



Estudio de Mercado de los Diferentes Usos de la Yuca en Colombia

Informe Final - Primera Fase

María Verónica Gottret
Economista Asociada, CIAT

Carlos F. Ostertag
Especialista Asociado en Mercadeo, CIAT

Lisimaco Alonso
Consultor, PROINAGRO

David R. Laing
Investigador Visitante, CIAT

102132

Proyecto de Desarrollo de Agroempresas Rurales
Centro Internacional de Agricultura Tropical

Enero de 1997

RESUMEN

La yuca es cultivada en Colombia principalmente por pequeños productores, bajo condiciones marginales de clima y suelo. Su producción genera ingresos y alimento a familias campesinas y es una fuente barata de calorías para las familias de estrato bajo en áreas urbanas. La producción promedio para la década de los noventa está alrededor de 1.750.000 TM de raíces de yuca por año, con un rendimiento promedio de 10 TM/ha. De esta producción total, se comercializan 1.400.000 TM y el resto es utilizada en finca por los mismos productores. De la yuca que se comercializa en el país, cerca del 70% se destina al consumo humano en fresco, y el resto se procesa para consumo industrial en forma de trozos de yuca seca, almidón agrio, y almidón dulce. Adicionalmente, han surgido nuevos usos y productos en base a yuca, cuyos mercados todavía son incipientes. Estos múltiples usos para la yuca, muestran que ésta puede competir en diversos mercados de la industria alimenticia y no-alimenticia.

El gobierno ha venido formulando y desarrollando el Plan para la Modernización y Fortalecimiento de la Agroindustria de la Yuca en la Costa Atlántica. El estudio y dimensionamiento de los mercados actuales y potenciales para la yuca es vital para que los productores y procesadores, puedan responder a las demandas del mercado nacional y competir con el mercado exterior. Además, esta información es de gran utilidad al gobierno para fijar las políticas de apoyo y fomento al sector.

Como respuesta a éstas necesidades, el Ministerio de Agricultura contrató a la Corporación Colombia Internacional (CCI) para la realización de un estudio de los mercados de la yuca y sus productos derivados. Este estudio se planteó en dos fases. Los objetivos de la primera fase fueron los de identificar el portafolio de productos para la yuca que ofrezca el mayor potencial para Colombia, en términos de volumen y crecimiento de mercado, y que sea factible desde un punto de vista tecnológico y económico. Además, como parte fundamental de esta primera fase se desarrolló una propuesta para la segunda fase del estudio. Para esta primera fase, el CCI buscó la colaboración del Proyecto de Desarrollo de Agroempresas Rurales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por su amplio conocimiento y experiencia en este campo.

Para lograr los objetivos de esta primera fase del estudio se realizaron las siguientes actividades : (1) identificación de los usos principales de la yuca a nivel nacional e internacional; (2) determinación de los criterios de evaluación para los diferentes productos de la yuca; (3) revisión bibliográfica sobre las ventajas comparativas de la yuca; (4) evaluación de mercados y selección del portafolio de mercados promisorios; (5) elaboración de perfiles para los mercados seleccionados; y (6) elaboración de la propuesta para la segunda fase del estudio.

Los principales usos de la yuca a nivel nacional e internacional se clasifican en cuatro mercados : (1) raíces frescas y procesadas para consumo humano, (2) industria alimenticia, (3) alimentación animal, y (4) industria no-alimenticia. Cada uno de estos mercados se dividió en segmentos de mercado y categorías de productos. Este ejercicio permitió visualizar la amplia gama de usos posibles que tiene la yuca, y los productos que se pueden derivar de ésta. Con base en los criterios de viabilidad económica y tecnológica para cada uno de productos, se seleccionó el siguiente portafolio de productos: (1) raíces frescas para consumo en su estado natural; (2) raíces frescas tratadas para una mejor conservación pos-cosecha : yuca

parafinada y yuca en bolsa tratada con tiabendazole; (3) raíces frescas pre-procesadas : trozos de yuca pelados, congelados y empacados al vacío; y trozos de yuca pelados, congelados y pre-cocidos; (4) pasabocas a base de la pulpa de la yuca : croquetas, carimañolas, etc.; (5) "snacks" a base de raíces y almidones de yuca: tajadas fritas, besitos, rosquillas, tozinetas, etc; (6) raíces frescas para consumo animal en finca; (7) ensilaje de trozos frescos y hojas de yuca para consumo animal en finca para uso fuera del período de cosecha; (8) trozos, harina o pellets de yuca seca; (9) mezclas de yuca seca con fuentes de proteína : yuca/soya (maíz sintético) y yuca con materias primas locales; (10) subproductos de la extracción del almidón : afrecho y mancha; (11) almidones de yuca : almidón dulce o nativo, almidón agrio y almidones modificados; (12) edulcorantes; y (13) harina de yuca para adhesivos vegetales de bajo costo y carnes frías.

En esta primera fase se identificaron múltiples vacíos de información. Primero, se hace necesario tener un mejor entendimiento de las necesidades y preferencias de los consumidores finales e industriales, y de los factores no económicos que influyen o limitan el consumo de los diferentes productos. Segundo, es importante conocer mejor la estructura del mercado para diseñar estrategias de comercialización para los productos nuevos, y mejorar los actuales canales de comercialización de los productos tradicionales. Tercero, se necesita actualizar y precisar mejor los estimativos de tamaño y crecimiento de los mercados para los productos existentes, y dimensionar los mercados para los productos novedosos. Cuarto, falta analizar las tendencias en los precios de los productos y sus sustitutos para evaluar la competitividad económica de estos en el largo plazo. Finalmente, se debe profundizar en la identificación de las posibles oportunidades de mercado y los nichos especiales para los productos de la yuca. Indiscutiblemente, estos vacíos de información varían de acuerdo con los productos.

Una parte fundamental de esta primera fase del estudio, es el diseño de la propuesta para la segunda fase del estudio de mercados. En esta propuesta se especifica detalladamente la información que se debe recolectar, los análisis a realizarse, y la metodología que deber seguirse para lograr los objetivos propuestos. Es importante resaltar que la calidad del estudio final de los mercados para la yuca y sus derivados, depende directamente de la calidad, disponibilidad, y confiabilidad de información. Por lo anterior, se hace necesario continuar con la segunda fase de este estudio, la cual permitirá complementar y actualizar la información ya existente, y de esta manera, llegar a conclusiones que permitan definir claramente la políticas de apoyo y estímulo a los diferentes segmentos del mercado.

