de ancho), en los que se introdujeron estacas de yuca, las que fueron cambiadas a las 24 horas; luego, estas, con huevos, eran colocadas en otro frasco de iguales características, en espera de la eclosión.

Las larvas recién emergidas se colocaban en estacas sanas de yuca (de 8 cm de largo), cerca a una yema activa. Cuando estas iniciaban la penetración a la estaca, se colocaban en una cavidad practicada en el tejido interno del tallo.

Las estacas se cortaban longitudinalmente por la mitad, y cuando era necesario cambiarlas, se pasaba la larva a una estaca de reserva a la cual se le hacía una galería, tratando de no causar disturbios en su hábitat y comportamiento.

Cada día se realizaban las observaciones de los cambios de los estados larvales tanto cuando permanecían las larvas sobre la estaca o tallo de yuca, como también cuando se encontraban dentro del mismo, para lo cual se abría la estaca para observar si estas se habían mudado o no, lo cual se comprobaba por los residuos de la cápsula cefálica que quedan después de realizar el cambio de instar.

Para determinar los diferentes eventos del comportamiento de *Chilomima* sólo registramos los siguientes: momento de la eclosión, inicio de la formaciones de la cobertura larvar, formación de la "cobertura larval" definitiva, inicio de la perforación del tallo, permanencia dentro del tallo y emergencia del adulto.

El estado pupal se estudió dentro de la misma estaca, ya que el empupamiento se realiza en una cámara elaborada por la larva (pupario).

ESTUDIOS DE COMPORTAMIENTO DE *CHILOMIMA* EN CAMPO

Con base en la discusión que se llevó a cabo en el Ciat a principios de 1996 con los entomólogos de yuca, A. Bellotti, Lincoln y B. Arias, Alvaro Mestra (ICA) y Nora Jiménez (Corpoica), se bosquejó una metodología que permitiera determinar si *Chilomima* prefiere más el monocultivo yuca o el arreglo yuca/maíz en la relación 1:1, 1 surco de yuca y 1 de maíz, o si el arreglo 2:1, 2 de yuca y 1 de maíz. También se requería comprobar si prefería más los bordes que el centro y qué cultivos de bordes podrían disuadirla *Chilomima* de estacas de las parcelas de yuca.

Los estudios de comportamiento se hicieron en los dos semestres y en dos localidades: Carmen de Bolívar y en Los Palmitos (Sucre). Se trabajó con diferentes arreglos del cultivo de yuca; el primer arreglo fue en monocultivo (1x1m.), los otros dos fueron el intercalamiento con maíz, con una distancia de siembra de 1.2x1m. en diferentes tipos de arreglos; uno, dejando una calle por medio de maíz (relación yuca/maíz 2:1), y el otro, en calles seguidas (1:1).

Se utilizaron las variedades de yuca (Venezolana) y de maíz (ICA V-156), con las cuales se sembraron parcelas de 1.296 m². Este ensayo se realizará en cada semestre del año (2 siembras por año). En cada parcela se trazaron ocho líneas imaginarias que van desde el borde de la parcela hacia el centro de la misma en forma de "asterisco", y se realizaron las observaciones en todas las plantas que están en dicha línea. (Ver mapa de campo).

En cada evaluación, que se realiza cada 15 días o dos por mes, se revisa cada planta y se registra el número de perforaciones por planta, ramas partidas, número de tallos por planta. En el segundo ciclo, se registra el nivel de la planta atacada (tercio alto, medio o bajo o tocón). Todas las plantas y líneas imaginarias son las mismas en todas las evaluaciones durante todo el ciclo del cultivo. También se registrará la fecha en que deja de ser un cultivo intercalado y pasa a ser un monocultivo con otra densidad de siembra como resultado de la cosecha de maíz.

INICIO DEL ESTUDIO SOBRE DAÑO DE *CHILOMIMA*

Para estudiar el efecto del número de perforaciones de *Chilomima* en las diferentes etapas fenológicas de la yuca, se planeó infestar artificialmente las estacas de yuca con diferente número de larvas, trabajo que está pendiente del ajuste de la metodología de la "cría" masiva de *Chilomima*. Posiblemente se va a iniciar en 1998.

Con relación al efecto en rendimiento de raíces de la siembra de semilla de yuca (estacas) con 1.2 y más de 3 perforaciones viejas de *Chilomima* y en ausencia de larvas, se sembraron parcelas (un arreglo en un diseño de BCA) de 26 plantas por parcela (4x4 metros), a una distancia de 1x1. Ver mapa de campo con los siguientes tratamientos:

1. Semilla tratada con una perforación.
2. Semilla no tratada con una perforación.
3. Semilla tratada con dos perforaciones.
4. Semilla no tratada con dos perforaciones.
5. Semilla tratada con tres perforaciones.
6. Semilla no tratada con tres perforaciones.
7. Semilla sana tratada (testigo).
8. Semilla sana no tratada (testigo).

La siembra se hizo en el C.I. El Carmen, el 6 de mayo de 1997 (ver mapa de campo anexo). Las observaciones por realizar son:

1. Porcentaje de germinación 15, 20, 25, 30 días.
2. Vigor de la planta en verano e invierno.
3. Altura de la planta cada 60 días hasta cosecha.
4. Registro periódico de los problemas fitosanitarios.
5. Todas las parcelas se mantendrán en lo posible con cero ataque de *Chilomima*.
6. Rendimientos de raíces comerciales y no comerciales.
7. Materia seca y porcentaje de almidón.

MAPA DE CAMPO

ENSAYO DE COMPORTAMIENTO DEL BARRENADOR DEL TALLO DE YUCA

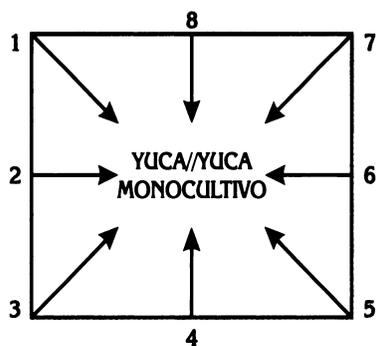
LUGAR: VEREDA LOS CEDROS - MUNICIPIO DE EL CARMEN DE BOLÍVAR

PROPIETARIO: ALEJANDRO ALVAREZ

FECHA SIEMBRA: SEPTIEMBRE 18 DE 1996

VARIEDAD DE YUCA: VENEZOLANA • VARIEDAD DE MAÍZ: V-156

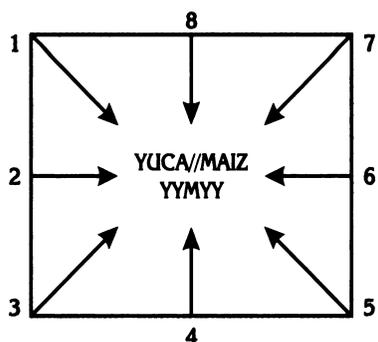
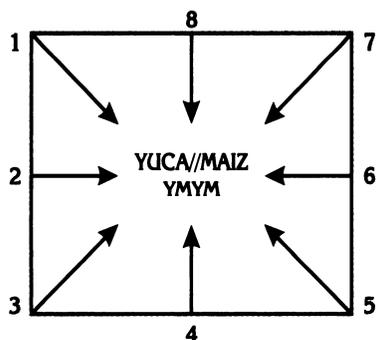
ENTRADA



DISTANCIA DE SIEMBRA

YUCA//MAIZ: 1.2 X 1.0 Mts.

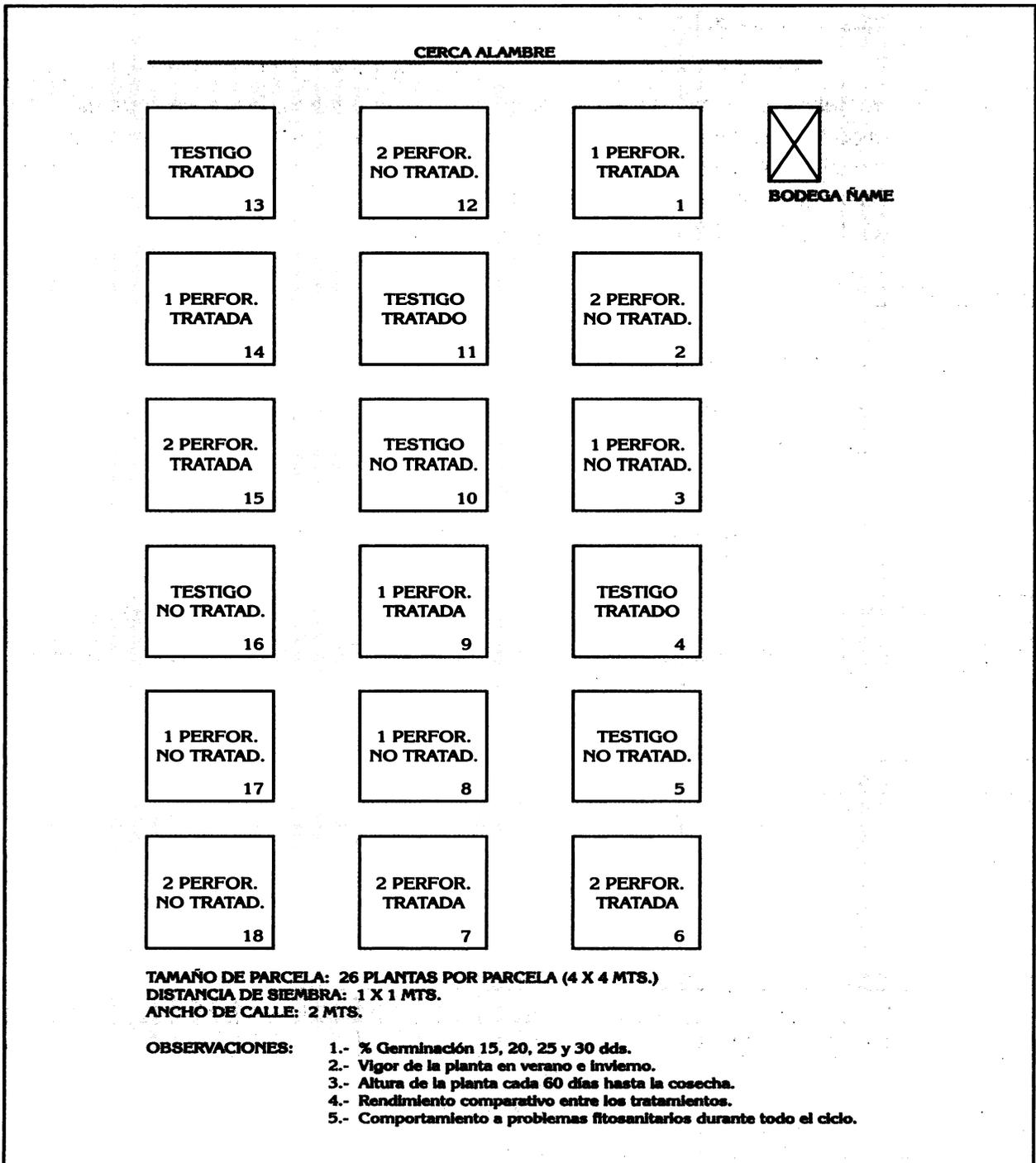
YUCA/YUCA: 1.0 X 1.0 Mts.



MAPA DE CAMPO

ENSAYO SOBRE PRUEBA DE RENDIMIENTO DE MATERIAL PROVENIENTE DE ESTACAS ATACADAS POR EL BARRENADOR DEL TALLO DE LA YUCA

LUGAR: C.I. EL CARMEN DE BOLÍVAR - LOTE 9
FECHA SIEMBRA: MAYO 6 DE 1997



CRÍA MASIVA DEL BARRENADOR DEL TALLO *CHILOMIMA CLARKEI*

Se realizaron visitas a lotes de yuca donde se reportaban ataques del barrenador, principalmente, en el municipio de San Pedro (Sucre), y se inició la recolección de tallos de 1 metro, con perforaciones donde se observaba el “aserrín” o “ripio” fresco (coloración crema o blanquecina), lo cual garantizaba que la larva estaba dentro del tallo.

Los tallos recolectados se colocaban dentro de una jaula malla de estructura metálica, de 1.5x1.0 metros, para así obtener adultos, los cuales eran llevados a otra jaula de igual característica, donde se encontraba el sustrato de oviposición, consistente en estacas de yuca de 40 cm de largo, sembradas en bolsas plásticas. El proceso de la obtención de adultos a partir de huevos colocados por mariposas en la jaula podría demorar mínimo 120 días.

RESULTADOS

CICLO DE VIDA DEL BARRENADOR DE LA YUCA

En la Tabla 1 se resume la duración promedio de cada estado, huevo, larva, pupa y adulto.

TABLA 1.
CICLO DE VIDA DE *CHILOMIMA CLARKEI*
DURACIÓN EN DÍAS DE CADA ESTADO

No. Obs.	Estadio		Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
17	HL1	Huevo a larva 1	4.00	4.00	4.00	0.00
	L1L2	Larva 1 a larva 2	2.00	4.00	2.82	0.88
	L2L3	Larva 2 a larva 3	3.00	6.00	4.64	0.99
	L3L4	Larva 3 a larva 4	2.00	4.00	3.23	0.56
	L4L5	Larva 4 a larva 5	5.00	8.00	6.52	0.79
	L5L6	Larva 5 a larva 6	6.00	8.00	7.23	0.75
	L6L7	Larva 6 a larva 7	5.00	7.00	6.35	0.60
	L7L8	Larva 7 a larva 8	6.00	11.00	8.35	1.96
	L8L9	Larva 8 a larva 9	3.00	11.00	5.70	2.51
	L9LP	Larva 9 a pupa	2.00	5.00	3.41	0.71
	PA	Pupa a adulto	10.00	15.00	13.00	1.73
	VIDA	Huevo-emerg.adulto	63.00	67.00	65.29	1.79

Huevo 1.14 mm. x 0.73 cm.

Coloración: Día 1: Blanco marfil • Día 2: Rosado • Día 3: ídem • Día 4: Amarillo crema.

Duración estado adulto: 5.12 días.

Días totales huevo - adulto: 70.31 días bajo condiciones de laboratorio.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES ESTADOS DEL CICLO DE EL BARRENADOR DEL TALLO DE LA YUCA

• **HUEVO:** Es de forma ovalada, estriado en su parte superior. Su tamaño es de 1.14 mm de largo por 0.73 mm de ancho. Presentó una duración promedia de 4 días. Recién ovipositado es de color blanco marfil, a partir del segundo día toma a un color rosado; un día antes de eclosionar el corión pasa a ser transparente y el huevo se torna amarillo, debido a la coloración de la larva que está lista para nacer. La hembra coloca los huevos en general cerca de una yema activa, tratándola de proteger dentro de una arruga del tallo; a veces los coloca sobre la cicatriz que deja una hoja al caer.

• **ESTADO LARVAL:** Se encontraron 9 estados larvales, que duran un promedio de 49.29 días.

Los 3 primeros estados larvales de *Chilomima* transcurren sobre la superficie del tallo y son de menor duración (17.24 días), en contraste con los restantes instares, que permanecen dentro del tallo a partir del cuarto instar larval.

Con base en las observaciones de la larva en el laboratorio, se apreció, desde el mismo momento de su eclosión, que ésta busca un nuevo sitio para su establecimiento. Durante los primeros estados larvales, *Chilomima* se coloca cerca de una yema activa, escondiéndose en las arrugas de la misma yema. Un día después de la eclosión, inicia la formación de la “cobertura larval”, que consiste en una incipiente y transparente especie de “telaraña”, donde se trata de proteger del medio externo. Bajo esta cobertura de seda inicia el proceso de alimentación, raspando la corteza del tallo, y a medida que se alimenta, sus excrementos o coprolitos son adheridos a las paredes de la “cobertura larval” hasta tener una protección mayor, tapándose totalmente, lo cual tarda 9.52 días en promedio, y a la par que se inicia el fortalecimiento de sus mandíbulas para barrenar, también se va haciendo mayor la cobertura larval. En estas condiciones tarda 13.4 días en promedio, hasta que se empieza a observar el “aserrín” o “ripio” de color blanquecino o crema.

La larva tarda 42 días en el interior del tallo y el adulto emerge dentro de este. También se pudo observar que de 10 a 15 días antes de la emergencia del adulto se detiene la producción de “aserrín”, lo que indica el inicio de la formación de la pupa o el empupamiento de la larva. A partir de ese momento este “ripio” se torna de color carmelita oscuro, con una apariencia típica de la descomposición de los detritos.

En la Tabla 2, se esquematizan los eventos importantes del ciclo de vida de *Chilomima*, y que son de utilidad para afinar el manejo de plaga en campo.

Por ejemplo, si los huevos duran 4 días, significa que los 2 primeros son los más susceptibles para el parasitismo por *Trichogramma*, con relación al período de exposición de la larva en el tallo. Antes de iniciar la perforación se debe tener en cuenta que son las larvas de 1 a 7 días las que podrían ser más susceptibles de control, ya que la cobertura larval o telaraña bajo la cual se cubren no es muy densa todavía; en los siguientes 10 a 24 días, cuando la “telaraña” o cobertura larval es más densa (pero la larva aún no ha perforado el tallo), pueden ofrecer la natural dificultad que tiene todo producto para llegar hasta una larva completamente protegida bajo una cobertura de seda.