1. ANTECEDENTES

La yuca (*Manihot esculenta crantz*) es una raíz tropical con alto contenido de almidón, originaria del área amazónica de América Latina. Esta planta se cultiva principalmente por sus raíces, las cuales tienen hasta 35% de carbohidratos y entre 0.5 y 1.5% de proteínas. Las raíces de yuca son cuartas en importancia después del arroz, el azúcar y el maíz como fuente de calorías para la población de las zonas tropicales (Janssen, 1986).

La yuca es cultivada en Colombia principalmente por pequeños productores, bajo condiciones marginales de clima y suelo. Su producción genera ingresos y alimento a familias campesinas y es una fuente barata de calorías para las familias de estrato bajo en áreas urbanas. La principal región productora de raíces de yuca en Colombia es la Costa Atlántica, donde se produce el 50%. Le sigue en importancia la zona Oriental (principalmente los Santanderes y los Llanos Orientales), donde se produce aproximadamente el 30% de las raíces de yuca (datos del Ministerio de Agricultura, División de Estadística, 1996).

La producción promedio para la década de los noventa está alrededor de 1.750.000 TM de raíces de yuca por año, con un rendimiento promedio de 10 TM/ha. Si se considera que en la zona Atlántica y Oriental, el 16% de la producción se utiliza para consumo humano en finca, y que en las demás regiones este consumo humano en finca está alrededor del 6.5% de la producción (Henry, *et. al*, 1994), se podría concluir que 250.000 TM se consumen en su forma fresca en la finca. Además, en la zona Atlántica y Oriental el 8.5% de la producción se consume para alimentación animal en finca y en las otras regiones de Colombia, el 2% de la producción se consume en finca para alimentación animal (Henry *et. al*, 1994). Esto implicaría que otras 100.000 TM se quedan en finca, y que se comercializan 1.400.000 TM de raíces de yuca/año.

A nivel nacional, cerca al 70% de la producción de yuca se destina a consumo en fresco y el resto se procesa para consumo industrial en forma de trozos de yuca seca para la industria de concentrados, almidón agrio usado para panificación y en "snacks" o mecateo industrial, almidón dulce utilizado por la industria alimenticia y no-alimenticia. Adicionalmente, han surgido nuevos usos y productos en base a yuca, cuyos mercados todavía son incipientes. En consecuencia, de la yuca se pueden derivar múltiples productos para competir en diversos mercados de la industria alimenticia y no-alimenticia. Entre estos productos está el almidón, una de las materias primas renovables más importantes a nivel mundial con un mercado global estimado para 1992 en 14 billones de dólares (Ostertag, 1996).

El gobierno ha venido formulando y desarrollando un "Plan para la Modernización y Fortalecimiento de la Agroindustria de la Yuca en la Costa Atlántica", con un horizonte entre 1995 y 1998. El objetivo es el de "desarrollar y consolidar en la Costa Atlántica un modelo agroindustrial campesino en torno a la producción de yuca seca y afines, a través de su crecimiento, diversificación de la oferta, mejoramiento tecnológico del sistema productivo y de la comercialización, para contribuir a mejorar los ingresos de los productores y a generar empleo productivo".

La competitividad en el sector yuquero surge si se responde a limitaciones en aspectos de producción, procesamiento y mercadeo, lo que implica esfuerzos tanto en investigación en estos temas, como en desarrollo y organización empresarial. El estudio y dimensionamiento de los mercados actuales y potenciales para la yuca es un aspecto fundamental para cualquier esfuerzo por modernizar y fortalecer esta agroindustria. Esta información es vital para que los productores y procesadores de yuca puedan responder a las demandas del mercado. Adicionalmente, ante la actual globalización de los mercados, urge la necesidad de estar bien informados respecto a la competitividad de los diversos productos y materias primas locales frente a los posibles competidores externos.

Como respuesta a estas necesidades, el Ministerio de Agricultura contrató a la Corporación Colombia Internacional (CCI) para la realización de un estudio de los mercados de la yuca y sus productos derivados. Este estudio de mercados para la yuca en Colombia se plantea en dos fases, una primera enfocada en identificar los usos a nivel nacional e internacional y su priorización para el caso Colombiano, seguido por una segunda fase, centrada en estudiar con mayor detalle aquellos mercados identificados con mayor potencial para el país. Para esta primera fase, el CCI buscó la colaboración del Proyecto de Desarrollo de Agroempresas Rurales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por su amplio conocimiento y experiencia en este campo. Este documento corresponde al informe final de la primera fase.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA DE LA FASE 1

2.1 Objetivos

- i. Identificar el portafolio de productos para la yuca que ofrezca el mayor potencial para Colombia en términos de volumen y crecimiento de mercado y que sea factible desde un punto de vista tecnológico y económico.*
- ii. Desarrollo de una propuesta para la segunda fase del estudio, en la cual se realizará el estudio de mercado propiamente dicho.*

2.2 Metodología

En términos generales, el primer y principal objetivo se cumplió mediante la siguiente metodología:

2.2.1 Identificación de los usos principales de la yuca a nivel nacional e internacional

Debido al conocimiento de los mercados de la yuca por parte del equipo de trabajo, se efectuó un primer inventario de usos de la yuca y una primera aproximación a la clasificación de los diferentes usos de la yuca.

Los principales segmentos del mercado definidos en esta primera aproximación fueron: (i) mercado para consumo fresco (consumo humano y consumo animal), (ii) industria alimenticia (humano directo, humano industrial, animal en finca, animal industrial), e (iii) industria no-alimenticia.

A continuación se procedió a recoger información secundaria, tanto nacional como internacional, sobre este tema con el fin de ampliar el inventario de usos y afinar la propuesta de categorización. Para esta clasificación se consultó a Balagopalan *et. al* (1989), Ostertag (1996), Jones (1983), Leygue (1993), Koch *et. al* (1988), Maneepun (1996a), Maneepun (1996b), Grace (1977), Wheatley y Scott (1992), entre otros. La categorización final de usos se presenta en la Sección 3.

Cabe anotar que directamente del almidón se obtiene una multitud de productos a través de procesos de depolimerización química y con calor, entrecruzamiento, reacciones químicas. etc. Adicionalmente, mediante el proceso de hidrólisis, del almidón se deriva la glucosa que se constituye a su vez en substrato para obtener una multitud de productos a través de procesos de fermentación, oxidación e hidrogenación, algunos bastante sofisticados que posiblemente estén todavía lejos de las posibilidades técnicas y económicas de la industria colombiana.

2.2.2 Determinación de los criterios de evaluación para los diferentes productos de la yuca

Ante la gran cantidad de usos de los productos de yuca a nivel internacional, se considera necesario establecer criterios de evaluación apropiados que respondan a las condiciones de la economía colombiana, y usando estos criterios, evaluar los usos o mercados con el fin de determinar los productos de la yuca con mayor potencial en el mercado colombiano. En concreto, se trata de eliminar usos o mercados cuyo potencial de crecimiento o factibilidad financiera y tecnológica sea nula en nuestro medio.