Durante el período que permanece larva dentro del tallo (con una especie de “tapón” en el hueco de entrada), la penetración de cualquier producto es casi imposible; por lo tanto, sería ineficiente buscar el control químico de *Chilomima* como barrenador del tallo.

- ESTADO PUPAL: Dura en promedio 13 días. Se estudió dentro de la misma estaca, ya que el empupamiento se realiza en una cámara elaborada por la larva.

La pupa es de color marrón oscuro y brillante, como cualquier otra pupa de lepidóptera. Se puede sexar observando los gonoporos, que son divididos cuando se trata de un macho, y al contrario si la pupa corresponde a una hembra de *Chilomima*.

La pupa se caracteriza por estar dentro de un pupario, que es construido por la larva antes de empupar. La pupa se orienta hacia el orificio de la salida (el mismo de la entrada) para así facilitar la salida del adulto.

- ADULTO: Los adultos presentaron una longevidad promedio de 5.12 días. La emergencia ocurre al finalizar la tarde.

COMPORTAMIENTO DEL BARRENADOR EN CAMPO (CORRESPONDIENTE A LA SIEMBRA DE YUCA SEMESTRES B/96 Y A/97)

Se realizaron 6 evaluaciones en la vereda Los Cedros y 5 en San Jaime, correspondientes a la siembra de yuca semestre A/96. En esta última vereda, se dio como terminado, ya que el desarrollo del cultivo no fue el esperado, debido al fuerte verano. Para siembra de yuca en el semestre A/97, se analizaron los resultados de las evaluaciones de incidencia de *Chilomima* registradas entre julio 21/97 y octubre 6/97.

TABLA 2.
EVENTOS IMPORTANTES EN EL CICLO DE VIDA DE *CHILOMIMA CLARKEI*
BARRENADOR DE YUCA (LEP: PYRALIDAE)

Huevo	Instares larvales				Pupa	Adulto
	1°. al 4°.		5°. al 9°.			
Oviposición a eclosión	Elaboración cobertura larval	Dentro cobertura larval	Proceso perforación tallo	Dentro tallo barrenador		
4 días	7 días	10.24 días	1.6 días	29 días	13 días	5.12 días
	Período más susceptible de ser controlado por insecticidas convencionales	Período de susceptibilidad intermedia		Período muy difícil para ser controlado por insecticidas convencionales		
Susceptibilidad a <i>Trichogramma</i> primeros dos días	Período de susceptibilidad a virus entomopatógeno					

C.I. El Carmen Corpoica Reg. 2 Línea MIP 1996.

Proyecto: MIP Yuca/Maíz - Subproyecto Biología y Comportamiento de *Ch. clarkeyi*.

PREFERENCIA DEL BARRENADOR POR ARREGLO DE YUCA

Los registros quincenales sobre el número de perforaciones del barrenador de la yuca y número de tallo por planta en cada arreglo de yuca/maíz (Y/M 1:1, Y/M 2:1 y monocultivo yuca) en los 2 semestres y en las 2 localidades, se tradujeron a incidencia (porcentaje de daño) de *Chilomima* que se registran en la Tabla 3.

Para las evaluaciones entre noviembre 6/96 y abril 23/97 (evaluador: Carlos Julio Herrera), durante el período de baja precipitación o casi nula, la incidencia de *Chilomima* en el monocultivo es la más baja en las primeras 4 evaluaciones, mientras que es superior a las incidencias de *Chilomima* en los arreglos 1:1 y 2:1 en las evaluaciones de marzo 11 y abril 23/97 en la misma localidad.

El comportamiento de *Chilomima* para las evaluaciones adelantadas de julio 21 a octubre 6/97 (evaluador: Edgar Correa) se observa que el monocultivo yuca presenta incidencia de barrenador muchísimo más alta que los arreglos 1:1 y 2:1.

Con relación a la incidencia de *Chilomima* en el arreglo 1:1, se observa que son mayores en las primeras evaluaciones que la incidencia en el arreglo 2:1. A partir de septiembre, tal vez por el fenómeno El Niño, las incidencias bajan desde antes de la entrada del verano propiamente dicho (finales de noviembre hasta abril del siguiente año). Se anota que las parcelas no recibieron aplicaciones de insecticidas.

**PREFERENCIA DE *CHILOMIMA* POR BORDE O CENTRO DE PARCELAS.
UN ANÁLISIS EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO**

De acuerdo con los siguientes resultados, la preferencia de *Chilomima* por plantas de bordes con respecto a las plantas ubicadas hacia el centro de la parcela no tiene una tendencia definida que permita concluir que los bordes son más atacados que el centro, por lo menos en parcelas de 36 surcos de 36 metros. Por el contrario, en la parcela se encuentran plantas con número de perforaciones similares o superiores a las registradas en las plantas de posición N° 1. Sí se ha observado alguna preferencia de *Chilomima* en borde, aunque esto solamente parece ser cierto en el análisis temporal, es decir, los primeros ataques sí se registran en las primeras 5 posiciones, pero esta preferencia es solamente por menos de 2 semanas, ya que de allí en adelante podemos hablar de generalización de los ataques.

Análisis temporal: Con relación al análisis de la preferencia de *Chilomima* por borde de las parcelas, en el tiempo o a través del desarrollo del cultivo, solamente para el caso de la siembra en el semestre B, de menor presión de *Chilomima*, a partir de la segunda evaluación (noviembre 20/96), se registran las primeras perforaciones en las plantas en posiciones 1, 4 y 6 para el arreglo Y/M 2:1. En la evaluación N° 3 (diciembre 4/96) se registran nuevos ataques en las posiciones 1, 2, 3 y 12 para el monocultivo yuca, en las posiciones 1, 2, 3, 4, 6, 7, 12 y 16 en el arreglo Y/M 1:1, y en las posiciones 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15 y 16 para el arreglo Y/M 2.1, para el resto de las evaluaciones posiblemente por reducción drástica de las lluvias se registraron menos perforaciones.

Para el caso de la siembra del semestre A/97, analizando la evaluación N° 1 de julio 21/97, donde se registra la máxima incidencia de *Chilomima* para ese semestre, se evidencian perforaciones para todas las posiciones, con excepción

TABLA 3.
NÚMERO DE PERFORACIONES DE *CHILOMIMA*, POR ARREGLO DE YUCA/MAÍZ DURANTE 6 EVALUACIONES (NOVIEMBRE/96 - ABRIL/97) EN LOS CEDROS CARMEN DE BOLÍVAR.
(Ev. C.J. HERRERA)

EVALUACION	YUCA/MAÍZ 1:1	YUCA/MAÍZ 2:1	YUCA/MAÍZ 2:2	TOTAL
1	0	0	0	0
2	0	3	0	0
3	9	30	7	46
4	9	46	13	68
5	11	52	25	88
6	20	50	60	130
TOTAL	49	181	105	332

de la 9 y la 11. Con toda seguridad para este semestre faltaron evaluaciones previas a la citada.

Los anteriores resultados permiten discutir que la preferencia de *Chilomima* por borde es cuestión de tiempo y de poco tiempo, es decir, inicia desde los bordes pero en menos de 15 días ha avanzado hacia el centro. Esta información es de utilidad para iniciar los monitoreos en las primeras 10 posiciones del borde, a partir del primer mes de siembra, cada 15 días, pero tan pronto se registren las primeras perforaciones en bordes, las subsiguientes evaluaciones deben ser generalizadas en la parcela, por lo menos, para el caso claro del semestre B y posiblemente sea cierto para el caso del semestre A.

Análisis espacial: La preferencia de *Chilomima* para plantas de posición N° 1 en el borde de las parcelas en los arreglos Y/M sembrados en el semestre A, (Tabla 4), es sólo un punto superior a la cifra en la posición 4 (14) y 2 puntos por encima de las perforaciones totales registradas para las plantas en las posiciones 9 y 11.

Para el caso de la siembra en el semestre B, el análisis de las perforaciones acumuladas por posición en la Tabla 5, indica que las perforaciones registradas para las plantas en posición N° 1 es un punto por debajo de las perforaciones acumuladas para las plantas en posición 7 y similar en las plantas de las posiciones 13 y 15, más bien, están casi en el centro de las parcelas experimentales.

Sólo para el caso de la siembra del semestre B se registra una tendencia a disminuir el número de perforaciones en las posiciones 16 a 18, por lo que se cree que el tamaño seleccionado para las parcelas de investigación en comportamiento de *Chilomima* son muy pequeñas para establecer un gradiente más claro de preferencia del barrenador para atacar de la periferia de los lotes hacia el centro.

TABLA 4.
NÚMERO DE PERFORACIONES DE *CHILOMIMA*, POR ARREGLO DE YUCA/MAÍZ DURANTE 5 EVALUACIONES (NOVIEMBRE/96 - ABRIL/97) EN SAN JAIME - LOS PALMITOS SUCRE
 (Ev. C.J. HERRERA)

1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	3	3	0	6
5	0	5	0	5
TOTAL	3	8	0	11

TABLA 5.

NÚMERO DE PERFORACIONES DE *CHILOMIMA* EN PLANTAS DE YUCA EN POSICIÓN 1-12 DEL BORDE HACIA EL CENTRO DE LA PARCELA, PARA CADA ARREGLO DE YUCA/MAÍZ DURANTE LA EVALUACIÓN (JULIO 21/97) DE MÁXIMA INCIDENCIA, EN EL SEMESTRE A/97* EN LOS CEDROS CARMEN DE BOLÍVAR (Ev. E. CORREA)

Nº PLANTAS EN ORDEN DEL BORDE HACIA EL CENTRO DEL LOTE	YUCA/MAIZ 1:1	YUCA/MAIZ 2:1	YUCA/MAIZ 1:0 MONOCULTIVO	TOTAL
1	4	6	5	15
2	5	1	2	8
3	3	5	1	9
4	4	3	7	14
5	2	2	4	8
6	2	3	6	11
7	-	4	9	13
8	1	2	1	4
9	1	-	7	8
10	3	2	6	11
11	8	-	5	13
12	-	4	5	9
TOTAL				

*Los arreglos fueron sembrados en el semestre A/97.

ESTUDIOS SOBRE DAÑO DE *CHILOMIMA*:

No se tienen resultados sobre este tema, ya que el experimento sembrado en mayo/97 en el C.I. El Carmen de Bolívar no ha sido cosechado todavía.

Sin embargo considero valioso mencionar que antes de que la investigación aclare el verdadero daño de *Chilomima* en las diferentes zonas agroecológicas y por variedades, las decisiones del gobierno para financiar los trabajos de investigación y de extensión para manejo del insecto se harán basándose en datos coyunturales de incidencia de daño, sin correlación con rendimientos o en los registros también puntuales sobre el porcentaje de tallos dañados por diferentes números de larvas y a diferentes meses del cultivo, como lo ilustra Orlando López de Corpoica (Regional 3) en las tablas 6 y 7, las cuales se constituyen en los datos disponibles para ilustrar alguna capacidad de daño de *Chilomima*, más no el verdadero efecto de las perforaciones del tallo en rendimientos.

CRÍA MASIVA DEL BARRENADOR DEL TALLO - *CHILOMIMA CLARKEI*

En las condiciones que se ha realizado, se obtuvo en forma casi continua la emergencia de adultos desde el 4 de diciembre de 1996 con un promedio de

8.28 adultos, pero al final de enero/97 la obtención de adultos fue nula. No se pudo obtener una cantidad favorable de adultos para poder decir que la cría era estable, lo cual pudo ser debido a la duración del ciclo de vida (72 días, aproximadamente) y a la poca longevidad del adulto.

TABLA 6.
NÚMERO PROMEDIO DE PERFORACIONES *CHILOMIMA* EN PLANTAS DE YUCA EN POSICIONES 1-18 DEL BORDE HACIA EL CENTRO DE LA PARCELA, PARA CADA ARREGLO DE YUCA/MAÍZ DURANTE 6 EVALUACIONES (NOVIEMBRE 6/96 - ABRIL 23/97) EN LOS CEDROS CARMEN DE BOLÍVAR (Ev. E. CORREA)

Nº PLANTAS EN ORDEN DEL BORDE HACIA EL CENTRO DEL LOTE	YUCA/MAÍZ 1:1	YUCA/MAÍZ 2:1	YUCA/MAÍZ 1:0 MONOCULTIVO	TOTAL
1	1	5	7	13
2	1	5	4	10
3	2	3	3	8
4	1	6	3	10
5	1	0	2	3
6	1	4	3	8
7	4	7	3	14
8	2	4	0	6
9	3	0	3	6
10	1	2	1	4
11	0	1	1	2
12	2	2	3	7
13	0	7	6	13
14	0	4	3	7
15	0	7	6	13
16	1	2	0	3
17	0	0	2	2
18	0	0	0	0
TOTAL	20	59	50	

TABLA 7.
LONGITUD DE LAS GALERÍAS POR LARVAS DE BARRENADOR DE LA YUCA - PLATO

Edad de la planta	No. de larvas por planta	Longitud galerías cm.	Total cm.	Longitud tallo cm.	% de tallo perforado
2 meses	1	2	2	60	3.33
2 meses	4	3-4-6-5	18	45	40
4 meses	1	5	5	120	4.16
4 meses	4	3-2-5-5	15	120	12.5
6 meses	1	4	4	130	3.07
6 meses	4	3-3-5-4	15	156	9.61

Proyecto MIP Yuca/Maíz

Datos tomados por I.A. Orlando López Creced, Provincia del Río, Plato - Magdalena. Corpoica Reg. 3.

TABLA 8.
GRADO DE INCIDENCIA (%) DEL BARRENADOR DE LA YUCA EN 4 VEREDAS
DEL MUNICIPIO DE PLATO, MAGDALENA

Vereda	No. de tallos observados	No. de tallos con perforación	% de tallos con perforación o grado de incidencia
Aguas vivas	640	285	28.61
Cianagueta	580	253	25.40
Apure	480	202	20.28
Pasacorriendo	380	256	25.70

Lectura en marzo de 1996, cultivos de 10 meses, sin aplicaciones. Incidencia: porcentaje de plantas, frutas u hojas que presentan daño o presencia del insecto. Severidad: es la calificación del daño en una escala que va de 0 o ausencia de daño y 100% daño total a la producción causado por la plaga. Evaluador: I.A. Orlando López coejecutor Proyecto MIP Yuca/Maíz. Corpoica reg. 2

ACTIVIDAD O SUBPROYECTO 4

ESTABLECIMIENTO DE CONTROL INTEGRADO DE *CHILOMIMA*: NATURAL, BIOLÓGICO, CULTURAL Y QUÍMICO (INSECTICIDAS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES) 1997 - 1998

El punto de partida para desarrollar esta actividad que busca establecer un MIP para *Chilomima*, es la cría masiva del insecto.

De acuerdo con la metodología, este estudio trascendental en la investigación de yuca para la Región Caribe, estaba pactado para que en 1996 se adelantaran bioensayos consistentes en evaluaciones bajo infestaciones controladas en jaula, a partir de adultos de *Chilomima* obtenidos en cría masiva y sembrando las estacas infestadas en pequeñas parcelas en campo en el C.I. El Carmen. Allí se evaluarían los niveles de daño del insecto en diferentes etapas fenológicas de la yuca y en diferentes variedades, la preferencia de *Chilomima* por textura y color de tallos de yuca, etc., la eficiencia del parásito de nuevos *Trichogramma spp*, la eficacia de insecticidas convencionales de baja toxicidad y de los no convencionales, como extractos vegetales, jabones, etc.

Para obtener los adultos y hacer las infestaciones de estacas, se propuso como primer objetivo la “cría masiva” a partir de cosecha de estacas con larvas

y pupas. En 1996, esta cría no funcionó como se esperaba, ya que producía pocos adultos/día y sólo para 1997B, con la metodología ajustada por Alberto Soto, se están obteniendo de 30 a 40 adultos diarios, lo que permitirá infestar y evaluar toda hipótesis e inquietudes con relación al manejo biológico y químico, antes de ir a validar en parcelas comerciales y garantizar que cualquier recomendación fruto de la investigación de Corpoica, sea eficiente, técnica y económicamente.

CONTROL NATURAL

Para 1996, se solicitó a cada coejecutor enviar semanalmente a C.J. Herrera secciones de tallo con larvas en galería, para hacerle seguimiento al porcentaje de larvas afectadas por parásitos, predadores y entomopatógenos en el laboratorio de entomología del C.I. El Carmen de Bolívar. Estos envíos no fueron constantes.