La información para esta evaluación se obtuvo mediante la consulta de información secundaria tanto nacional como internacional, la cual se complementó con información primaria obtenida mediante encuestas a la industria y a informantes claves. Se debe subrayar la importancia que tiene para este trabajo el estudio de las tendencias de ciertos productos, como por ejemplo el almidón, en países más desarrollados que Colombia. La razón es que el almidón es una de las materias primas naturales más importantes para la industria tanto alimenticia como no alimenticia a nivel mundial, y su uso y producción están fuertemente correlacionados con el desarrollo económico de los países, concretamente con el Producto Interno Bruto (PIB).

A continuación se presenta un resumen de estos criterios de selección:

Criterios de Viabilidad Económica

1. **Demanda actual o potencial¹ para el producto** : Para esto se estima el volumen demandado anualmente y se calcula su equivalente en raíces de yuca fresca. Este volumen de demanda se

¹ Para los productos ya existentes se utiliza la demanda actual y para los productos nuevos la demanda potencial. En casos donde la oferta no suple la demanda, se considera el volumen de la producción como la demanda actual, y la demanda real como la demanda potencial.

clasifica luego como "Muy Alto" (> 1.000.000 TM/año), "Alto" (100.000-1.000.000 TM/año), "Medio" (50.000-100.000 TM/año), o "Bajo" (< 50.000 TM/año).

2. **Competitividad:** Para evaluar la competitividad para cada uso de la yuca, se identificaron los productos sustitutos, los precios tanto del producto de yuca como del sustituto (al consumidor ó a la industria, de origen nacional e importado), y se estimaron los precios relativos.
3. **Crecimiento del Mercado:** Para obtener cifras del crecimiento anual del mercado se realizaron entrevistas con informantes claves expertos, se consultaron estadísticas oficiales, y literatura con información secundaria. Con esta información, se clasificó el crecimiento de los mercados, se clasificó como alto (>6%), medio (>3-6%), bajo (>0-3%), nulo (0%), y negativo (< 0%).

Criterios de Viabilidad Tecnológica

1. **Complejidad Tecnológica :** Para esto se busco información secundaria y de informantes claves sobre los procesos y con esta información se determinó la complejidad tecnológica del proceso en base al número de etapas del proceso, el grado de sofisticación de los equipos requeridos, y la necesidad de capacitación del personal. Con base a esto, la complejidad tecnológica se clasificó de la siguiente manera : 1=muy baja, 2=baja, 3=medio-baja, 4=media, 5=media alta, 6=alta, y 7=muy alta.
2. **Calidad Requerida:** Con base a información de informantes claves y revisión de información secundaria, se determinó el grado de calidad exigida por el mercado y la viabilidad de obtenerla en el medio colombiano.

2.2.3 Revisión bibliográfica sobre las ventajas comparativas de la yuca

La identificación de las ventajas comparativas de la yuca y sus productos derivados fue de vital importancia, ya que es difícil que la yuca compita solamente en base a precio con materias primas como el maíz norteamericano, de muy bajo costo. Este bajo costo es posible debido a la alta productividad por hectárea de este cereal y a las políticas agrícolas y de exportación del gobierno estadounidense.

Los mercados para las materias primas como el almidón, por ejemplo, se pueden clasificar en mercados masivos y mercados especializados. En el primero caso, las materias primas compiten en base a precio ya que cualquier almidón sirve, y en el segundo caso lo importante es una o más características funcionales del producto que hacen que sea indispensable para cierto uso, o nicho de mercado. Es común que el almidón de maíz se modifique con el fin de imitar las propiedades funcionales especiales de otros almidones nativos derivados de otros cultivos, como la yuca o la batata.

Sin embargo, la literatura reconoce que los dos almidones de más alta calidad para usos industriales son el almidón de papa y de yuca, por encima del maíz nativo y modificado (maíz ceroso) y menciona muchas ventajas comparativas del almidón de yuca frente a otros almidones. En la Sección 4 (Evaluación de Mercados) se presenta esta información.

2.2.4 Evaluación de mercados y selección del portafolio de mercados promisorios

Para facilitar el proceso, se elaboró un formato "Matriz de Usos/Mercados y Criterios de Evaluación", el cual permitió visualizar de manera fácil los requerimientos de información. Además sirvió como formato para presentar el análisis evaluativo de manera gráfica y resumida.

Para posibilitar la evaluación respectiva, se recogió la información secundaria ya mencionada, tanto a nivel internacional como nacional, incluyendo usos, precios, volúmenes, tendencias del mercado, etc. Adicionalmente, se prepararon formatos y guías para la obtención de información primaria y se realizaron entrevistas a una muestra representativa de informantes claves provenientes de empresas procesadoras y consumidoras de productos de yuca, tanto del sector alimenticio como no alimenticio.

Además, el economista de yuca del CIAT asistió a un congreso internacional de almidón en la China en donde obtuvo información respecto a las tendencias, especialmente en Tailandia, de los principales productos derivados de la yuca. Asia se ha convertido en líder mundial en el procesamiento, exportación y consumo de productos derivados de la yuca.

Como resultado, se escogió un portafolio de mercados para la yuca considerados como los más promisorios y de mayor prioridad para el país.

2.2.5 Elaboración de perfiles para los mercados seleccionados

La Sección 5 presenta los perfiles de los segmentos de mercado más promisorios para la yuca en Colombia, teniendo en cuenta tendencias nacionales e internacionales. Estos mercados se estudiarán con mayor profundidad en la segunda fase de este estudio.

2.2.6 Elaboración de propuesta para la Fase II

En base a las conclusiones de la Fase I del estudio se desarrolló una propuesta para la Fase II, en la cual se profundizará en el análisis del portafolio de productos de yuca seleccionados en la primera fase. Esta propuesta contempla un formato flexible en el cual la ejecución será un esfuerzo conjunto entre el CIAT, CCI y PROINAGRO y se subcontratarán informantes claves y algunos servicios técnicos.

3. INVENTARIO DE MERCADOS, SEGMENTOS DE MERCADO, Y PRODUCTOS DERIVADOS DE LAS RAÍCES DE YUCA

Debido a la gran variedad de productos derivados de un cultivo como la yuca, es importante desarrollar una propuesta de clasificación que sea gráfica y lógica, la cual se presenta en el Cuadro 1. Este Cuadro propone, en la primera columna, cuatro grandes mercados para los productos de yuca, a saber:

- # Raíces frescas y procesadas para consumo humano
- # Industria alimenticia

- # Alimentación animal

- # Industria no-alimenticia

La segunda columna exhibe los respectivos segmentos de cada mercado, consistentes de diferentes materias primas en base a yuca. La tercera columna muestra los productos intermedios, que en este caso son materias primas o productos más procesados que se utilizan como insumos en otros productos. En la cuarta columna aparecen las categorías de producto finales, o sea los que son utilizados por los usuarios finales (consumidores finales o industrias como materia prima). La última columna presenta las materias primas básicas que son substitutas o competidoras de las materias primas en base a yuca.

3.1 Raíces Frescas y Procesadas para Consumo Humano

Este mercado consiste de la raíces en fresco y procesadas, incluyendo los "snacks". Lo importante aquí es que la materia prima son las raíces frescas de yuca y que los productos finales llegan al consumo humano directo. Este ha sido el mercado tradicional para la yuca en los países en desarrollo, aunque se incluyen presentaciones novedosas de este producto.

3.2 Industria Alimenticia

Este mercado incluye todos los productos alimenticios que utilizan materias primas procesadas, derivadas de las raíces de yuca, como son la harina y el almidón de yuca. Entre los almidones de yuca incluye los dulces o nativos, los modificados y el almidón agrio. Este último es un almidón fermentado, el cual se produce en unidades procesadoras tradicionales del sector rural de Colombia, concentradas en su mayoría en el Departamento del Cauca. En el mercado de la industria alimenticia se destacan los segmentos de almidón dulce, almidones modificados, maltodextrinas y edulcorantes. Los últimos tres segmentos son los de mayor crecimiento a nivel mundial en los treinta últimos años, aunque no exclusivamente con productos en base de yuca sino en base especialmente a maíz. La fructosa y los productos de la fermentación de la glucosa se producen mediante procesos bastante sofisticados.

3.3 Alimentación Animal

Este mercado se compone principalmente de raíces de yuca en fresco y deshidratadas, solas o mezcladas con fuentes de proteína como soya y otras fuentes locales. La agroindustria rural de la yuca seca fue una actividad inducida en la Costa Atlántica en 1979 y de gran impacto económico en Sucre y Córdoba.

También incluye los subproductos de la producción de almidón y harina, que se utilizan también en la alimentación animal.

3.4 Industria No-Alimenticia

Este mercado incorpora a todos los productos que utilizan productos derivados de las raíces de yuca, como son la harina de yuca, almidones nativos y modificados, y productos de la fermentación de la glucosa.

Para el caso de Colombia, se pueden destacar los segmentos de almidón nativo, degradado, y pregelatinizado.

Cuadro 1. Inventario de los Mercados, Segmentos de Mercado, y Productos Derivados de la Yuca

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹
RAÍCES FRESCAS Y PROCESADAS DE YUCA PARA CONSUMO HUMANO	Raíces Frescas		en su estado natural	papa, plátano ² , y otros en menor grado (arroz, ñame, pan, maíz, y pastas)
			parafinada en cajas	idem
			en bolsa tratada con mertec (tiabendazole)	idem
	Raíces Pre-Procesadas		pelada, en trozos, empacada al vacío, y congelada	productos prácticos a base de papa o plátano
			pelada, en trozos, precocida y congelada	idem
	Raíces Frescas/Pulpa		croquetas, carimañolas, etc.	productos para freír a base de papa, maíz, harina de trigo, etc.
			tajadas fritas de yuca en bolsa	papitas y platanitos fritos, etc.

Cuadro 1. (Cont.)

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹
INDUSTRIA ALIMENTICIA	Harina de Yuca		para consumo casero en bolsa	harina de trigo, maíz, plátano, soya, avena, arroz, etc.
			mezclas para coladas	idem
			mezclas para sopas	idem
			galletería	harina de trigo
			carnes frías	harina de trigo, y almidones de diferentes fuentes
			fideos y pastas para sopa	harina de arroz y maíz
	Almidón Dulce o Nativo	Almidón Nativo y/o Modificado ³ Los almidones modificados incluyen los almidones pregelatinizados, oxidados, diluidos, ésteres, éteres, entrecruzados, etc.	para consumo casero en bolsa	almidón de maíz, harinas y almidones en general
			pasabocas en bolsas, tozinetas (snacks)	almidón de papa
			mezclas para sopas, coladas, compotas, y salsas	otros almidones y harinas
			pastas y fideos	harina de trigo
			pastelería y panadería	otros almidones y harina de trigo
			helados y yogurt	otros almidones
			dulces y gomas	almidón de papa y de maíz ceroso
			puddines, postres, y mermeladas	otros almidones
carnes frías	otros almidones y harinas			

Cuadro 1. (Cont.)

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹
INDUSTRIA ALIMENTICIA (Cont.)	Almidón Dulce o Nativo (Cont.)	Edulcorantes y Maltodextrinas (Hidrólisis del Almidón)		
		Maltodextrinas	mezclas secas para sopas	otras fuentes de maltodextrinas (almidón de papa o maíz cerosos principalmente)
			mezclas secas saborizadas	idem
			mezclas para bebidas lácteas	idem
			mezclas para pastelería y galletería	idem
			substituto de la grasa para productos dietéticos	grasa animal y vegetal
		Maltosa	confitería	sacarosa y otras fuentes de maltosa (almidón de maíz, papa, etc.)
		Jarabe de glucosa	Dulces (confitería, mermelada, almibares, etc.)	sacarosa y otras fuentes de glucosa
			Enlatados (frutas, salsas, etc.)	idem
			Pastelería y galletería	idem
			Chocolatería	idem
			Helados y postres	idem
		Dextrosa	panadería como azúcar fermentable	idem
			postres congelados	idem
		Jarabe alto en fructosa	gaseosas	sacarosa y el jarabe de maíz alto en fructosa
			los mismos usos del jarabe de glucosa	idem

Cuadro 1. (Cont.)

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹	
INDUSTRIA ALIMENTICIA (Cont.)	Almidón Dulce o Nativo (Cont.)	Productos de la Fermentación de Glucosa			
		Sorbitol	confitería	edulcorantes no-calóricos (aspartame, etc.)	
			vitamina C crema dental	sacarosa, melaza y otros almidones fuentes de glucosa	
		Glutamato Monosódico (MSG)	salsas realzadoras del sabor	idem	
		Aminoácidos (lisina, tiamina, arginina, etc.)	Aminoácidos	otras fuentes de proteína	
			Aspartame (edulcorantes artificiales)	jarabe alto en fructosa y otros edulcorantes no calóricos	
		Acidos orgánicos (cítrico, láctico y acético)	acidulantes, estabilizantes, etc.	sacarosa, melaza y otros almidones fuentes de glucosa	
		Levaduras	panificación	idem	
		Almidón Agrio		en bolsa para consumo en hogar	no tiene
				mezclas para panificación (pandebono, buñuelos, etc.)	no tiene
			snack / mecato (rosquillas, besitos, etc.)	no tiene	

Cuadro 1. (Cont.)