Con relación a un presunto control natural por hormigas en San Pedro (Sucre), se visitaron las parcelas donde se había reportado el control y se trataron de establecer relaciones de causa-efecto, pero no fue posible. Se sugieren más visitas a dicha localidad, con el objeto de determinar si las hormigas son predatoras o detritofagadoras, es decir, si consumen las larvas sanas o después de ser maltratadas por objetos cortopunzantes, o sea, la misma labor que hacen las hormigas con una cucaracha que ya ha sido aplastada. De comprobarse que existen especies de hormigas predatoras y eficientes en control natural de *Chilomima* y que se llevan larvas de primeros instares, etc., sería fácil la identificación de la especie y propagación (por traslados) de aquellas a otros campos de yuca.

Otros insectos encontrados por C.J. Herrera como posibles agentes benéficos fueron enviados directamente al Ciat, para identificación y los entomopatógenos a Corpoica (Tibaitatá). Las respuestas no se han recibido.

Ninguno de los coejecutores instaló en el campo los nidos de *Polistes occidentalis* o avispa angolita, la cual tiene la habilidad de buscar acuciosamente larvas pequeñas en el tallo. Esta avispa, sin duda alguna, puede instalarse en los alrededores y en el centro de los lotes de yuca, desde la siembra del cultivo; así estarían en mayores poblaciones antes de que se inicien los primeros ataques de *Chilomima* en campo.

Mientras que se establecen los bioensayos y validaciones de campo y se hacen pruebas con insecticidas no convencionales, como extractos vegetales, vale la pena mencionar que Corpoica (Regional 2), tiene siembra de árboles de Nim en 3 lugares, uno de ellos en el C.I. El Carmen, donde se puede conseguir

semillas para establecer plantíos, que sirvan en las sabanas de Sucre para arborización y fuente de insecticida natural. Estos árboles fueron establecidos por Nora Jiménez (1993-1994) y proceden de una semilla sembrada en República Dominicana.

CONCLUSIONES GENERALES

Al concluir el primer año de investigación del Proyecto Desarrollo de un Manejo Integrado de Plagas para el Arreglo Yuca/Maíz en la Región Caribe, se pueden formular las siguientes conclusiones.

El barrenador de la yuca *Chilomima*, en los grados de incidencia hasta de 100% y severidad en grado 1 (1-5 perforaciones/planta), registrados en 4 localidades en 1996-1997, no ha causado: muerte de plantas, marchitez, rompimiento de tallos, enfermedades del tallo y, aparentemente, reducción directa de los rendimientos de raíces.

Sólo para lotes de producción de semilla, se recomendaría, bajo esas incidencias y ese grado de severidad 1, manejo preventivo, basado en una incidencia menor posiblemente de 10-15% de perforaciones, obtenidas a partir de monitoreos cada 14 días para tener alguna flexibilidad del tiempo de búsqueda de protección.

Antes de hacer las recomendaciones de control químico convencional y no convencional es urgente definir la capacidad de daño de *Chilomima* (en diferentes etapas fenológicas de yuca) en las distintas variedades más utilizadas en las zonas de mayor presión del insecto.

Así mismo, es necesario establecer la mortalidad natural de larvas de primer, segundo y tercer instares, especialmente de primero, y evaluar la eficiencia de productos en larvas antes de penetrar al tallo, y sólo hacer la recomendación de utilizar productos cuando se demuestre que hay retorno sobre la inversión en términos de rendimientos de raíces comerciales por hectárea.

Finalmente, se debe desglosar el compromiso en la reducción de rendimientos de raíces y calidad de almidón de los siguientes factores: baja fertilidad de los suelos, escasez de agua, baja calidad de la estaca de yuca como semilla y daño por bacteriosis, para poder establecer o definir cuál es el verdadero efecto del daño de *Chilomima* en rendimiento de raíces.

Con base en el primer año de investigación en *Chilomima*, nos atrevemos a sugerir un orden de prioridades en la investigación que continúa para un MIP así:

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, BASE PARA UN NUEVO MIP PARA MANEJO DE *CHILOMIMA*

1. Determinación de un nivel de daño económico para las 4 variedades de uso común.
2. Evaluar efecto en los rendimientos de raíces de siembra de estacas de yuca con perforaciones.
3. Reconocimiento e identificación de control natural biótico y abiótico (confirmado).
4. Evaluación de la eficiencia de las liberaciones de *Trichogramma* en campo previa determinación de la eficiencia de parasitismo natural por *Trichogramma*.
5. Evaluación de la eficiencia de insecticidas no convencionales durante el período de susceptibilidad de la larva para control de insecticidas.
6. Evaluación de insecticidas para tratamiento de estacas para control y prevención de nuevos daños.
7. Evaluación de residualidad de insecticidas convencionales de baja toxicidad para cultivos establecidos.
8. Evaluación de entomopatógenos nativos e introducidos y comerciales.
9. Determinación del grado de preferencia de *Chilomima* por color, dureza, porcentaje de almidones, tallo, etc. para variedades comunes y líneas promisorias.
10. Validación en lotes comerciales de los diferentes métodos de manejo de *Chilomima*.

**PROYECTO DE PRODUCCIÓN
DE NÚCLEOS DE YUCA SECA
PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**



P.M.D.

**Programa de Modernización
y Diversificación**

**Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural**

PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE NÚCLEOS DE YUCA SECA PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En 1996, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Programa de Modernización y Diversificación, PMD, y la Alcaldía del Municipio de Corozal (Sucre), cofinanciaron el proyecto titulado “Núcleos de yuca seca en la alimentación de ponedoras”, el cual tuvo la dirección técnica de Fundiagro y la ejecución de la Empresa Comunitaria Bachilleres de Pileta.

El presente trabajo se desarrolló con miras a la diversificación de la yuca seca en la alimentación animal, creando alternativas productivas para los agricultores. La investigación de campo se efectuó con la participación de los productores asociados de la empresa ejecutora.

La iniciativa del proyecto partió de la base de la sustitución total de fuentes de energía, tales como maíz, sorgo y arroz en la formulación, por yuca seca, y buscaba evaluar el comportamiento productivo en la fase de postura de las gallinas. De otro lado, se quiso generar un modelo de producción de alimento balanceado para uso en la misma finca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de uso de yuca seca en la alimentación de ponedoras se efectuó en el municipio de Corozal, Sucre, corregimiento de Pileta, en el Centro de Producción de la Empresa Comunitaria de Bachilleres, a una altura sobre el nivel del mar de 150 metros, con una temperatura promedio de 28 grados centígrados. Durante el tiempo de evaluación se tuvo una precipitación de 1.415 milímetros.

Se dispuso de 200 gallinas de la línea Hy Line Brown, adquiridas a las doce semanas de edad. El galpón construido en palma tiene un área de 35 m², la densidad de alojamiento fue de 5.71 gallinas/m². Se colocaron diez comedores de tolva y dos bebederos de canal de 4 metros de largo cada uno. La cama era en aserrín. De la semana 12 a la 16, se les suministró a las gallinas alimento comercial con las características de levante, a partir de la semana 17 se inició el proceso de sustitución de alimento, que concluyó en la semana 19. En la semana 20 las aves iniciaron el consumo de la ración ofrecida. La colocación de los nidos se realizó en la semana 17.

El alimento se suministró en forma restringida; no se dispuso de un plan de desparasitación para la etapa de postura ni se realizó el despique al inicio de la misma.

La formulación del alimento se hizo por el método del tanteo, balanceando proteína, grasa, fibra, energía, calcio y fósforo, de acuerdo con los requerimientos nutricionales establecidos para la línea de ponedoras. La presentación del alimento era en harina; su preparación se realizó utilizando un molino manual al cual se le adaptó un motor de 0.5 H.P. Dicho molino permitió disminuir la granulometría del trozo de yuca seca y del follaje de matarratón, y homogeneizar el producto final.

El mezclado de las materias primas se hizo en forma manual, utilizando palas metálicas; para minimizar la polvosidad de la yuca seca se adicionaba sebo. El producto final se empacaba en bolsas de papel. Cada diez días se elaboraba el alimento.

PARÁMETROS EVALUADOS

Los parámetros evaluados fueron los siguientes: consumo de alimento durante la fase de postura, peso corporal, porcentaje de animales en producción, peso del huevo, pigmentación y porcentaje de huevos grado A. Semanalmente, se evaluaban los registros de suministro de alimento; para la evaluación de peso corporal se tomaba al azar el 10% de la población; el porcentaje de gallinas en postura se calculó tomando el número de huevos puestos por semana. Todos los huevos producidos se pesaban diariamente; la evaluación de pigmentación de la yema se efectuaba semanalmente tomando muestras de las posturas diarias; la pigmentación de la yema era calificada de acuerdo con la escala de colores Ovocolor de BASF. Cinco personas en forma independiente efectuaban la calificación. En cuanto al porcentaje de huevos grado A se tomaba el número de unidades cuyo peso fuera superior a 56 gramos.

DESCRIPCIÓN DEL NÚCLEO DE YUCA SECA

Llamamos núcleo de yuca seca, a la harina de yuca, a la cual se le integra el follaje seco (yuca o matarratón) en forma de harina, para enriquecerla desde el punto de vista nutricional para el consumo animal. La mezcla de los materiales se puede hacer al momento de la molienda o al preparar una ración. La composición nutricional del núcleo varía de acuerdo con las proporciones en que se mezcle la yuca seca integral y los follajes secos de ésta o de matarratón.

PROCESO

El proceso empieza a partir de la producción de la yuca seca, que contiene el 12% de humedad; generalmente, se realiza en pisos de concreto. De igual forma se hace con los follajes, los cuales llegan a quedar con el 10% de humedad. Dichos materiales deben tener una edad y un procesamiento adecuados para garantizar la calidad del producto final.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE HARINA INTEGRAL DE RAÍCES DE YUCA Y DE LOS FOLLAJES DE YUCA Y DE MATARRATÓN [NUTRIMENTOS MAYORES, AMINOÁCIDOS, VALORES ENERGÉTICOS Y NUTRIMENTOS MENORES (VITAMINAS Y MINERALES TRAZAS)]

Nutrimentos	Harina integral de raíces de yuca. %	Harina de Follaje de yuca %	Harina de hoja de matarratón %
Materia seca	90.00	90.00	90.00
Proteína cruda	2.80	23.25	22.50
ENN	81.50	35.00	
Extracto etéreo	1.20	5.90	5.70
Fibra cruda	2.80	8.60	15.60
Ceniza	1.70	5.60	8.10
Calcio	0.30	1.40	1.76
Fósforo	0.40	0.25	0.10

Fuente: Buitrago, Julián. La yuca en la alimentación animal, Ciat. Laboratorio Microbiológico, Barranquilla. Muestras evaluadas en septiembre de 1996.

FÓRMULA EMPLEADA EN LA ALIMENTACIÓN DE GALLINAS EN LA FASE DE POSTURA

Yuca seca integral	39.0
Follaje seco de matarratón	10.0
Torta de soya	30.0
Cebo	10.0
Carbonato de calcio	6.0
Harina de hueso	3.2
Sal	0.5
Premezclas	0.7
Metionina	0.3
Lisina	0.3
Bacitracina Zn	0.1
TOTAL	99.94

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO PRODUCIDO ALIMENTANDO LAS GALLINAS CON NÚCLEOS DE YUCA SECA

Forma: elíptica.

Cáscara: resistente, color rosa, 7.2-7.5 gramos, tipo A.

Yema: grande, consistente, pigmentación 10 (Tabla Ovocolor - Basf)

Clara: transparente, gelatinosa.

Mantiene sus características por espacio de 20 días, a temperatura ambiente.

Sabor exquisito.

CUADRO COMPARATIVO ENTRE LA FÓRMULA CALCULADA PARA LOS NÚCLEOS DE YUCA SECA Y RESULTADOS DE LABORATORIO Y LA DE REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DIARIOS ESTABLECIDOS POR LA GUÍA DE MANEJO.

(18-40 SEM. -41 + SEM. PARA CONSUMO DE 118 Y 127 GRS., RESPECTIVAMENTE).

CONTENIDO	RESULTADO DE LABORATORIO DE NÚCLEOS (%)	FORMULA DE REQ. MINIMOS DIARIO/AVE (%)	FORMULA CALC. PARA NÚCLEOS (%)
Proteína	17.50	15.20-12.50	16.92
Grasa	2.50	---	0.75
Fibra	5.20	---	6.20
Cenizas	8.60	---	8.13
Humedad	10.00	10.00	12.00
Calcio	---	2.75-2.75	3.33
Fósforo	---	0.55-0.44	0.75
E.metabolizable	---	250.00-300.00	344.00

Fuente: Laboratorio Microbiológico, Barranquilla. Sept.1996.

Consumo promedio alimentadas con núcleos: 18-40 semana = 111.22 gr/día/ave.

Consumo promedio alimentadas con núcleos: 18-63 semana = 130.60 gr/día/ave.

**REGISTRO DE GALLINAS PONEDORAS
ALIMENTADAS CON NÚCLEOS DE YUCA SECA**

12	1.190	0.0	0.00	0.00	--	--
13	1.250	58.6	0.00	0.00	--	--
14	1.300	55.7	0.00	0.00	--	--
15	1.350	74.3	0.00	0.00	--	--
16	1.400	80.0	0.00	0.00	--	--
17	1.470	87.1	2.00	36.50	--	--
18	1.530	90.0	10.85	41.50	--	--
19	1.540	61.4	29.57	42.00	--	--
20	1.600	75.7	32.14	43.20	--	--
21	1.600	88.6	43.00	44.30	--	--
22	1.597	94.3	35.00	47.30	--	20.0
23	1.637	103.0	50.96	50.61	--	9.3
24	1.672	114.3	57.33	51.22	--	7.3
25	1.696	125.0	67.18	53.29	--	19.8
26	1.682	104.4	90.09	53.41	--	31.3
27	1.707	94.9	84.33	54.01	--	33.0
28	1.640	103.5	81.56	54.65	--	40.0
29	1.667	104.2	88.10	55.48	--	42.6
30	1.639	96.3	84.80	55.02	--	38.5
31	1.572	87.2	58.06	55.98	--	51.8
32	1.575	111.2	44.76	55.55	--	38.0
33	1.657	103.1	50.60	55.47	--	38.0
34	1.725	125.2	64.89	57.44	--	53.8
35	1.752	136.7	70.69	56.85	--	66.6
36	1.710	119.5	78.06	56.96	--	48.7
37	1.700	124.9	68.50	56.64	--	48.1
38	1.667	122.8	57.10	57.40	--	58.8
39	1.690	126.9	59.14	58.06	--	74.2
40	1.785	131.6	55.86	59.04	--	78.5
41	1.835	142.8	74.00	58.64	--	95.3
42	1.837	142.8	79.80	57.80	5	74.2
43	1.812	142.8	79.80	61.90	6	95.3
44	1.892	142.8	77.30	62.50	8	95.0
45	1.817	142.8	75.00	62.80	6	94.8
46	1.852	142.8	78.00	61.04	8	93.1
47	1.965	154.6	82.00	60.32	10	90.0
48	1.885	151.8	83.92	59.57	8	80.0
49	1.875	160.7	80.61	60.70	6	85.1
50	1.950	153.8	83.67	61.36	9	90.0
51	1.990	160.7	77.55	61.36	10	95.0
52	1.945	160.7	77.04	61.36	10	95.0
53	2.077	160.7	77.80	61.90	11	96.0
54	2.032	166.0	70.00	61.18	7	93.2
55	2.020	157.0	75.66	62.17	10	97.2
56	2.015	160.0	75.14	59.10	9	80.2
57	2.007	160.0	72.30	61.20	10	92.3
58	2.005	160.0	66.30	56.45	10	94.0
59	2.003	160.0	70.80	58.80	10	94.1
60	2.000	160.0	63.70	62.50	10	93.0
61	2.010	160.0	76.30	60.25	10	92.4
62	2.020	160.0	68.60	60.13	10	91.6
63	2.015	160.0	72.80	60.81	10	92.3

**COSTO DE LA FORMULACIÓN EMPLEADA
PARA LA ALIMENTACIÓN DE GALLINAS DURANTE LA POSTURA**

Harina de yuca	39.00	162	6.240
Torta de soya	30.00	390	11.700
Har. matarratón	10.00	200	2.000
Cebo	10.00	250	2.500
Carbonato calcio	6.00	20	120
Harina hueso	3.20	270	864
Sal	0.50	100	50
Premezclas	0.70	4.040	2.828
Metionina	0.25	4.040	1.010
Lisina	0.25	4.040	1.010
Bacitracina Zn	0.04	3.600	144
TOTAL	99.94		28.466

Costo materias primas por kg. = \$284.83

Costo de preparación por kg. = \$18.00

Costo otros insumos y maquinaria por kg. = \$13.00

Costo total de alimento por kg. = \$315.83

Costo alimento comercial por kg. = \$375.00

Costo a octubre/97.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

INVERSIONES Y COSTOS

Animales (conservan su valor).

Infraestructura (depreciación).

Drogas.

Servicios.

Mano de obra.

Administración.

Otros (insumos).

Costos totales/No. total de huevos = costo de producción por unidad (\$88.00).

Precio promedio por unidad vendido en puesto de producción = \$100.00.

Nota: las inversiones y los costos de producción varían de acuerdo con el tamaño del proyecto y la zona donde esté ubicado el mismo.

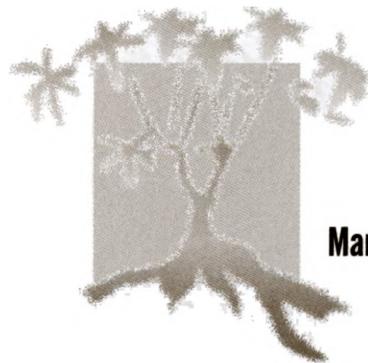
CONCLUSIONES

- Los resultados estuvieron afectados por un porcentaje alto de gallinas improproductivas, detectadas al final de las evaluaciones.
- El no mantener un plan de manejo del galpón bastante estricto, ocasionó la caída repentina en el consumo, y, por ende, en la producción en algunos momentos, especialmente en las primeras diez semanas, a partir de la postura.
- La comercialización del huevo producido alimentando las gallinas con núcleos de yuca seca, es sencilla a escalas local y regional; tiene buena acogida, dadas sus características.
- Aunque el costo de producción por huevo es alto, el valor pagado por los consumidores fue superior al del huevo comercial de la región (aproximadamente, un 20% más), puesto que el huevo producido bajo este sistema ha sido comercializado como criollo, el cual es considerado por los consumidores como “natural”.

SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES

1. Disponer de materias primas de buena calidad: yuca seca, harina de hoja de matarratón, harina de hueso, torta de soya.
2. Hacer buena mezcla de los componentes de la fórmula.
3. Conseguir o seleccionar animales de excelente calidad.
4. Mantener el buen manejo del galpón: seguir un programa de iluminación adecuado, ejecutar estrictamente el plan sanitario, despigar antes de la postura, suministrar la alimentación y el agua en forma permanente, evitar el cambio frecuente de las personas que manejan el galpón.
5. Clasificar los huevos para su comercialización.
6. Llevar al día los registros de control y de producción.

ASPECTOS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE LA YUCA



Mario Tobar

ASPECTOS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE LA YUCA

MARIO TOBAR^{1/}

Para obtener un proceso rentable y de buena calidad, es importante tener en cuenta lo siguiente:

A. Máquina picadora con disco apropiado de corte, que permita cortar trozos (*chips*), con grosor uniforme.

Mientras más finos sean los trozos, más rápida será la hidratación y, por ende, mejor la calidad del producto.

B. Capacidad motriz adecuada, de acuerdo con la máquina que se esté utilizando.

C. La cantidad de yuca para ser deshidratada en forma natural (patio, proceso de irradiación solar) no debe exceder los 10 kg por m².

D. Se recomienda revolver la cama de yuca en días soleados, cada 2 horas, y cada 3 a 4 horas en días opacos.

TROZADO PARA PROCESO INDUSTRIAL (*CHIPS*)

VENTAJAS DE UN BUEN TROZADO

1. Minimiza el tiempo de deshidratación hasta en un 50%, especialmente cuando esta se realiza en dos etapas:

a) Deshidratación inicial, con humedades de 65-70%, para reducirlas a 30-35%, por medio de proceso natural (radiación solar).

b) Deshidratación industrial, con humedades del 30-35%, para ser reducidas al 12-13%, a través de un proceso industrial moderno a alta temperatura (125-150 grados centígrados).

^{1/} Soyagro Ltda

2. Garantiza un producto de excelente calidad nutricional y evita que este sea rechazado por problemas de contaminación de hongos o toxinas.

3. Asegura una eficiente eliminación del ácido cianhídrico durante el corto tiempo que dure el proceso de deshidratación natural (irradiación solar), permitiendo poder terminar la deshidratación y gelatinización de la yuca a través de un proceso de deshidratación térmico tipo industrial.

MODIFICACIÓN A LOS DISCOS DE CORTE EN LAS TROZADORAS POR SOYAGRO LTDA.

Recientemente, Soyagro Ltda. decidió involucrarse con sus propios recursos en un programa de investigación y desarrollo sobre la propagación y explotación de la yuca a escala comercial en la Costa Atlántica.

Para poder garantizar un producto de excelente calidad, libre de hongos y toxinas, hemos decidido modificar las picadoras que se utilizan actualmente, de tal manera que el producto que se obtenga sea homogéneo y permita una deshidratación inicial efectiva y rápida, tanto en la parte de la humedad como en la eliminación del ácido cianhídrico.

A continuación, detallamos los resultados de algunos experimentos realizados recientemente por Soyagro.

PLANTA EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO INDUSTRIAL DE DESHIDRATACIÓN Y GELATINIZACIÓN DE LOS ALMIDONES EN LA YUCA

EXPERIMENTO No. 1 PROCESO MIXTO

Se utilizó una máquina trozadora, tipo Tailandia. Corte geométricamente irregular de los trozos (*chips*).

Total: 4 ton. de yuca, con el 68% de humedad inicial.

Deshidratación inicial por medio de secamiento natural (irradiación solar en patio), para bajar la humedad del 68% al 45%, es decir, con una reducción de la humedad del 23%.

NOTA: Los trozos (*chips*) gruesos e irregulares alteran el tiempo de deshidratación.

Tiempo utilizado en la primera parte de la deshidratación por medio de la irradiación solar en patio: 8 horas.

El proceso de deshidratación se continuó con por medio de un equipo industrial deshidratador, que emplea gas propano (LPG) como combustible.

PRIMERA ETAPA DEL DESHIDRATADOR INDUSTRIAL

EXPERIMENTO No. 1

Temperatura de 130 grados centígrados.

Volumen de aire caliente: 9.4 m³/s.

Tiempo de retención: 9 minutos.

Proceso en forma continua a una rata de producción de 3 ton. por hora.

PRIMERA ETAPA DEL DESHIDRATADOR INDUSTRIAL

EXPERIMENTO No. 2

Temperatura de 145 grados centígrados.

Volumen de aire caliente: 5.5 m³/s.

Tiempo de retención: 9 minutos.

Proceso en forma continuada a una rata de producción de 3 ton. por hora.

Espesor de la cama: 3" (7.62 cm)

RESULTADOS

EXPERIMENTO No.1

Se obtuvieron aproximadamente 1.5 ton. de material seco de excelente calidad.

Después de un presecado natural, al procesar la yuca a través de un equipo industrial deshidratador a alta temperatura, se pudo conseguir lo siguiente:

A. Una gelatinización del 75 al 80% de los almidones, lo cual garantiza un producto completamente digerible.

B. El producto queda totalmente esterilizado y libre de agentes patógenos indeseables.

C. La calidad y la palatabilidad que se obtiene en el producto procesado en forma mixta hacen de este un producto de excelente calidad, muy apetecible por los fabricantes de alimento y por los animales.

El contenido final de ácido cianhídrico quedó por debajo de 48 ppm. (mg/kg), lo cual hace que la harina de yuca se pueda utilizar sin restricciones en la dieta balanceada de los animales.

PRIMERA ETAPA

EXPERIMENTO No. 2

Temperatura de 130 grados.

Volumen de aire caliente: 9.4 m³/s.

Tiempo de retención: 9 minutos.

Proceso en forma continua a una rata de producción de 3 ton. por hora.

Espesor de la cama: 3" (7.62 cm.).

SEGUNDA ETAPA

EXPERIMENTO No. 2

Temperatura de 145 grados.

Volumen de aire caliente: 7.5 m³/s.

Tiempo de retención: 9 minutos.

Proceso en forma continua a una rata de producción de 3 ton. por hora.

Espesor de la cama: 3" (7.62 cm.).

EXPERIMENTO No 2

MIXTO

Se utilizó una máquina trozadora tipo Colombia. Corte geoméricamente irregular de los trozos (*chips*).

Total: 6 ton. de yuca húmeda, con el 65% de humedad inicial.

Deshidratación inicial por medio de secamiento natural (irradiación solar, en patio), para bajar la humedad inicial del 65 al 68%, es decir, con una reducción del 27% de la humedad.

Tiempo utilizado en el patio: 7 horas.

Se continuó el proceso de deshidratación, por medio de un equipo industrial deshidratador, utilizando gas propano (LPG) como combustible.

RESULTADOS

Se obtuvieron aproximadamente 2.4 ton. de material seco de excelente calidad, con una humedad final del 13%, aproximadamente.

Después de un presecado natural, al procesar la yuca a través de un equipo industrial deshidratador a alta temperatura, logramos lo siguiente:

A. Un gelatinización del 75 al 85% de los almidones, lo cual garantiza un producto completamente digerible.

B. El producto queda completamente esterilizado y libre de agentes patógenos indeseables.

C. La calidad y la palatabilidad hacen de este un producto de excelente calidad, muy apetecible por los fabricantes de alimentos y por los animales.

D. Reducción considerable en el tiempo de deshidratación final.

El contenido final de ácido cianhídrico quedó por debajo de 55 ppm, lo cual hace que la harina de yuca se pueda utilizar sin restricciones en la dieta balanceada para animales.

NOTA: El contenido de ácido cianhídrico, superior a la primera prueba, se debió a la variedad de la yuca.

EXPERIMENTO No. 3

MIXTO

Máquina trozadora modificada por Soyagro Ltda. Corte geométricamente irregular de los trozos (*chips*), pero de consistencia en el grosor:

Total: 6 ton. de yuca húmeda, con el 65% de humedad inicial.

Reducción de la humedad inicial por medio de secamiento natural (irradiación solar) del 65 al 33%, es decir, una reducción del 32% de la humedad inicial.

Los trozos (*chips*) finos y homogéneos mejoraron sustancialmente el tiempo de deshidratación y ayudaron a eliminar más rápidamente el contenido de ácido cianhídrico, el cual era de 460 ppm (mg/kg) inicialmente.

Tiempo utilizado en el patio: 5.5 horas.

Se continuó el proceso de deshidratación, por medio de un proceso industrial, mediante el empleo de un equipo deshidratador, que utiliza gas propano (LPG) como combustible.

PRIMERA ETAPA EQUIPO DESHIDRATADOR

EXPERIMENTO No. 3

Temperatura del aire caliente: 120 grados centígrados.

Volumen del aire caliente: 9.4 m³/s.

Tiempo de retención: 6 minutos.

Proceso en forma continua a una rata de producción de 3 ton. por hora.

Espesor de la cama: 3" (7.62 cm).

SEGUNDA ETAPA EQUIPO DESHIDRATADOR

EXPERIMENTO No. 3

Temperatura: 145 grados.

Volumen de aire caliente: 7.5 m³/s.

Tiempo de retención: 6 minutos.

Proceso en forma continua a una rata de producción de 3 ton. por hora.

Espesor de la cama: 3" (7.62 cm).

RESULTADOS

PROCESO MIXTO No. 3

Se obtuvieron aproximadamente 2.4 ton de material seco de excelente calidad, con una humedad final del 13%, aproximadamente.

Después de un presecamiento natural, se continuó con el proceso por medio de un equipo industrial deshidratador a alta temperatura, consiguiéndose los siguientes resultados:

A. Una gelatinización del 80 al 85% de los almidones, lo cual garantiza el producto completamente digerible.

B. El producto queda completamente esterilizado y libre de agentes patógenos indeseables.

C. La calidad y la palatabilidad, hacen de este un producto de excelente calidad, muy apetecible por los fabricantes de alimentos y por los animales.

D. Reducción considerable en el tiempo y en los costos de la deshidratación total de la yuca con relación a los costos y tiempos de los experimentos anteriores.

El contenido final de ácido cianhídrico quedó ligeramente por encima de 65 ppm (mg/kg). El incremento del contenido final de ácido cianhídrico en la yuca se debió al proceso rápido tipo industrial, al cual fue sometida esta.

EXPERIMENTO No. 4

INDUSTRIAL

Máquina trozadora modificada por Soyagro Ltda. Corte geométricamente irregular de los trozos (*chips*), pero de consistencia en el grosor.

Total: 6 ton de yuca húmeda, con el 65% de humedad inicial.

Reducción de la humedad en la primera etapa, por medio de secamiento industrial, mediante el empleo de un deshidratador de gas propano, gracias al cual se bajó la temperatura inicial del 65 al 40%. Se utilizó una temperatura constante de 65 grados centígrados y un caudal de aire caliente de 9.5 m³/s, con una retención de 18 minutos en la cámara de deshidratación.

Reducción del 25% de humedad inicial.

Los trozos (*chips*) finos y homogéneos, mejoraron sustancialmente el tiempo de deshidratación y ayudaron a eliminar más rápidamente el contenido de ácido cianhídrico, el cual era de 470 ppm (mg/kg), inicialmente.

El tiempo utilizado en pasar las 6 ton de yuca fresca fue de 2 horas 10 minutos.

RESULTADOS

Luego del presecado industrial a baja temperatura (65 grados centígrados), se continuó la deshidratación con temperaturas más altas (130-140 grados), lo cual permitió conseguir 2.4 ton de material seco de excelente calidad, con una humedad final de 13%, aproximadamente, así como los siguientes resultados:

A. Una gelatinización del 85 al 90%.

B. Un producto completamente esterilizado y libre de agentes patógenos indeseables.

C. Un producto con muy buena calidad y palatabilidad.

D. Reducción considerable en el tiempo y en los costos de la deshidratación.

NOTA: Por ser este un proceso continuo de forma experimental, el tiempo total que se empleó en la deshidratación de las 6 ton, en las dos etapas, fue de 3:20 minutos.

DESVENTAJAS

El contenido final de ácido cianhídrico quedó por encima de 100 ppm (mg/kg). Esto demuestra que se requiere un presecado natural mínimo de 5 horas.

RESUMEN

A. Para lograr un producto rentable, libre de contaminación y con bajo contenido de ácido cianhídrico, se requiere un cambio o modificación inmediata en los equipos se están utilizando actualmente para trozar la yuca.

B. Soyagro Ltda. y Concentrados del Norte S.A., están dispuestas a colaborar con los cultivadores de yuca de la Costa Atlántica, comprometiéndose en ayudarlos en el desarrollo tecnológico, en la adquisición de la yuca en trozos homogéneos, con humedades del 20 al 25%, de tal forma que se reduzca el tiempo de secamiento natural para los cultivadores o cooperativas, y poder así aliviarles el proceso. También nos comprometemos a: mejorar la rentabilidad de los cultivadores, aumentar la producción diaria de secamiento, mejorar la utilización de los patios y a evitarles que el producto se les descomponga y se contamine con hongos por estar mucho tiempo almacenado, etc.

C. Se requiere una buena capacitación y asistencia técnica constante solo la forma adecuada de cultivar, abonar, fumigar, seleccionar las semillas, etc., por parte de entidades como el Ciat y Corpoica. Esos servicios se deben prestar sin ánimo de lucro a todas las personas que estén directamente relacionadas con el desarrollo de proyectos de yuca en el país.

D. El proceso rápido mixto (solar-industrial) es la solución para obtener una excelente calidad del producto final a bajo costo, que sea competitivo con el maíz y el sorgo.

E. Buscar fuentes de financiamiento a bajo costo para los cultivadores, así como una garantía de compra del producto por parte de las empresas privadas de alimentos concentrados.

F. Se requiere, del Ciat y de Corpoica, la ayuda urgente para resolver la problemática actual y la escasez de semilla de variedades ya probadas, que permitan aumentar la producción de yuca a un mínimo de 25-30 ton. por hectárea.

G. Crear bancos de semillas en las diferentes regiones.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES
SOBRE LA DESHIDRATACIÓN MIXTA E INDUSTRIAL**

	Tiempo utilizado deshidratación natural solar
Experimento No. 1. Máquina tailandesa	8 horas. 45%
Experimento No. 2. Máquina Colombia	7 horas. 38%
Experimento No. 3. Máquina Soyagro Mod.	7 horas. 33%
Experimento tipo industrial	
Experimento No. 4. Máquina Soyagro Mod	2:20 horas. 13%

Los experimentos 1 y 2 requieren dos horas adicionales en el secador industrial para poder bajar la humedad al 13%. La humedad no fue muy homogénea, ya que los trozos (*chips*) eran muy dispares (heterogéneos) en grosor y, por ende, algunos quedaron con 16-17% y otros con el 8-9%. Promedio final de la humedad: 13%.

Los experimentos 3 y 4 se comportaron de la siguiente manera:

El Experimento No. 3 requirió una hora adicional en el deshidratador industrial. La humedad final era del 13% totalmente homogénea.

El Experimento No. 4 solo requirió 3 horas y 20 minutos para conseguir la deshidratación requerida. La humedad final fue del 13% totalmente homogénea.

LA YUCA Y LOS ACUERDOS DE COMPETITIVIDAD



Fernando Bages Mora

LA YUCA Y LOS ACUERDOS DE COMPETITIVIDAD

LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS: USO ESTRATÉGICO PARA LA YUCA

FERNANDO BAGES MORA^{1/}

La fabricación de alimentos balanceados para animales (ABA) es uno de los usos estratégicos para la yuca, puesto que representan el mercado con mayor capacidad de absorción y con una dinámica de crecimiento promisorio.