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹	
ALIMENTACION ANIMAL	Raíz Fresca en Finca		trozos frescos	otras fuentes frescas de carbohidratos	
			hojas	mataratón y otros forrajes	
			ensilado trozos y hojas para consumo fuera de la época de cosecha	otras fuentes frescas de carbohidratos y proteínas	
	Raíces y Hojas Secas	Trozos, harina y pellets de yuca seca	alimentos balanceados para animales	maíz, sorgo y otras fuentes de carbohidratos	
			Harina de hoja	idem	harina de mataratón y de otros follajes
	Mezcla Soya/Yuca Seca (Maíz Sintético)		idem	maíz entero	
	Mezclas de Yuca Seca con Materias Primas Locales		idem	maíz entero y sorgo	
	Subproductos de la Producción de Almidón/Harina		Afrecho	idem	otras fuentes de fibra y carbohidratos
			Ripio	idem	idem
			Mancha	idem	otras fuentes de proteína

Cuadro 1. (Cont.)

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹	
INDUSTRIA NO-ALIMENTICIA	Harina		adhesivos de bajo costo	otros almidones y harina de trigo	
			adhesivo para madera prensada	harina de trigo	
	Almidón Nativo		adhesivos, triplex, farmacéuticos, cartón corrugado, papel, textil, cervecería, cosméticos, jabones, lavandería, insecticidas, explosivos, PVC, espumas de uretano, etc.	otras fuentes de almidón	
	Almidón Degradado (Modificado)	Dextrinas	cartón, adhesivos, usos hortícolas, etc.	idem	
		Almidón Oxidado	terminación de papel, textiles, adhesivos, perforación de pozos, cueros, etc.	idem	
		Almidón Diluido	adhesivos, etc.	idem	
	Almidón Pregelatinizado (Modificado)		adhesivos	idem	
	Derivados del Almidón (Modificado)	Esteres	textiles, papel, farmacéutica, tratamiento de agua, papel, textiles,	idem	
		Esteres, incluyendo almidón catiónico		idem	
		Entrecruzado	blanqueadores ópticos, productos antiadhesivos, etc.	idem	
	Productos de la Fermentación de la Glucosa				
	Acido Orgánicos	Acido acético	usos industriales	sacarosa, melaza y otros almidones	

Cuadro 1. (Cont.)

MERCADO	SEGMENTOS DE MERCADO	PRODUCTOS INTERMEDIOS	CATEGORIA DE PRODUCTOS	SUBSTITUTOS O COMPETIDORES ¹
		Acido cítrico	usos farmacéuticos, cemento, detergentes biodegradables, etc.	idem
		Acido láctico	plásticos biodegradables, agentes anti-moho, etc.	idem
		Acido glucónico	farmacéutica, detergentes biodegradables, cemento, metalurgia y pintura	idem
		Acido itacónico	objetos plásticos	idem
	Polisacáridos	Goma Xantham	textiles, aceite automotor, plásticos	idem
		PHB	plásticos	idem
	Solventes	Etanol	combustible, química, cosméticos farmacéutica	idem
	Farmacéuticos		vitamina B12	idem
			antibióticos	
Productos de la Oxidación e Hidrogenación de la Glucosa				
		Acido glucárico	plásticos poliéster	idem
		Sorbitol/manitol	plásticos poliéster, pinturas, forros	idem

¹ El término "substituto" se usa para el caso de materias primas básicas con escasa o ninguna diferenciación, mientras que "competidores" se aplica a productos más complejos con mayor grado de diferenciación.

² Ver Gottret, Henry y Cortéz, 1995.

³ Actualmente la industria de los almidones modificados está desplazando al almidón dulce o nativo para usos industriales, debido a las características especiales que le dan la modificación al almidón nativo. En este punto del estudio es difícil distinguir ue industrias están utilizando almidones nativos o modificados.

Cuadro 1. (Cont.)

4. EVALUACION ECONÓMICA Y TECNOLÓGICA DE LOS MERCADOS PARA LA YUCA Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS

A continuación se presentan los resultados de la evaluación preliminar (viabilidad económica y tecnológica) de los diferentes mercados para la yuca y sus productos derivados. Para este análisis se utilizaron los criterios definidos en la metodología de este estudio que incluyen el tamaño del mercado, la competitividad, el crecimiento del mercado, la complejidad tecnológica, y los requerimientos de calidad.

4.1 Mercado de Raíces Frescas y Procesadas de Yuca para Consumo Humano Directo

En el Cuadro 2 se presenta un resumen sobre la evaluación de los criterios económicos y tecnológicos sobre el uso de las raíces frescas y procesadas de yuca para consumo humano directo en sus diferentes formas.

4.1.1 Raíces frescas en su estado natural

Actualmente en Colombia, la yuca se utiliza principalmente en su forma natural para consumo humano. Existen varios estudios sobre la demanda de yuca para consumo humano, pero el estudio más completo a nivel nacional es el de Sanint *et. al* (1985), el cual está basado en datos de la Encuesta Nacional de Hogares DANE/DRI de 1981. Sanint *et. al* (1987), estimó un consumo promedio de raíces frescas de yuca en Colombia de 25.5 kg/año. Este estudio también encontró que el consumo de yuca es mayor en zonas rurales (41.1 kg/persona/año) que en las zonas urbanas (17.2 kg/persona/año), y que el consumo varía con el estrato económico de la población (estrato 1=24.7 kg/persona/año; estrato 2=28.5 kg/persona/año; estrato 3=29.1 kg/persona/año; estrato 4=26.8 kg/persona/año; y estrato 5=18.3 kg/persona/año). Además, se concluye que este producto es más importante en las regiones Atlántica y Oriental, donde el consumo promedio es de 54.4 y 31.8 kg/persona/año, respectivamente. Por su parte, la FAO en su base de datos de Agrostat (1996), reporta un consumo promedio para Colombia durante la década de los 80s de 37.8 kg/persona/año y durante los cinco primeros años de los 90s de 37.1 kg/persona/año. Con base a esta información, se puede estimar una demanda por raíces frescas de yuca para consumo humano de 900.000 TM/año utilizando los datos de consumo de Sanint (1987) y de 1.250.000 con los datos de FAO (Agrostat, 1996). A pesar de estas diferencias en los datos, según la fuente de información, se puede concluir que la demanda en Colombia por raíces frescas para consumo humano es muy alta (> 1.000.000 TM por año) y que este mercado está utilizando entre el 65-70% de la producción nacional de yuca (1.750.000 TM por año, promedio de 1990-1996).

Los estudios de demanda de yuca fresca realizados por el CIAT (Sanint *et. al*, 1985; Lynam *et. al*, 1987; y Gottret *et. al* (1995) concluyen que la demanda por yuca depende de su precio, el ingreso, el precio de sus sustitutos (principalmente papa y plátano), y el grado de urbanización.

Cuadro 1. (Cont.)

Cuadro 2. Evaluación Preliminar del Mercado de Raíces Frescas de Yuca para Consumo Humano Directo.

SEGMENTO DEL MERCADO	CATEGORÍA DE PRODUCTOS	CRITERIOS ECONÓMICOS				CRITERIOS TECNOLÓGICOS			Inclusión en el Portafolio
		Demanda Actual (DA) o Potencial (DP) ¹	Competitividad	Crecimiento del Mercado ²	Viable	Complejidad (1-7) ³	Calidad	Viable	
Raíces Frescas	Raíces frescas en su estado natural	Muy Alta (DA)	Depende de la región	CN -	Si	1	Si	Si	Si
	Raíces parafinadas	Alta (DP)	Si	CB +	Si	2	Si	Si	Si
	Raíces en bolsa tratadas con mertec	Media (DP)	Si	CB +	Si	2	Si	Si	Si
Raíces Frescas Pre-Procesadas	Raíces frescas peladas, en trozos, empacada al vacío y congelada	Baja (DP)	Si	CM ++	Si	3	Si	Si	Si
	Raíces frescas peladas, en trozos, con o sin precocción, congeladas	Baja (DP)	Si	CM ++	Si	3	todavía existen problemas	Si	Si
Raíces Frescas Procesadas	Croquetas, carimañolas, etc.	Baja (DP)	Si	CM ++	Si	4	todavía existen problemas	Si	Si
	Tajadas de yuca frita en bolsas	Baja (DP)	Si	CM ++	Si	4	todavía existen problemas	Si	Si

¹ Se entiende por demanda "Baja" entre 0-50.000 TM de raíces de yuca/año, "Media" de mas de 50.000-100.000 TM de raíces de yuca/año, "Alta" de mas de 100.000-1.000.000 TM/año, y "Muy Alta" si es mayor a 1.000.000 de TM de raíces de yuca/año. Por otro lado, para los productos ya existentes se utiliza la demanda actual, y para los que todavía se están desarrollando y/o introduciendo en el mercado, se utiliza la demanda potencial.

² Se considera un mercado de crecimiento "Negativo" (CN -), aquel con una tasa de crecimiento anual menor al 0%, de crecimiento "Nulo" (NC) cuando el mercado está estancado (crecimiento anual igual al 0%), de crecimiento "Bajo" (CB +), aquel con una tasa de crecimiento alrededor del crecimiento poblacional (0-3% anual), de crecimiento "Medio" (CM ++),

Cuadro 1. (Cont.)

aquel con una tasa de crecimiento anual entre 3-6%, y de crecimiento "Alto" (CA +++), aquel con una tasa de crecimiento anual mayor al 6%.

³ El nivel de complejidad tecnológica se califica entre 1 y 6, siendo 1 el nivel de complejidad bajo-bajo, 2 bajo, 3 bajo-medio, 4 medio, 5 medio-alto, 6 alto y 7 muy alto.

Cuadro 1. (Cont.)

Los precios de la yuca en las principales ciudades de Colombia (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, etc.) se han mantenido estables en términos reales, con excepción de Barranquilla, donde han disminuido a una tasa anual del 0.28% desde 1980. Si se espera que esta tendencia continúe, la demanda por raíces frescas de yuca no cambiará por el efecto de los precios. Lynam *et. al* (1987) encontró una elasticidad ingreso para Colombia de 2.51, aunque estudios posteriores (Gottret *et. al*, 1995) muestran que la elasticidad ingreso para raíces de yuca es positiva pero inelástica (alrededor de 0.3). Esto muestra que a pesar de que los ingresos aumenten, el aumento en el consumo de raíces de yuca será marginal. Por otro lado, Lynam *et. al* (1987) encontró una elasticidad de urbanización de -1.55. La urbanización tiene un efecto negativo en el consumo de yuca debido principalmente a las dificultades de mercadeo (volumen de la raíz y alta perecibilidad) que elevan los costos de comercialización, y con ello, los precios al consumidor, y a los cambios en hábitos y preferencias de la población al emigrar a las ciudades.

En Colombia a principios de los sesenta el 50% de la población vivía en el área urbana, actualmente el 73% de la población vive en el área urbana, dando un crecimiento anual en la urbanización del 1.08%. La urbanización creciente del país, tiene un efecto negativo en la demanda de raíces frescas de yuca. Por lo tanto, a pesar de que se espera un aumento en la demanda debido al aumento en la población (1.5-2%) y los ingresos (4% anual), el proceso de urbanización, tiende a neutralizar este efecto positivo en la demanda.

Por otro lado, series de tiempo sobre consumo per capita de yuca en Colombia (FAO, Agrostat, 1996), muestran que a partir de 1971, el consumo de raíces de yuca para alimentación humana en Colombia ha disminuido a una tasa del 2.1% anual. Partiendo del análisis anterior y de las tendencias pasadas en el consumo de yuca, se podría concluir que el crecimiento en la demanda de raíces frescas para consumo humano en su forma natural es negativo, como se presenta en el Cuadro 2.

En cuanto a la competitividad de la yuca con sus principales sustitutos (papa y plátano), datos del DANE muestran que durante los años setenta, ochenta, y lo que va de los noventa, el precio de la yuca al consumidor siempre ha sido mayor al de sus principales sustitutos en Bogotá, Medellín, y Cali. Por otro lado, en ciudades cercanas a zonas productoras importantes como Barranquilla y Bucaramanga, la yuca ha tenido un precio menor al de sus principales sustitutos. Por lo tanto, se puede concluir que la yuca no compite, en términos de precio, con sus principales sustitutos (papa y plátano) en Bogotá, Medellín, y Cali, pero que en ciudades cercanas a zonas productoras (Barranquilla, Bucaramanga, etc.), la yuca sí puede competir con menores precios.

A pesar de que se espera un crecimiento negativo para el consumo de raíces de yuca en su forma natural, se considera que este producto debe ser incluido en el portafolio de productos seleccionados debido principalmente al tamaño de la demanda, lo cual hace que este sea el principal uso actual de las raíces de yuca en Colombia.