DEFINICIÓN DE COMPETITIVIDAD

Es la capacidad que tienen los productos, de penetrar, abarcar y conservar los mercados. Esa capacidad no debe ser espúrea, es decir, no debe estar soportada por mecanismos artificiales, pues, de existir estos, la sostenibilidad de las condiciones competitivas será endeble. Sin embargo, debe tener claro que la capacidad competitiva es, por lo general, el resultado de la actividad empresarial y del entorno de políticas en la que se desarrolla.

Además de los elementos considerados en la definición de competitividad, se debe tener presente que las reglas del juego para la competencia internacional son diferentes a las que regían hasta hace poco tiempo, y que están cambiando aun más. En primer lugar, el país está cada día más expuesto a la competencia internacional (por la vía de los acuerdos comerciales, principalmente), y, segundo, las condiciones del comercio internacional tienden, en el mediano plazo, a ser menos distorsionadas, lo que reduce la justificación para el mantenimiento de barreras proteccionistas.

LAS METAS EN COMPETITIVIDAD

- Obtener alimentos ricos en proteínas, a precios competitivos.
- Generar mayor valor agregado:
 - Mayor valor por el uso de los productos ricos en energía en la alimentación animal, para mejorar la alimentación humana.
 - Más empleo y mejores precios para el consumidor.
 - Mayor demanda y mayor riqueza.

1/ Consultor del IICA, coordinador del Acuerdo Sectorial de Competitividad para la Cadena de Maíz, Sorgo, Yuca, Alimentos Balanceados, Avicultura y Porcicultura

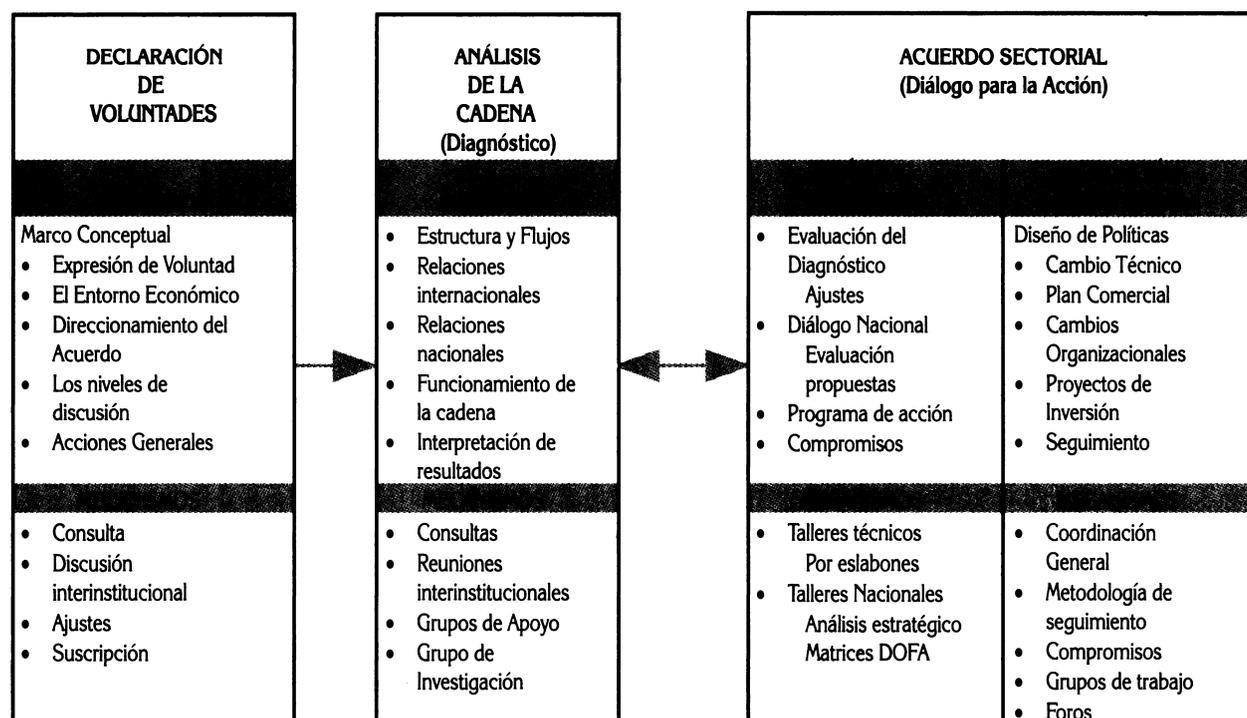
Los productos finales de la cadena, es decir, los que van al consumo directo de los hogares, son los verdaderos marcadores de la competitividad. Lo que interesa, finalmente, es que los consumidores reciban productos de mejor calidad a menor precio, pero que hayan sido obtenidos maximizando los beneficios de todos los actores de los diferentes eslabones que participan en el proceso.

PRECIOS Y OTRAS CONDICIONES PARA LA COMPETITIVIDAD

- Precios iguales o menores al costo de importar. Si son menores, mejor será la posibilidad de exportar y más firme la posición en el mercado local.
- Calidad igual o superior a la de bienes sustitutos.
- Estabilidad o liquidez de la oferta.
- Conocimiento de los mercados.

Los esfuerzos en la búsqueda de la competitividad no deben limitarse a proteger los mercados locales. Se debe propender por penetrar los mercados externos, para lo cual se requiere conocer mejor los bienes contra los que se compete, así como los mercados que serán el escenario para la competencia, comenzando por conocer mejor los mercados nacionales.

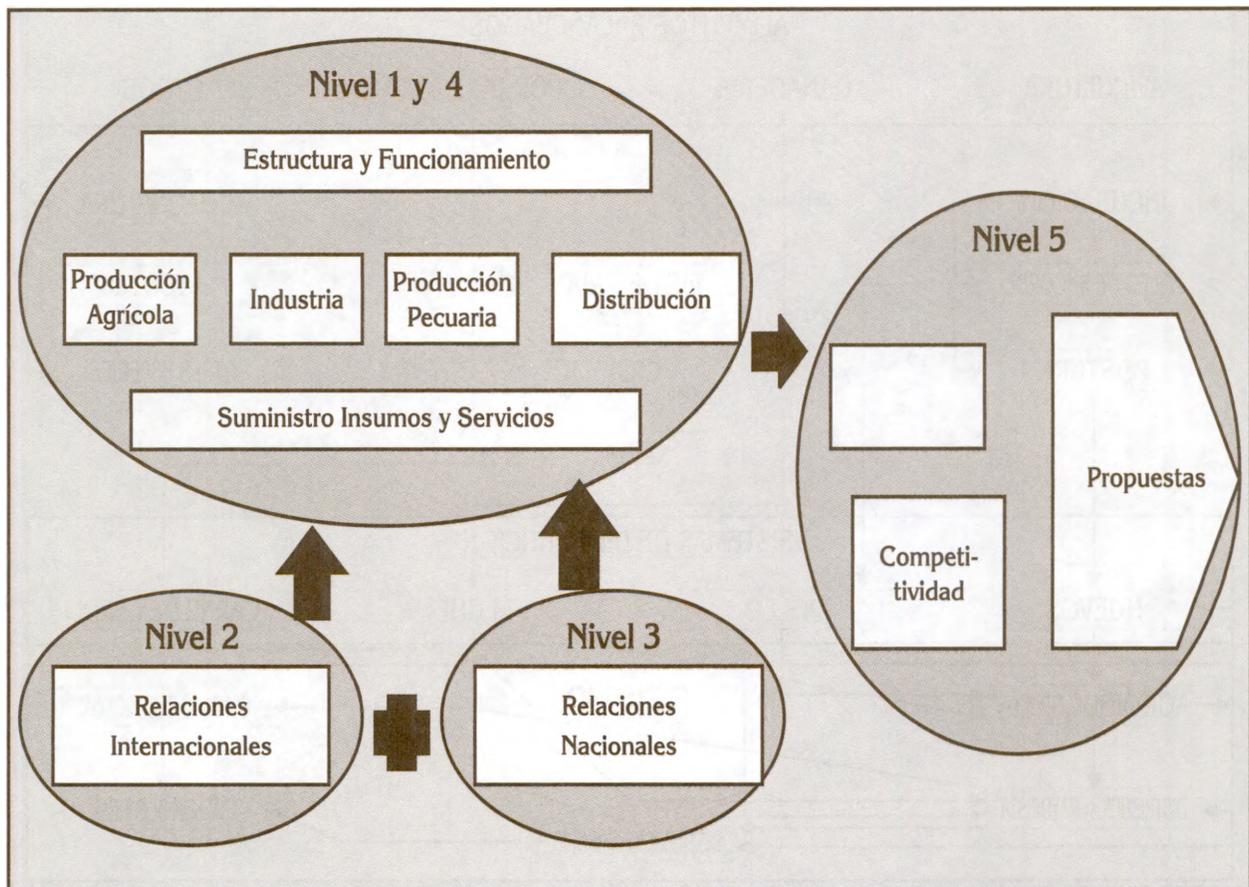
ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO



EL PROCESO DE LOS ACUERDOS DE COMPETITIVIDAD

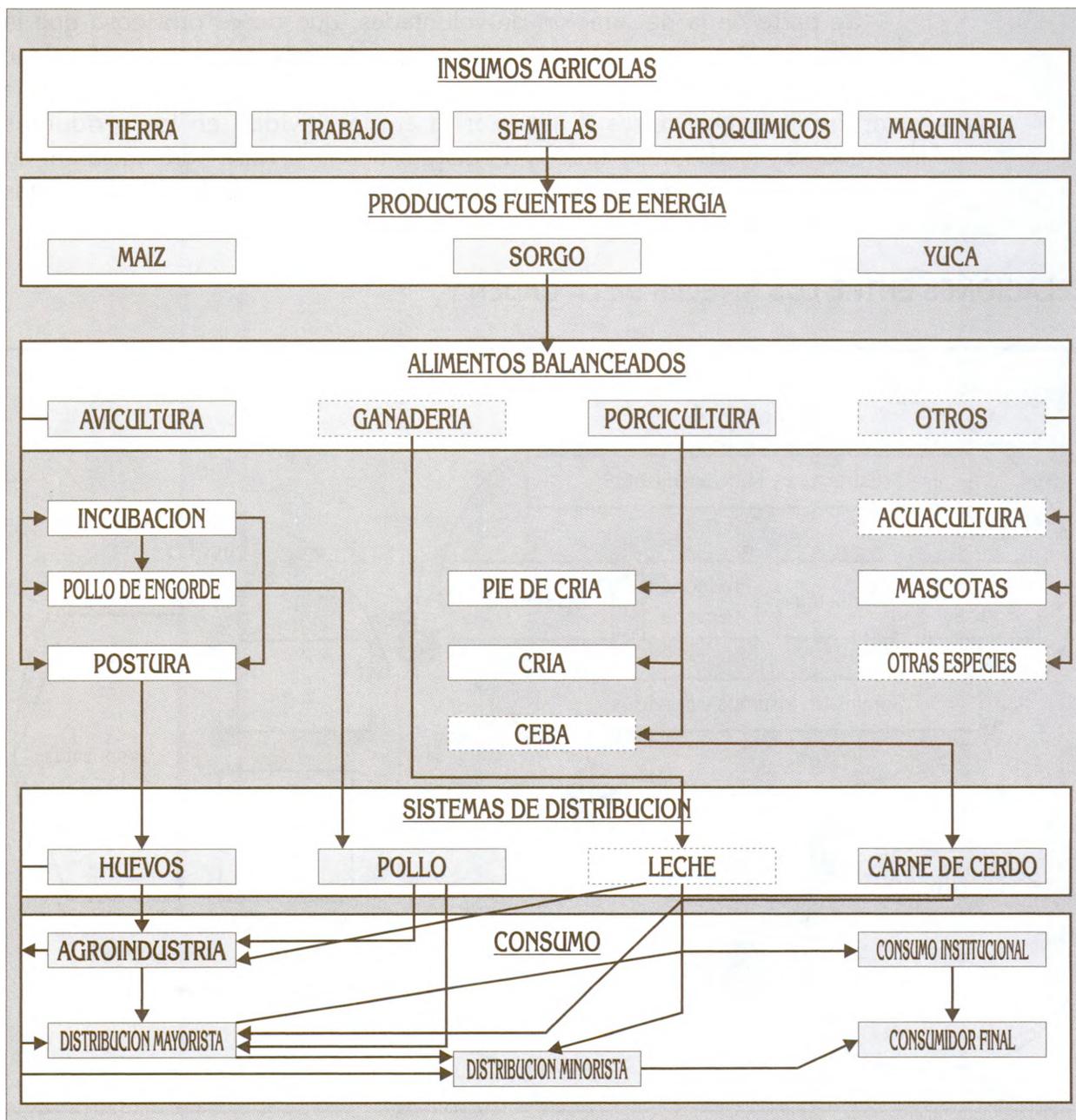
Se parte de la declaración de voluntades, que no es otra cosa que la expresión manifiesta de los actores de la cadena, de estar dispuestos a participar, estudiar y facilitar el proceso de diagnóstico para llegar a la formulación de compromisos, con miras a alcanzar la competitividad en los productos intermedios y finales de la cadena. El diagnóstico es la base para adelantar un plan estratégico de mediano y largo plazos, encaminados a alcanzar las metas de competitividad en cada eslabón.

RELACIONES ENTRE LOS NIVELES DE LA CADENA



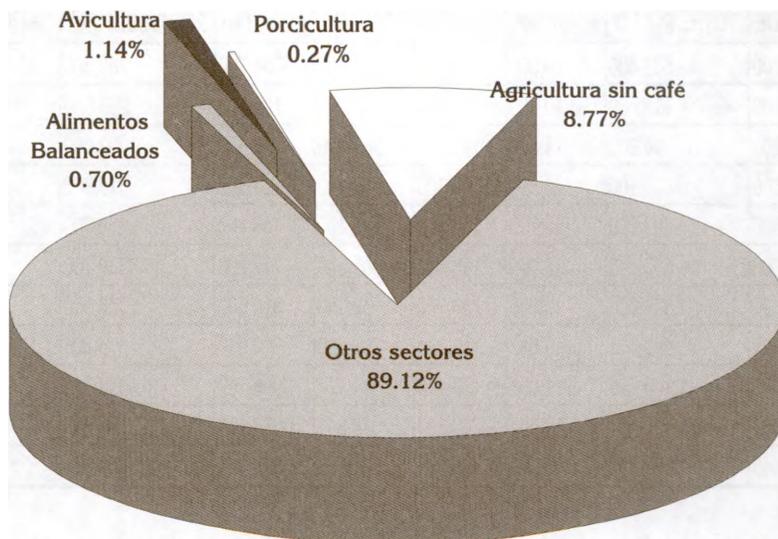
El diagnóstico establece los limitantes (debilidades y amenazas) y los puntos de apoyo (fortalezas y oportunidades) y sienta las bases de la estrategia que contendrá el plan para alcanzar metas en cada uno de los niveles. Además, establece las diferentes maneras como deberán interactuar los actores, mediante la formulación de compromisos, en términos de acciones y tareas de las que cada uno de ellos se hará responsable.

ESTRUCTURA DE LA CADENA



La participación de la yuca como materia prima para la fabricación de alimentos balanceados, dentro de la estructura de la cadena en Colombia, ha sido secundaria, debido, principalmente, a la inestabilidad de la oferta. Sin embargo, debe tenerse presente que su consumo para ese fin en Europa y Asia es muy importante.

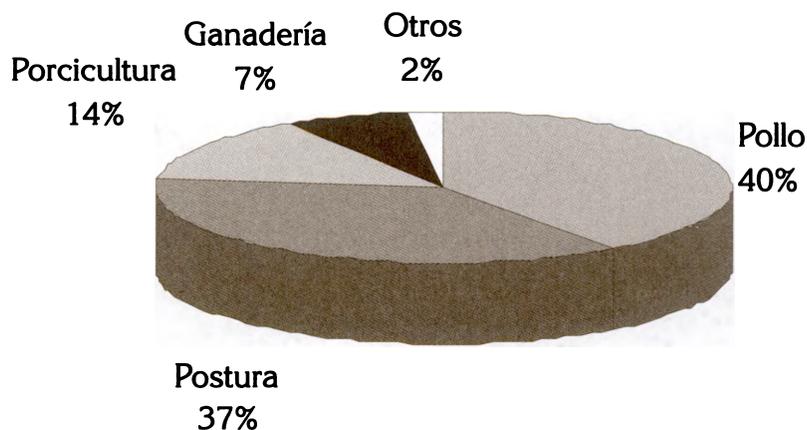
PARTICIPACIÓN DE ALGUNOS PRODUCTOS EN EL VALOR TOTAL DE LA PRODUCCIÓN DE 1993



FUENTE: DANE. Limitantes al Mejoramiento de la Productividad y de la Competitividad en la Cadena de Fabricación de Alimentos Balanceados para Animales, PBEST Asesores. Cálculos IICA

El peso relativo o participación de los eslabones de la cadena en el conjunto de la economía nacional es bastante importante, pues equivale al 10% del valor total de la producción nacional.