4.1.2 Raíces parafinadas y tratadas en bolsa con tiabendazole

Del análisis anterior se puede concluir que la urbanización tiene un efecto negativo importante en el consumo de las raíces de yuca. Por esta razón, el desarrollo de nuevas formas de presentación de las raíces de yuca, que disminuyan los costos de comercialización hacia las principales ciudades del país, y que hagan

Cuadro 1. (Cont.)

este producto mas atractivo para la población urbana, podría ser una buena alternativa para parar o cambiar esta tendencia en el consumo.

Como se puede observar en el Cuadro 2, existen alternativas para una mejor conservación pos-cosecha de las raíces de yuca, lo cual podría disminuir los costos de comercialización del producto, y de esta manera, disminuir el precio pagado por el consumidor. La parafinación de las raíces o la conservación de éstas en bolsas tratadas con tiabendazole, son dos formas de mejorar la conservación del producto en pos-cosecha, sin cambiar mucho la presentación de éste. Si se supone que la yuca parafinada sería consumida por los habitantes de áreas urbanas, se podría estimar la demanda potencial de este producto multiplicando el consumo de yuca estimado por Sanint *et. al* (1985) para áreas urbanas por la población urbana actual de Colombia (FAO, Agrostat, 1996), lo cual da una demanda potencial de 430.000 TM/año. En una estimación mas conservadora se podría suponer que este producto sería consumido solo en las capitales de Departamento. Utilizando nuevamente los estimados de Sanint *et. al* (1985) para el consumo de yuca por región y las poblaciones de las capitales de Departamento del DANE, se estima una demanda potencial de 260.000 TM/ año. Por lo tanto, se podría concluir que la demanda para yuca parafinada sería "Alta" (, 100.000 y # 1.000.000 TM/año). Por otro lado, la yuca parafinada tiene actualmente un mercado de exportación interesante, principalmente para suplir la demanda de yuca de la población de origen latino de la Estados Unidos. Actualmente no se tienen datos sobre el tamaño de este mercado, pero si este se promoviera, podría aumentarse aún mas el tamaño de la demanda por este producto. Datos recolectados de informantes claves, muestran que esta yuca parafinada se podría producir en Urabá a un costo de \$ 150/kg, lo cual permitiría ponerla en Bogotá a un costo de \$ 200/kg. Para el mercado de exportación es estima un precio F.O.B. New York de \$ 500/kg. Considerando que en 1995 el precio promedio al consumidor en Bogotá fue de \$820/kg para la yuca chirosa, \$420/kg para la papa, y \$515/kg para el plátano, la yuca parafinada podría competir muy bien en base a precio.

En cuanto al crecimiento de este mercado, se considera que este producto reduciría significativamente los costos de comercialización, lo cual se vería reflejado en menores precios al consumidor. Este efecto podría cambiar la tendencia actual de un mercado con crecimiento negativo a un con crecimiento bajo (0-3% anual). Sin embargo, si se lograra abrir mercados de exportación, este crecimiento podría ser mayor. Por las razones arriba mencionadas, este es un producto que muestra bastante potencial por lo cual se incluye en el portafolio de productos para ser estudiados en la segunda fase del estudio de mercados.

Con respecto a la otra alternativa de conservación pos-cosecha, la conservación en bolsas tratadas con tiabendazole, el análisis económico y tecnológico sería el mismo que para la yuca parafinada. Con base en el "Estudio del Mercado de la Yuca Fresca" (CORFAS *et. al*, 1989; Koersueld, 1987) se podría estimar la demanda potencial de este producto en aproximadamente 75.000 TM/año en Bogotá, Medellín, y Cali. Sin embargo, este tipo de producto podría tener una demanda menor principalmente debido al tratamiento con productos químicos. Actualmente, existe una tendencia hacia los productos naturales, y el hecho de que este sea un producto tratado con un químico, podría ser una limitación para su mercadeo. A pesar de esto, este producto se incluye en el portafolio ya que se hace necesario un estudio mas profundo sobre las preferencias de los consumidores ya que la yuca parafinada y la yuca en bolsa tratada serían sustitutos para llenar este nicho del mercado.

4.1.3 Raíces frescas pre-procesadas y procesadas

Como se había dicho anteriormente, la urbanización produce cambios en los hábitos y preferencias de la población al emigrar a las ciudades. Este efecto junto con el aumento en el número de mujeres que entran en el mercado laboral, han aumentado la demanda por productos mas convenientes y de preparación rápida. Por esta razón, se ha creado un nicho de mercado interesante para productos un poco mas elaborados que faciliten la preparación de comidas en el hogar. Actualmente se han empezado a desarrollar en Colombia productos que ofrecen las raíces de yuca para consumo humano en diferentes presentaciones. Estos productos buscan sustituir a las raíces de yuca en su estado natural y de esta manera hacerla mas atractiva y conveniente para los consumidores urbanos de estratos medios y altos. El tamaño de este mercado no sería tan grande como el mercado de la yuca fresca, parafinada, o en bolsa tratada con tiabendazole, porque estaría limitado a la población urbana de estratos medios y altos, la cual estaría dispuesta a pagar un precio mayor. A pesar de esto, estos mercados tendrían un crecimiento mayor al de las presentaciones tradicionales. Se espera que en un principio el crecimiento de estos mercados sea bastantes alto (mayor al 6%), pero que éste tendería a estabilizarse una vez satisfecha la demanda. Por esta razón, se consideró un crecimiento "Medio" (3-6% anual) para estos productos.

Los procesos para la producción de estas últimas presentaciones mas convenientes de las raíces de yuca para consumo humano, son de una complejidad media ya que requieren etapas de precocción, empaçado al vacío, congelación, producción de pulpa de yuca, fritura, dependiendo de la presentación del producto. Actualmente, ya se están ofreciendo estos productos en forma comercial, aunque todavía, según información de la industria, se requiere un mayor desarrollo de éstos para obtener la calidad deseada. Uno de los principales problemas para el desarrollo de estos productos es la calidad de la materia prima y las fluctuaciones en la oferta de esta.

4.2 Mercado de Productos Derivados de la Yuca para Uso en la Industria Alimenticia

En el Cuadro 3 se presenta un resumen sobre la evaluación de los criterios económicos y tecnológicos sobre el mercado de productos derivados de la yuca para uso en la industria alimenticia.