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS



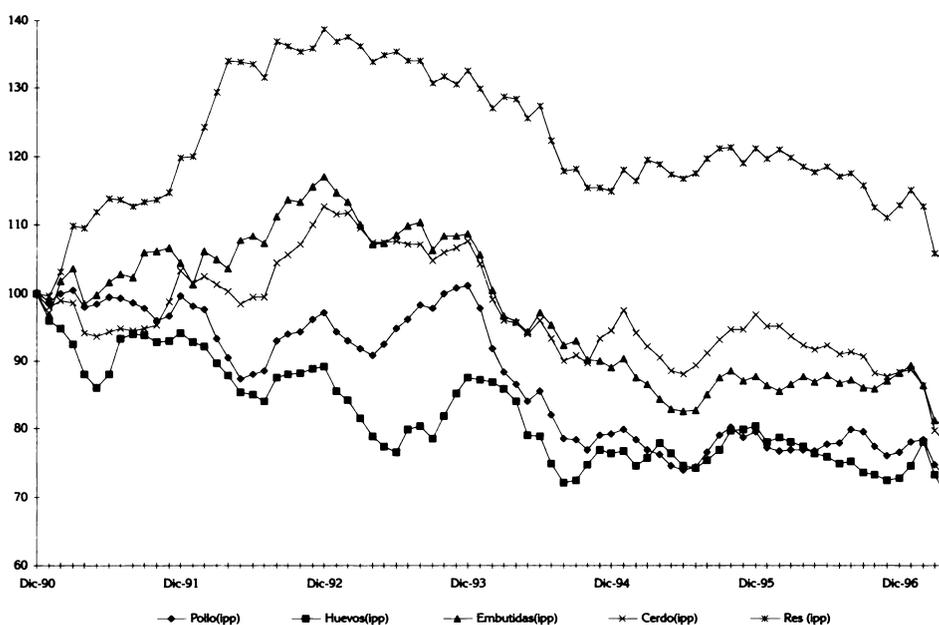
La producción de alimentos balanceados en Colombia está notablemente especializada en avicultura (77%), lo cual reduce en alguna medida el potencial de utilización de la yuca, que puede ser empleada en mayor proporción en la dieta de otras especies animales.

PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS, SEGÚN DESTINO

AÑO	INIC. ENGORDE	ENGORDE	TOTAL POLLO	INIC. POSTURA	LEVANTE	POSTURA	TOTAL POSTURA	PORCICULTURA	GANADERIA	OTROS	TOTAL
1985	144,700	539,100	683,800	10,000	130,700	564,000	704,700	289,300	124,500	23,100	1,825,400
1986	159,500	560,100	719,600	10,400	135,700	556,000	702,100	293,000	130,500	35,700	1,880,900
1987	180,000	614,200	794,200	11,000	143,900	563,700	718,600	292,000	136,200	38,900	1,979,900
1988	183,500	642,600	826,100	10,800	149,400	563,100	723,300	315,800	145,600	41,000	2,051,800
1989	182,700	610,300	793,000	10,700	152,300	575,100	738,100	318,700	152,700	42,000	2,044,500
1990	182,500	630,800	813,300	13,000	158,600	605,600	777,200	330,200	160,800	43,500	2,125,000
1991	189,800	659,800	849,600	13,600	164,900	632,100	810,600	338,900	171,700	45,200	2,216,000
1992	189,837	809,325	999,162	9,842	154,233	703,835	867,910	315,206	139,046	26,801	2,348,125
1993	207,320	901,975	1,109,295	17,094	167,440	814,228	998,762	333,540	145,646	27,588	2,614,831
1994	218,406	909,081	1,127,487	15,607	200,667	818,841	1,035,115	350,217	150,015	28,691	2,691,525
1995*	255,686	961,865	1,217,550	15,270	196,334	801,157	1,012,761	363,861	155,714	80,000	2,829,886

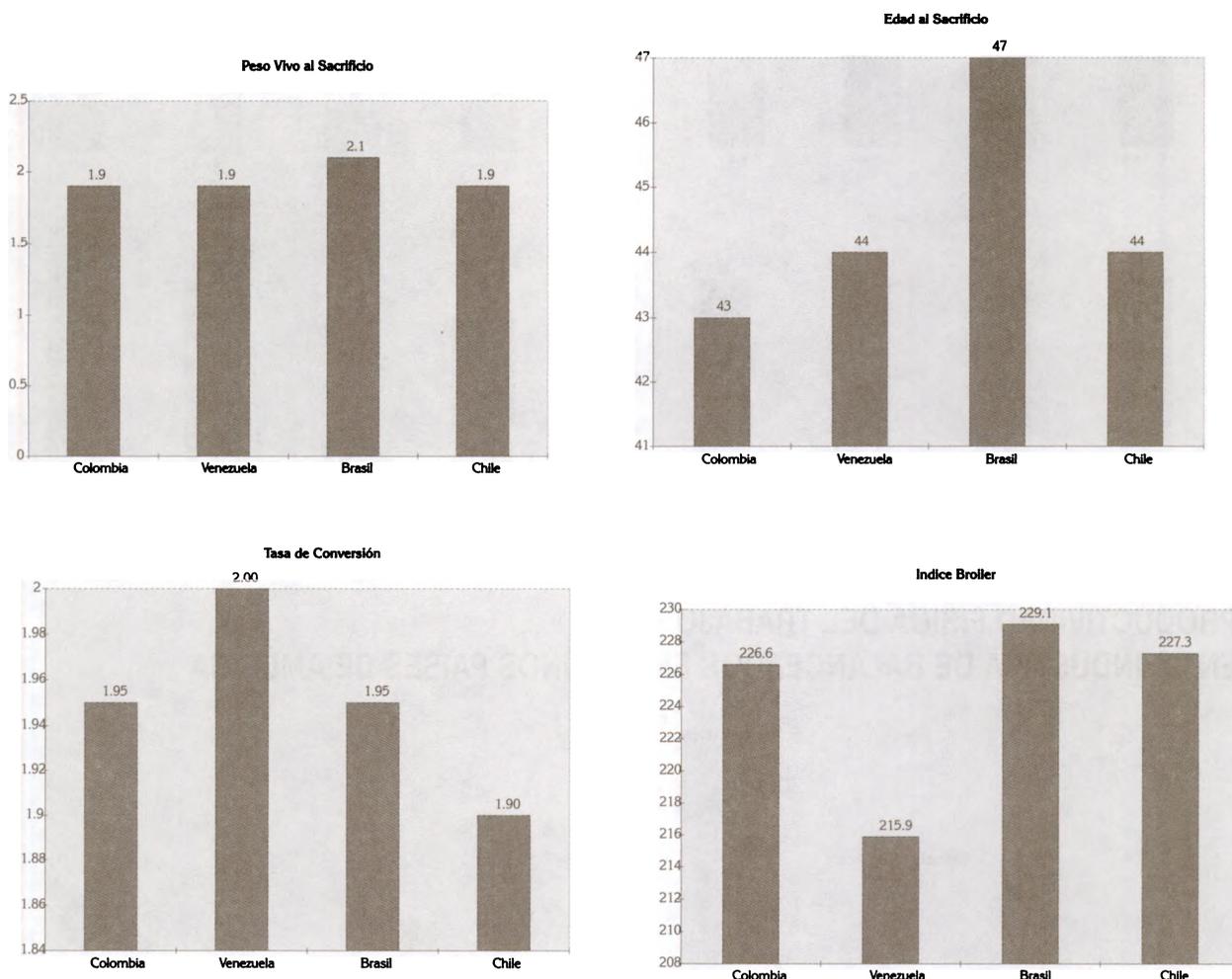
La avicultura ha jalonado una fuerte dinámica en la producción de alimentos balanceados, los cuales muestran tasas anuales promedio de crecimiento superiores al 8%, superiores en varios puntos al crecimiento del PIB del país. Para el año 2000 se estima que la producción se acercará a las 3.250.000 toneladas.

INDICE DE PRECIOS CONSTANTES AL CONSUMIDOR DE CARNES Y HUEVO. DEFLACTADOS POR EL IPP

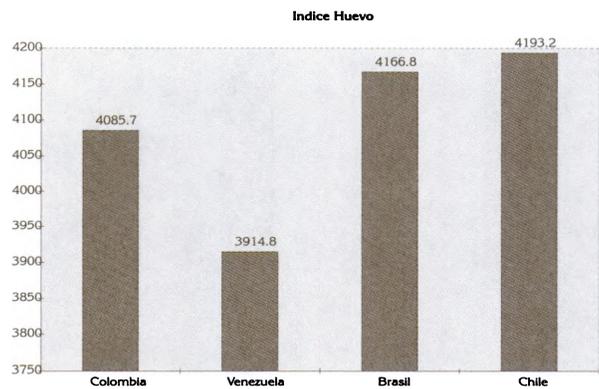
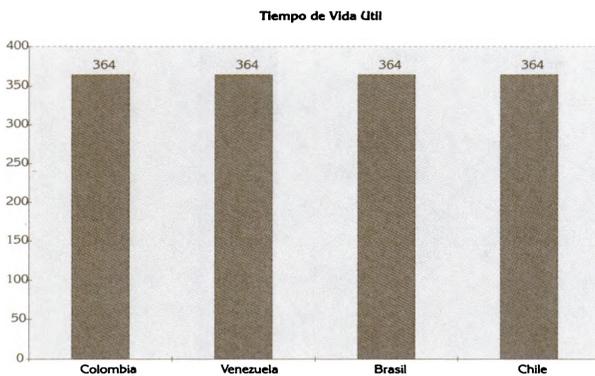
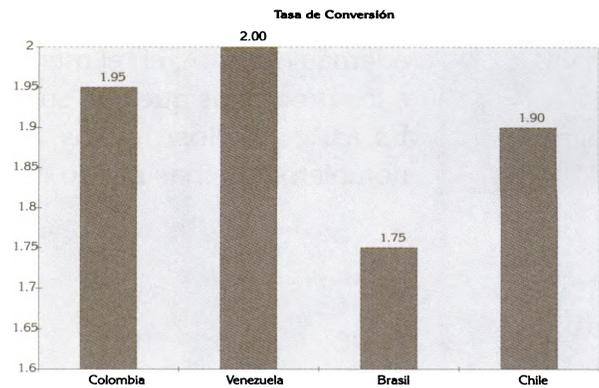
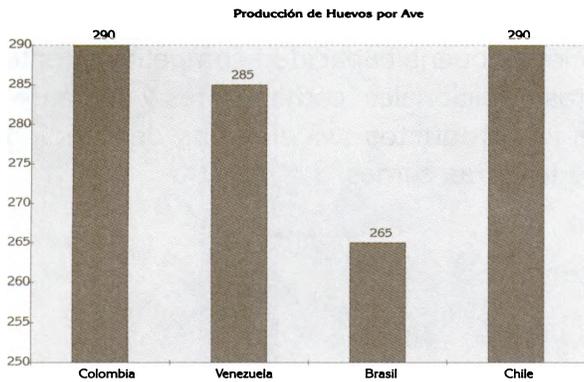


FUENTE: DANE.

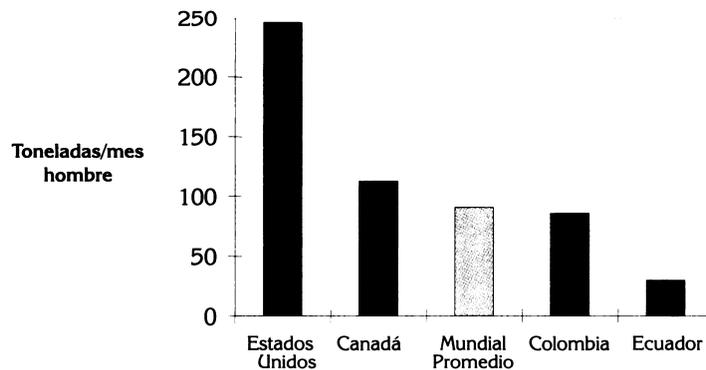
La tasa de crecimiento de la avicultura ha sido del 10% anual, lo que además muestra, en el mercado nacional, buena capacidad competitiva frente a los productos que son sus sustitutos tradicionales: carnes de res y de cerdo. Es así como los precios reales de los productos avícolas ha descendido notablemente más rápido que los de las otras carnes.



Como se puede observar en la presente gráfica y en la siguiente, la avicultura muestra un buen comportamiento de los indicadores más frecuentemente utilizados para la medición de la productividad física. Esto, junto al comportamiento de los precios reales, permite pensar en un buen potencial competitivo de la industria frente a países líderes en este campo, como Estados Unidos y Brasil. Sin embargo, los elevados costos de las materias primas para la fabricación de los alimentos balanceados, además de otras limitaciones de menor importancia relativa, como la elevada atomización de la producción y fallas en los sistemas de distribución, pueden representar importantes debilidades para alcanzar un nivel competitivo sostenible.



PRODUCTIVIDAD FÍSICA DEL TRABAJO EN LA INDUSTRIA DE BALANCEADOS EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA



Por su parte, la industria de los alimentos balanceados muestra comportamientos productivos equivalentes al promedio mundial, pero notablemente inferiores a los registrados por los países con participaciones de liderazgo en los mercados de pollo y cerdo. La razón principal es la escala relativamente baja de la producción. Así, por ejemplo, mientras que la planta más grande de Colombia apenas supera las 20 mil toneladas mensuales de capacidad instalada, el tamaño promedio de las plantas en Brasil o Estados Unidos supera las 25 mil toneladas mensuales.

ESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDE / HUEVO

Integrado Variables	Estados Unidos %	Colombia %
Combustible	0.42	
Electricidad	0.41	
Cama	0.22	
Mano de Obra	0.64	2.70
Misceláneos	0.35	
Subtotal Variables	2.05	
Fijos		
Depreciación	1.94	
Intereses	1.43	1.50
Seguros	0.45	
Reparación y Mantenimiento	0.57	
Impuestos	0.42	
Subtotal Fijos	4.82	
Total Integrado	6.87	
Integración		
Alimentos	72.44	68.80
Pollo de un día	14.18	18.10
Drogas y vacunas	1.14	2.70
Administración	2.90	2.00
Gastos Generales y Asistencia Técnica		2.60
Combustible	1.24	
Cama	0.25	
Otros	0.98	1.60
Total Integración	93.13	
Gran Total	100.00	100.00

Costos Variables	Estados Unidos %	Colombia %
Alimentos	68.90	69.68
Pollas de un día	19.77	18.80
Mano de Obra	2.62	3.10
Administración	1.23	2.00
Otros Variables	1.05	3.52
Subtotal Variables	93.56	97.10
Costos Fijos		
Depreciación	3.06	0.95
Reparación y Mantenimiento	0.53	0.52
Impuestos e Intereses	2.43	1.43
Seguros	0.42	
Subtotal Fijos	6.44	2.90
Costo Total	100.00	100.00

A pesar de todo lo anterior, la más grave limitación para la competitividad de los productos finales de la cadena, es el elevado costo de las materias primas para la elaboración de los alimentos, y si bien es cierto que es necesario corregir los demás problemas para alcanzar la plena competitividad, lo más importante es lograr una drástica disminución en los precios de las materias primas de producción nacional.

ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA PORCICULTURA

Producción de Lechón Desteto	
Alimentación	11.34
Alojamiento	1.23
Reproductor y Cerdas	2.06
Drogas	1.02
Mano de Obra	2.50
Administración	1.62
Otros Costos	3.74
Total Lechón Desteto	23.51
Levante	
Alimentación	5.92
Alojamiento	0.48
Drogas	0.42
Mano de Obra	0.61
Administración	0.42
Transporte y Mercadeo	2.80
Otros Costos	0.52
Total Lechón Levante	11.17
Ceba	
Alimentación	55.87
Alojamiento	1.56
Drogas	0.46
Mano de Obra	1.86
Administración	0.58
Transporte y Mercadeo	4.09
Otros Costos	0.90
Total Etapa de Ceba	65.32
Total Costos	100.00

Costos Acumulados por Rubro	
Alimentación	73.12
Alojamiento	3.28
Reproductor y Cerdas	2.06
Drogas	1.91
Mano de Obra	4.96
Administración	2.62
Transporte y Mercadeo	6.89
Otros Costos	5.16
	<u>100.00</u>

Para la porcicultura, el problema es similar al de la avicultura, pero debe enfrentar un mercado relativamente estrecho, con un consumo de carne de cerdo y sus derivados muy débil, comparado con los estándares internacionales.

ESTRUCTURA DE COSTOS INDUSTRIALES

RUBROS	Promedio Colombia	Promedio Venezuela
Consumo Intermedio		
Materias Primas	84.00	76.00
Gastos Industriales	2.00	2.60
Subtotal	86.00	78.60
Valor Agregado		
Gastos de Personal, Administración y Ventas	8.02	4.60
Intereses sobre Préstamos	1.77	5.10
Excedentes	4.21	11.70
Subtotal	14.00	21.40
Valor Bruto de la Producción	100.00	100.00

En la estructura de costos de fabricación de los alimentos balanceados, el problema es igual al de la avicultura y la porcicultura, pero adicionalmente las limitaciones impuestas por la baja escala de producción se reflejan en una participación relativamente alta de los costos de administración y de mano de obra dentro del total.

COMPARACIÓN COSTOS DIRECTOS A ESCALA INTERNACIONAL

PAÍS	COSTOS DIRECTOS MAÍZ						COSTOS DIRECTOS SORGO					
	LABORES	COLOMBIA	INSUMOS	COLOMBIA	TOTAL	COLOMBIA	LABORES	COLOMBIA	INSUMOS	COLOMBIA	TOTAL	COLOMBIA
	US\$/Tm	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS
Argentina	24.62	389.93	12.44	264.15	37.06	347.71	19.77	367.32	19.77	354.07	39.54	360.70
Colombia	96.00	100.00	32.86	100.00	128.86	100.00	72.62	100.00	70.00	100.00	142.62	100.00
Ecuador	78.82	121.80	47.83	68.70	126.65	101.74	135.75	53.50	67.15	104.24	202.90	70.29
Estados Unidos	17.48	549.20	47.74	68.83	65.22	197.58	51.99	139.68	24.33	287.71	76.32	186.87
Mexico	52.89	181.51	37.11	88.55	90.00	143.18	57.00	127.40	20.25	345.68	77.25	184.62
Venezuela	58.00	165.52	52.09	63.08	110.09	117.05	52.50	138.32	38.42	182.20	90.92	156.86

Fuente: PBEST, EDIAGRO, AGRICULTORES, INTERNET.

PAÍS	COSTOS INDIRECTOS MAÍZ				COSTOS INDIRECTOS SORGO			
	PRECIO DE LA TIERRA	COLOMBIA	TASA DE INTERÉS	COLOMBIA	PRECIO DE LA TIERRA	COLOMBIA	TASA DE INTERÉS	COLOMBIA
	(1)	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS	(1)	/ PAÍS	US\$/Tm	/ PAÍS
Argentina	500.00	48.00	5.30	561.70			5.30	561.70
Colombia	240.00	100.00	29.77	100.00	1800.00	100.00	29.77	100.00
Ecuador	555.00	43.24						
Estados Unidos	25.00	960.00	5.20	572.50	450.00	400.00	5.20	572.50

Fuente: PBEST, EDIAGRO, AGRICULTORES

(1) Para Argentina y Ecuador: precio de compra - venta, para Colombia y USA precio del arriendo anual.

En la agricultura, los principales limitantes competitivos son: el elevado nivel de la renta del suelo, el uso inadecuado de los insumos y el atraso y obsolescencia de la maquinaria.

YUCA. PRODUCCIÓN, ÁREA Y RENDIMIENTO

PAÍSES	PRODUCCIÓN			ÁREA		RENDIMIENTOS	
	MILES DE TONELADAS			MILES DE HECTAREAS		TONELADAS/HECTAREA	
	PROMEDIO	PROMEDIO	ESTIMATIVO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
	1983-1985	1993-1995	1996	1983-1985	1993-1995	1983-1985	1993-1995
INDIA	5,630	5,732	5,800	309	245	18.2	23.4
CHINA	3,802	3,470	3,500	245	230	15.5	15.1
PARAGUAY	2,749	2,602	2,600	184	178	14.9	14.6
TAILANDIA	19,412	18,331	17,700	1,243	1,315	15.6	13.9
BRASIL	22,146	24,117	26,400	1,915	1,876	11.6	12.9
INDONESIA	13,442	15,989	15,800	1,287	1,341	10.4	11.9
NIGERIA	11,750	30,770	34,600	1,200	2,889	9.8	10.7
TANZANIA	6,854	6,670	6,000	673	645	10.2	10.3
GHANA	2,956	5,417	7,000	312	540	9.5	10.0
COLOMBIA	1,436	1,848	1,800	160	187	9.0	9.9
VIETNAM	2,713	2,370	2,200	333	274	8.1	8.6
ZAIRE	15,044	18,405	18,800	2,093	2,225	7.2	8.3
UGANDA	2,607	2,615	2,400	358	346	7.3	7.6
MADAGASCAR	2,060	2,303	2,400	338	36	6.1	6.9
ANGOLA	1,950	1,482	N.D.	500	260	3.9	5.7
MOZAMBIQUE	3,183	3,661	4,700	540	912	5.9	4.0
TOAL A.L.	28,670	30,886	33,200	2,585	2,587	11.1	11.9
TOTAL ASIA	47,782	48,646	47,800	3,744	3,712	12.8	13.1
TOTAL AFRICA	55,262	81,867	87,600	7,873	9,837	7.0	8.3

La producción mundial de yuca se encuentra en los países ecuatoriales. El mayor productor es Brasil, seguido por Tailandia que es, a su vez, el mayor exportador mundial. Los mayores índices de productividad se encuentran en la India (23.4 toneladas por hectárea) y la China (15 toneladas por hectárea).

COMERCIO MUNDIAL DE LA YUCA (1)

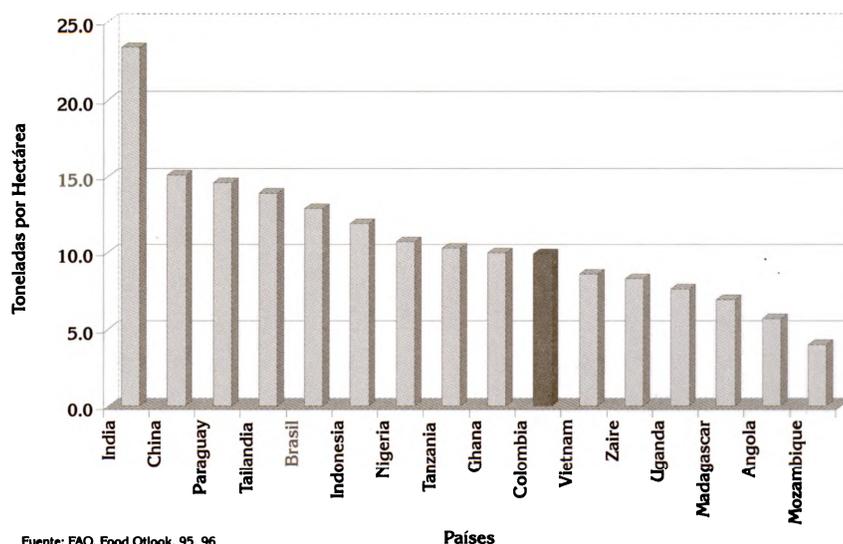
(Millones de Toneladas y % de Variación)

	Años 1993 1994		% de	Años 1995 1996		% de	
			Variación			Variación	
Exportaciones							
Mundiales	9.5	7.0	73.68	5.4	7.33	6.4	87.33
Tailandia	8.0	5.8	72.50	4.1	5.66	5.0	88.41
Indonesia	1.1	0.7	63.64	0.5	0.79	0.6	76.36
China (2)	0.2	0.4	200.00	0.4	0.20	0.4	200.00
Otros	0.2	0.1	50.00	0.4	0.80	0.4	50.00
Importaciones							
Mundiales	9.5	7.0	73.68	5.4	7.33	6.4	87.33
Comunidad Europea	6.7	5.4	80.60	3.2	3.97	3.8	95.71
China (2)	0.7	0.6	85.71	0.6	0.70	0.6	85.71
Japón	0.6	0.4	66.67	0.4	0.60	0.4	66.67
Rep. de Korea	0.5	0.2	40.00	0.2	0.50	0.4	80.00
Otros	1.0	0.4	40.00	1.0	2.50	1.2	48.00

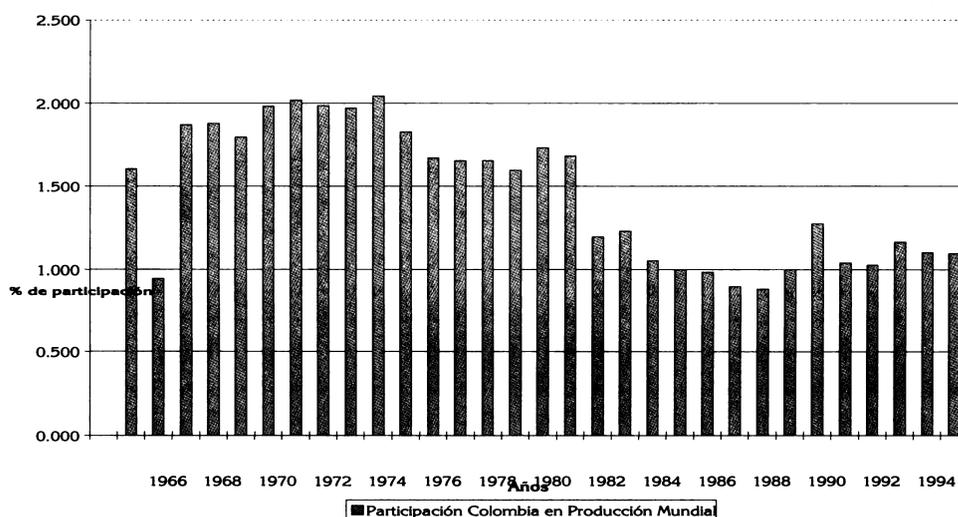
Fuente: FAO, Food Outlook 95 y 96

El comercio mundial de yuca es bajo frente al volumen de la producción. Esto quiere decir que básicamente los países productores, por lo general, son a su vez los consumidores de esta materia prima. La excepción a este comportamiento es la producción del sudeste asiático y, especialmente, de Tailandia, que dedica a la exportación la totalidad de la producción (en forma de yuca seca peletizada y almidón), siendo la Unión Europea el principal importador.

RENDIMIENTOS POR HECTÁREA EN LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE YUCA

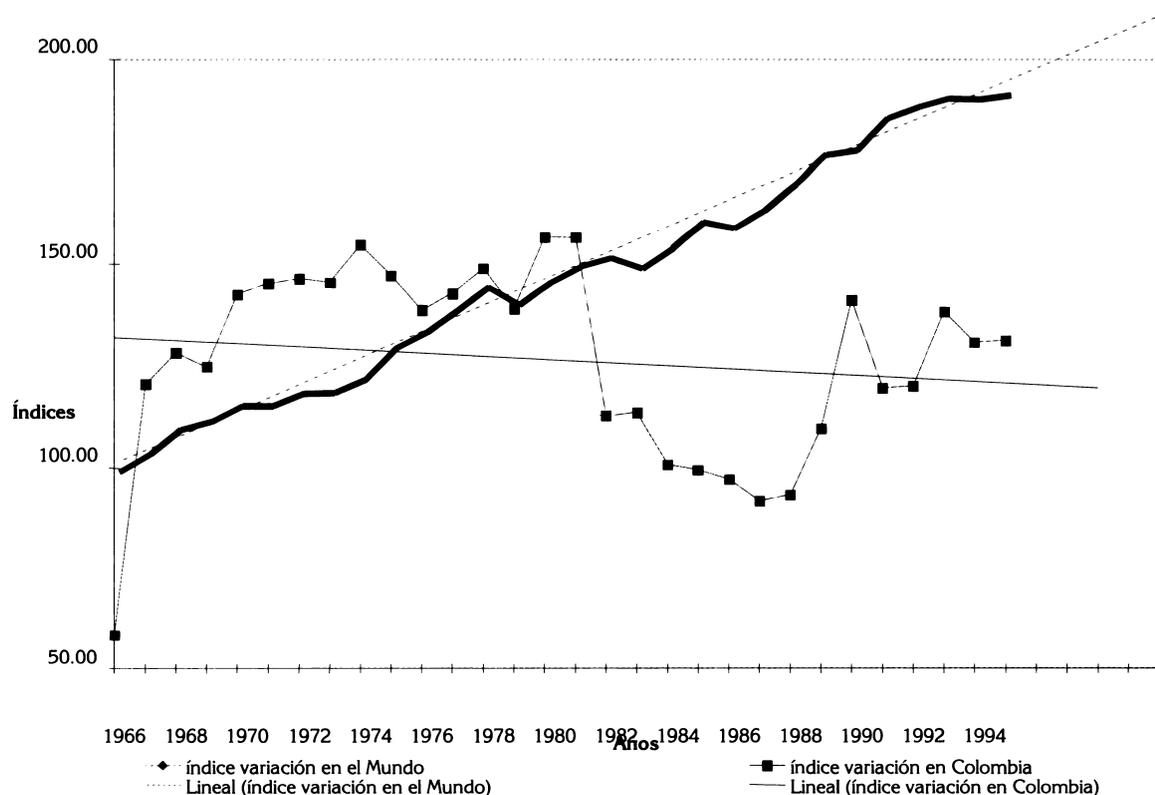


PARTICIPACIÓN DE COLOMBIA EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE YUCA



Los rendimientos físicos promedios del cultivo de yuca en Colombia están bastante lejos de la de los países líderes: Brasil, Tailandia, China e India. Adicionalmente, la participación de Colombia en el total de la oferta mundial muestra una tendencia descendente.

INDICES DE VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE YUCA



Mientras que la producción mundial muestra una tendencia claramente creciente, en Colombia esta es descendente, aunque con una leve recuperación en los últimos años.

A escala local, se encuentra que todos los departamentos del país son productores de yuca, pero si se pretende dirigir la oferta a sustituir una parte de las importaciones de maíz amarillo, principal fuente de energía en la fabricación de alimentos balanceados, se debe tener en cuenta la localización de la industria, para promover la localización de los cultivos e infraestructura de secamiento. De acuerdo con dicho criterio, las zonas más promisorias son: la Costa Atlántica, el sur del Valle, el norte del Cauca y los Llanos Orientales.

CONSUMO POTENCIAL DE YUCA POR LA INDUSTRIA DE LOS BALANCEADOS

LÍNEA DE PRODUCCIÓN	USO POTENCIAL DE YUCA EN LA RACIÓN %	PRODUCCIÓN ALIMENTOS BALANCEADOS 1994	PARTICIPACIÓN % DE LA LÍNEA EN LA PRODUCCIÓN	CONSUMO POTENCIAL DE YUCA 1994	PRODUCCIÓN ESTIMADA DE ALIMENTOS BALANCEADOS 1998	CONSUMO POTENCIAL DE YUCA 1998	PRODUCCIÓN ESTIMADA DE ALIMENTOS BALANCEADOS 2000	CONSUMO POTENCIAL DE YUCA 2000
CRÍA Y LEVANTE PARA POSTURA	5.00	178,900	6.65	8,945	217,995	10,900	250,526	12,526
POSTURA	20.00	856,300	41.89	171,260	888,496	177,699	947,428	189,486
POLLO ENGORDE	10.00	1,127,500	31.81	112,750	1,307,301	130,730	1,408,699	140,870
PORCICULTURA	20.00	350,200	13.01	70,040	376,088	75,218	389,639	77,928
GANADERIA	30.00	150,000	5.57	45,000	166,100	49,830	170,980	51,294
OTRAS ESPECIES	40.00	28,700	1.07	11,480	82,221	32,888	85,808	34,323
	16.26	2,691,600	100.00	437,650	3,038,201	477,265	3,253,080	506,427

FUENTE: SOLLA S.A. EN LA ECONOMÍA DE YUCA EN COLOMBIA. TABLAS 10 Y 11, CÁLCULOS DEL AUTOR

Para 1998, el consumo potencial de yuca estará alrededor de las 480 mil toneladas anuales de yuca seca, y para el 2000 superará las 500 mil. Estos volúmenes significan más que triplicar la producción de yuca fresca.

REQUERIMIENTOS DE ÁREA SEMBRADA EN YUCA PARA EL CONSUMO POTENCIAL DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

	AÑOS	
	1998	2000
CONSUMO ESTIMADO DE YUCA SECA (TONELADAS)	477,265	506,427
REQUERIMIENTOS DE YUCA FRESCA (TONELADAS)	1,193,163	1,266,068
ÁREA NECESARIA CON LOS RENDIMIENTOS ACTUALES PROMEDIOS (HECTÁREAS)	120,521	127,886
ÁREA NECESARIA CON LOS RENDIMIENTOS DEL BRASIL (HECTÁREAS)	100,266	106,392
ÁREA NECESARIA CON LOS RENDIMIENTOS DE TAILANDIA (HECTÁREAS)	85,839	91,084
ÁREA NECESARIA CON LOS RENDIMIENTOS DE INDIA (HECTÁREAS)	50,990	54,105

El sistema de aranceles móviles de la franja de precios, los compromisos de la industria de alimentos balanceados acerca del precio de maíz y el sorgo, y las tendencias de los precios internacionales de estos cereales, permiten pensar en una tendencia relativamente estable o ligeramente creciente de los precios de las materias primas fuentes de energía. Deben aprovecharse para estimular las siembras de nueva semilla y consolidar una oferta abundante y sostenible de yuca seca.

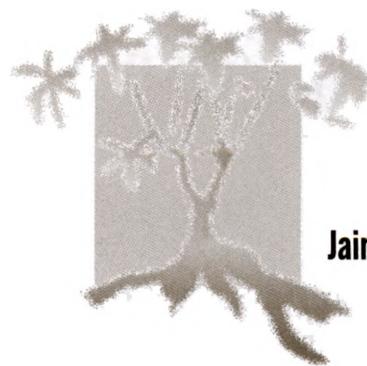
AÑOS	PRECIO FOB US\$/TONELADA	FLETE US\$/TONELADA	PRECIO CIF US\$/TONELADA	PRECIO PISO US\$/TONELADA	ARANCEL EXTERNO COMÚN %	TASA DE CAMBIO	FLETE MEDIO A SITIO DE ACOPIO
1998	115	20	137	153	0.25	1,194	20,000
1999	110	20	132	155	0.30	1,374	23,600
2000	105	20	127	158	0.35	1,580	27,140
2001	100	20	122	160	0.39	1,817	29,854

AÑOS	PRECIO DEL MAIZ AMARILLO	PRECIO DE LA YUCA SECA	TASA DE VARIACIÓN ESTIMADA PARA MAÍZ Y YUCA
1998	277,766	208,324	108.9
1999	326,761	245,071	117.6
2000	389,265	291,949	119.1
2001	477,996	358,497	122.8

El horizonte para alcanzar la competitividad es un plazo menor que el establecido para los compromisos de desgravación de las importaciones que Colombia ha adquirido en los diferentes acuerdos comerciales que ha suscrito.

EL RETO ES ALCANZAR LA COMPETITIVIDAD
EN UN PLAZO INFERIOR A CINCO AÑOS

EVALUACIÓN DE BIOCATALIZADORES EN LA OBTENCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA



Jairo Salcedo Mendoza

EVALUACIÓN DE BIOCATALIZADORES EN LA OBTENCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA

JAIRO SALCEDO MENDOZA^{1/}

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las bases del convenio suscrito entre la Universidad de Sucre y el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Pronatta, el siguiente es el resumen del informe del desarrollo de la propuesta «Evaluación de biocatalizadores en la obtención de ácido acético a partir de almidón de yuca», que hace parte del macroproyecto «Agroindustrialización de la yuca», el cual actualmente se está realizando en la Universidad de Sucre. Este macroproyecto comprende, además, estudios necesarios para el desarrollo del proyecto de obtención de ácido acético, básicos para la consecución de la materia prima para la fermentación acética.

Estos estudios se ejecutaron en el transcurso de los años 96 y 97, por parte del grupo investigador del proyecto «Agroindustrialización de la yuca».

Generalmente, las materias primas utilizadas para la obtención del alcohol corresponden a jugos de productos azucarados, como la caña de azúcar, jugos de frutas, melazas, etc., los cuales tienen un elevado porcentaje de azúcar industrialmente aprovechable. Estos productos contienen azúcares en estado de monosacáridos o disacáridos, que pueden ser fermentados directamente, mediante la intervención de las levaduras alcohólicas.

Existen en la naturaleza muchos productos que a pesar de no contener azúcares directamente fermentables, sí tienen un elevado porcentaje de carbohidratos en forma de almidón (productos amiláceos), lo cual los convierte en materias primas susceptibles de ser aprovechadas en la producción de alcohol, a través de un proceso indirecto. La fermentación alcohólica a partir de productos amiláceos y feculentos es menos expedita que cuando se utilizan productos

1/ Ingeniero - profesor Universidad de Sucre.

como la melaza aprovechable de la industria azucarera, debido a que se debe seguir un proceso previo de sacarificación o hidrólisis, ya sea ácida o enzimática, para proporcionar los azúcares sencillos que serán sometidos a la acción de las levaduras alcohólicas.

La yuca, por ser un material rico en almidón, se convierte en un producto indirectamente fermentable, es decir, debe sufrir el proceso de la sacarificación antes de someterse a la fermentación alcohólica. Lo anterior refleja cierta desventaja con respecto a otros productos agrícolas como la caña de azúcar, pero el rendimiento a alcohol a partir de una misma área cultivada es mayor en la yuca, por lo que aumentando la productividad y optimizando el proceso hidrolítico, se puede hacer más económicamente factible la obtención de alcohol a partir de la yuca.

El estudio de investigación presentado corresponde a la fermentación alcohólica y producción de ácido acético, en el laboratorio, de los azúcares sencillos obtenidos después de hidrolizar el almidón de una variedad de yuca seleccionada.

La investigación realizada es importante, dado que los resultados obtenidos permiten conocer, a partir de las variables estudiadas, cuáles son las que estimulan más el proceso fermentativo a la producción de alcohol y ácido acético. Este estudio se presenta en cinco capítulos, de los cuales los cuatro primeros hacen referencia al problema de la hidrólisis del almidón de yuca, producción de alcohol etílico, condiciones para la obtención y conservación de acetobacter, adaptación de acetobacter a medios líquidos ricos en almidón de yuca. En el quinto capítulo se encuentran los resultados del proceso de fermentación.

Finalmente, se dan las condiciones correspondientes surgidas a partir del proceso de investigación y las recomendaciones principales y necesarias para la realización de propuestas futuras en esta área investigativa.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERALES

- Obtener ácido acético a partir del almidón de yuca, con el fin de iniciar un proyecto de investigación orientado a generar alternativas de agroindustrialización del cultivo.

1.2 ESPECÍFICOS

- Seleccionar una variedad de yuca como materia prima para los procesos de hidrólisis y fermentación alcohólica.

- Evaluar la actividad catalítica en el proceso fermentativo de obtención de alcohol etílico, a partir del almidón de yuca.
- Evaluar en el laboratorio los parámetros o variables que influyen en la actividad catalítica de la *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso de fermentación alcohólica.
- Obtener el cepario de *Acetobacter* y determinar la duración del medio Mg inoculado por *Acetobacter*, para la preservación del cepario.
- Estudiar un modelo de crecimiento microbiano para la adaptación de la *Acetobacter* en alcohol de yuca y su producción a ácido acético en medio líquido.
- Evaluar la actividad catalítica en el proceso fermentativo de obtención de ácido acético, a partir de alcohol obtenido del almidón de yuca.
- Evaluar en el laboratorio los parámetros o variables que influyen en la actividad catalítica de la bacteria *acetobacter sp* en el proceso de fermentación acética, en el proceso de fermentación alcohólica.
- Obtener las mejores condiciones de operación, al variar los diferentes parámetros estudiados.

2. METODOLOGÍA

2.1 HIDRÓLISIS

Relación enzima/sustrato = 3/10

Concentración de sustrato = 25 Gramos/Litro

- Agregar todo el almidón a la mitad del agua destilada, al biorreactor.
- El biorreactor con solución se calienta a 60°C con control de temperatura en un baño termostataado, con agitación constante 1500 R.P.M.
- A la temperatura de 60°C, se agregan el 1% de extracto de malta y el resto de agua.
- Se mantiene esta temperatura por 30 minutos. Se lleva el ph a 5 con ácido fosfórico o amoníaco.

- Se aumenta la temperatura hasta 95°C por 30 minutos. Luego, se lleva hasta 60°C.
- Se adiciona el resto de la malta previamente diluida, se deja actuar durante 60 minutos y se deja enfriar a 30°C.
- Se toman muestras y se determinan azúcares reductores y contenido de glucosa por los métodos LANE – EYNON, refractómetro y glucosa por el método GOD/POD.
- Se procede al proceso de esterilización {TC “4.6.4. Esterilización.”/f C/1 “3”}.
- Se procede posteriormente al cálculo de los azúcares reductores.

2.2 EVALUACIÓN DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

- Análisis termodinámico y elección de temperaturas de la fermentación alcohólica.
- Selección del microorganismo.
- Escogencia de los pH.
- Fermentación alcohólica.
- Se determina relación microorganismo–sustrato M/S , microorganismo/azúcares reductores.
- Activación levadura y adición de nutrientes.
- Se controlan las condiciones de la reacción pH, temperatura.
- Se procede a la reacción durante 24 horas con una agitación de 1500 R.P.M.
- El conteo de las levaduras se realizó por cámara de Neubauer.
- Se procedió a la destilación hasta recoger 100 ml de destilado; se determinó el alcohol por el método Winnick y cromatografía de gases.
- Evaluación de las variables que intervienen en el proceso de fermentación alcohólica.

- Inicialmente, para pH y relación microorganismo–sustrato constante, se varía la temperatura.
- Posteriormente, para igual relación microorganismos-sustrato y la temperatura seleccionada, se varió el pH.
- Con la temperatura seleccionada y el pH escogido, se realizaron otras pruebas, variando únicamente la relación microorganismo-sustrato.
- Por último, se evaluó para una temperatura diferente a la seleccionada, la influencia del pH, por lo cual, se mantuvo constante la temperatura (T_3), para una relación microorganismo-sustrato constante e igual que en las primeras cinco pruebas realizadas.
- Todas las pruebas fueron realizadas para un mismo valor de agitación.

2.3 OBTENCIÓN DE ACETOBACTER

- Preparación del medio de cultivo natural para la obtención de *Acetobacter*.
- Método para la identificación de *Acetobacter* en el medio de cultivo.
- Tinción de Gram.
- Formación del pigmento café.
- Formación de 5-cetoglutanato.
- Conservación de cepas

Las cepas obtenidas e identificadas se conservaron en medio YMG líquido, contenido en tres *erlenmeyer*, incubados a 30°C en una estufa.

- Método de repique

El medio YMG (extracto de malta, levadura y glucosa) líquido es utilizado para el repique de las cepas. El medio fue preparado así:

Extracto de malta	5 gr./lit.
Extracto de levadura	5 gr./lit.
Glucosa	20 gr./lit.
Alcohol etílico	55 mil
pH	6.8

Todos los ingredientes fueron disueltos en agua destilada hasta completar un litro, y luego se esterilizaron.

- Evaluación del crecimiento bacteriano y determinación de la capacidad de carga del medio YMG líquido.

A 160 tubos con 2 ml. del medio YMG se adicionaron las siguientes diluciones de microorganismos/ml de YMG:

39285.7147/ml; 169000/ml; 376043.48/ml; 581400/ml; 3605000/ml (medidas en cámara de Neubauer). Tomando 32 tubos para cada dilución, para la evaluación de crecimiento.

El conteo de los microorganismos para evaluación de crecimiento se realizó dos días después de la inoculación e incubación, a 30°C, tomando dos tubos por cada una de las diluciones antes mencionadas y de allí se siguió con un conteo diario durante 9 días.

- Determinación de la relación entre ácido acético y crecimiento poblacional de *Acetobacter*.

Para la determinación del ácido, se tituló con una solución estandarizada de NaOH.

2.4 FERMENTACIÓN ACÉTICA

Análisis termodinámico y elección de temperaturas de la fermentación acética.

- Selección del microorganismo

La selección se hizo con base en la literatura y la capacidad de aislamiento del microorganismo.

- Escogencia de los pH

Se escogieron para evaluar tres pH, con base en el comportamiento fisiológico de las bacterias y a las experiencias investigativas precedentes.

- Evaluación de las variables que intervienen en el proceso de fermentación alcohólica

La fermentación se llevó a cabo en un fermentador batch de un litro, que tenía como equipos de medición y control lo siguiente:

Oxímetro.
Phmetro.
Termómetro digital.
Baño termostataado con control de temperatura.
Agitador con control de las revoluciones.
Compresor para inyectar aire con sus respectivos filtros.
Equipos de titulación.

3. CONCLUSIONES

- La yuca, como producto que contiene grandes concentraciones de almidón, es una materia prima importante para la obtención de etanol en forma indirecta. La variedad Venezolana aporta cantidades considerables de almidón, y su rendimiento en alcohol es también alto. Para poder aprovechar este polisacárido energético en la formación de alcohol etílico, es necesario que sufra un proceso de sacarificación, en el cual el almidón se hidroliza hasta azúcares fermentables.

- El almidón hidrolizado por las enzimas amilolíticas de la malta, permitió la acumulación, al final del proceso, de azúcares como la glucosa, la maltosa y algunos oligosacáridos. La producción de azúcares reductores en el hidrolizado sin esterilizar, presentó un valor promedio de 25.84 gr/lt; la glucosa correspondió a un porcentaje inferior de los azúcares reductores totales, lo que muestra claramente la especificidad enzimática. Los catalizadores de la malta necesitan unas condiciones de temperatura, pH y agitación adecuados para hacer más eficiente su acción sacarificante; pH cercanos a 5.0 favorecen dicha actividad y temperaturas de 95°C y 60°C son recomendables para la α -amilasa, la β -amilasa y la glucosidasa, las dos últimas trabajan en mejor forma alrededor de los 60°C.

- El análisis termodinámico de posibles reacciones, facilitó ver la especificidad que presentan las enzimas de las levaduras alcohólicas en las condiciones de estudio, dirigiendo su actividad a la formación de dos moléculas de etanol y dos de dióxido de carbono por cada molécula de glucosa.

- Los nutrientes y la agitación facilitan la acción de las levaduras; los primeros por ser indispensables en la composición interna de las mismas y la agitación para hacer más expedita la movilización de los constituyentes iniciales y finales del volumen de fermentación.

- Los biocatalizadores alcohólicos o levaduras en medio anaeróbico aprovechan la glucosa como fuente de energía y material de construcción celular, lo que le permite vivir si posee las concentraciones de combustible necesarias e

indispensables. En estas condiciones, dichos microorganismos utilizan mayormente la glucosa para fermentarla hasta alcohol etílico y, en mucho menor grado, se produce más biomasa. La fermentación alcohólica, según los resultados de esta investigación, varía dependiendo de los valores de temperatura, pH y relación microorganismo-sustrato. La temperatura de 30°C proporcionó los mejores datos de concentración de etanol, con respecto a 35°C y 40°C. El aumento o la acumulación de alcohol etílico, disminuye la temperatura óptima del proceso por inhibición de algunas enzimas, por lo que a una temperatura de 30° la formación de alcohol con el tiempo es mayor.

- El pH o medida de iones hidrógeno afecta los sitios activos de las enzimas y, por lo tanto, la velocidad de las reacciones de la fermentación alcohólica. El pH de 5.0 en comparación con los de 7.0 y 9.0, respectivamente, estimula más el crecimiento de las levaduras e indirectamente ocasiona el aumento en la formación de alcohol en condiciones anaeróbicas.

- Una relación microorganismo-sustrato mayor, provoca un incremento en la fermentación alcohólica, porque en estas condiciones el microorganismo utiliza el azúcar para producir energía disponible a partir de ese proceso, debido al aumento en la competencia alimenticia.

- El crecimiento celular explica el porqué del incremento o decremento de la producción de etanol en las temperaturas, pH y relación M/S estudiados.

- La máxima producción de etanol fue de 1210.876 mg./100 ml., utilizando 10 gr. de almidón para 30°C, 5.0 de pH y 0.3045 M/S.

- La acidulación del medio natural favoreció la proliferación de las bacteria acéticas.

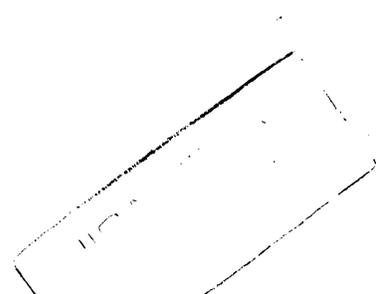
- La mezcla del medio YMG (levadura, extracto de malta, glucosa) y medio natural facilitaron el proceso de adaptación de las bacterias.

- Las gráficas obtenidas mostraron claramente distintas fases: incubación, logarítmica, estacionaria y de muerte.

- La multiplicación bacteriana aumentó hasta alcanzar el máximo en la fase logarítmica.

- La disminución progresiva de la velocidad de multiplicación se debió a que los nutrientes se fueron agotando y a la acumulación de productos de su metabolismo.

- El medio YMG resultó favorable para la conservación de las cepas de *Acetobacter*.
- Las bacterias presentaron un período de descenso poblacional durante los dos primeros días para todas las concentraciones.
- La capacidad de carga del medio YMG está dada por el número máximo de microorganismos que se desarrollan a plenitud en él y estuvo entre los días seis y siete, que es el tiempo aproximado en que se debe inocular de nuevo la bacteria.
- Al disminuir el pH aumenta la conversión de ácido acético para cualquier temperatura.
- Los mejores parámetros encontrados para realizar la fermentación acética es a las condiciones de 40°C y un pH de 3, caudal de aire de 400 litros/hora.
- En la fermentación sin suministro de oxígeno, la producción de ácido es pequeña y en algunos casos cero.
- El control del pH cerca de 3 es vital para la producción de ácido acético.
- No existe una marcada relación entre la conversión a ácido y la producción de microorganismos.
- Para poder generar una producción piloto se hace necesario evaluar la cinética de fermentación a ácido acético, como también los fenómenos de transporte de materia.
- El proceso de fermentación se puede trabajar en condiciones de temperatura ambiente para la región, que corresponde a 30°C y pH=3, sufriendo una baja en la producción de ácido, pero que sería suplido por el no gasto de energía al tener que elevar la temperatura a 40°C.



**PRIMER ENCUENTRO TÉCNICO
NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y
TRANSFORMACION DE YUCA**



República de Colombia



ISBN: 958-9328-18-0

IICA