4.2.1 Harina de yuca

La harina de yuca se desarrolló originalmente con la idea de sustituir parcialmente a la harina de trigo en panificación hasta niveles del 15%. Sin embargo, se encontró que el obstáculo a vencer para penetrar este mercado es el panadero, el cual percibe grandes riesgos de desmejorar la calidad de sus productos. Por esta razón, se planteó la posibilidad de sustituir parcial o totalmente productos farináceos (harinas y almidones de cualquier fuente) en otras categorías de alimentos en donde la harina de yuca puede ofrecer ventajas funcionales y económicas. El estudio de mercado para este producto, conducido por el CIAT, estimó una demanda potencial de 20.000 TM/año de harina de yuca, lo cual equivale a 60.000 TM de

Cuadro 1. (Cont.)

raíces de yuca/año (CIAT, 1989; Ostertag et. al, 1996). Esto muestra que la demanda potencial para la harina de yuca, tanto para panificación como para las otras categorías de productos alimenticios (cárnicos, condimentos, mezclas, etc.) es media (> 50.000 - 100.000 TM/año).

Cuadro 3. Evaluación Preliminar del Mercado de Productos Derivados de la Yuca para Uso de la Industria Alimenticia

SEGMENTO DEL MERCADO	CATEGORÍA DE PRODUCTOS	CRITERIOS ECONÓMICOS				CRITERIOS TECNOLÓGICOS			Inclusión en el Portafolio
		Demanda Actual (DA) o Potencial (DP) ¹	Competitividad	Crecimiento del Mercado ²	Viable	Complejidad (1-7) ³	Calidad	Viable	
Harina de Yuca	Para consumo casero en bolsa y productos industriales a base de harina	Media (DP)	No	CB +	No	3	Si	Si	No
	Otras categorías de productos (cárnicos, condimentos, etc.)	Media (DP)	Si	CM ++	Si	3	Si	Si	Si
Almidón	Almidón Nativo y/o Modificado	Baja (DP)	Si	CB + CM ++ CA +++	Si	4 y 5	Si	Si	Si
	Almidón Agrio	Media (DA) Alta (DP)	Si	CB + CA +++	Si	3	Si, aunque existen problemas	Si	Si
	Edulcorantes y Maltodextrinas (Hidrólisis del Almidón)	Baja (DA) Alta (DP)	Faltan datos	CB + ⁴	Si	6 y 7 ⁵	Si	Si	Si
	Productos de Fermentación de la Glucosa	-	-	-	?	7	No	No	No

¹ El crecimiento del mercado de edulcorantes calóricos (azúcar) en Colombia es bajo (1.36% anual según datos de ASOCAÑA). Sin embargo, si los edulcorantes en base de almidón (glucosa, dextrosa, maltosa, fructuosa) pudieran competir con el azúcar, el crecimiento del mercado potencial sería alto.

² El nivel de complejidad tecnológica varía según el edulcorante. El proceso de producción de glucosa y dextrosa es menos complejo (6) que el de fructosa (7).

Cuadro 1. (Cont.)

- 3 Se entiende por demanda "Baja" entre 0-50.000 TM de raíces de yuca/año, "Media" de mas de 50.000-100.000 TM de raíces de yuca/año, "Alta" de mas de 100.000-1.000.000 TM/año, y "Muy Alta" si es mayor a 1.000.000 de TM de raíces de yuca/año. Por otro lado, para los productos ya existentes se utiliza la demanda actual, y para los que todavía se estan desarrollando y/o introduciendo en el mercado, se utiliza la demanda potencial.
- 4 El crecimiento del mercado de edulcorantes calóricos (azúcar) en Colombia es bajo (1.36% anual segun datos de ASOCAÑA). Sin embargo, si los edulcorantes en base de almidón (glucosa, dextrosa, maltosa, fructuosa) pudieran competir con el azúcar, el crecimiento del mercado potencial sería alto.
- 5 El nivel de complejidad tecnológica varia segun el edulcorante. El proceso de producción de glucosa y dextrosa es menos complejo (6) que el de fructosa (7).

Cuadro 1. (Cont.)

Debido a que el mercado de la panificación es un mercado ya saturado y que se espera que sólo crezca al ritmo del crecimiento poblacional, se estimó un crecimiento bajo en la demanda (0-3%). Con respecto a la competitividad de este producto para panificación actualmente éste no podría competir en base a precios. A partir de los datos del Proyecto de Producción y Comercialización de Harina de Yuca para Consumo Humano del CIAT, se estimó un costo actual de producción de harina de yuca puesta en la planta de Chinú de \$ 295/kg. Teniendo en cuenta un costo de transporte a Bogotá de alrededor de \$ 70/kg, esta harina costaría, puesta en Bogotá \$ 365/kg. En enero de 1996, el precio al por mayor de la harina de trigo en Bogotá estuvo a \$ 373/kg (Boletín de Precios al Consumidor, DANE). Si se considera que para competir con harina de trigo para panificación, la harina de yuca debería costar 20% menos, se puede concluir que en este momento no es competitiva. Por lo tanto, la producción de harina de yuca como sustituto de la harina de trigo para panificación, no es viable económicamente por lo que no se incluye en el portafolio de productos.

Por otro lado, el uso de la harina de yuca en otras categorías de productos puede ser competitivo tanto por el precio, ya que puede sustituir a otras fuentes farináceas en un 100%, como por sus características funcionales ventajosas. Un logro importante del Proyecto de Expansión de esta Agroindustria fue la penetración en el mercado para productos cárnicos, donde sustituye a la harina de trigo en forma parcial o total (Ostertag et. al, 1996). La industria cárnica opinó, en base a ensayos con la harina de yuca, que ésta absorbe mas agua, amarra mejor los ingredientes, mejora la consistencia y mordida del producto, y le da un buen color. Además, debido a estas características funcionales especiales, la harina de yuca puede incluirse en una menor proporción, reduciendo costos. Por esta razón, los industriales podrían estar dispuestos a pagar el mismo precio que el de la harina de trigo. Ruales et. al (1996) investigó sobre el uso de harina de yuca en productos cárnicos, confirmando el potencial de este producto en el mercado de carnes procesadas. En consecuencia, la harina de yuca para uso en la industria cárnica se incluye en el portafolio.

4.2.2 Almidones nativos y/o modificados

Los almidones nativos y/o modificados tienen uno de los rangos de usos mas amplios que cualquier otro producto obtenido de fuentes vegetales. Numerosas fuentes de información tratan sobre esta amplia gama de usos comerciales. El almidón proveniente tanto de los cereales como de las raíces tiene un potencial alto de crecimiento en el mercado diversificado de hoy. En los países del mundo, la creciente elaboración de productos, tanto comestibles como industriales, con base en almidones garantiza un lugar prominente para éstos en el mercado del próximo milenio (Jones, 1983). En América Latina, las raíces y tubérculos que existen están subutilizados. Sus almidones poco estudiados hasta ahora, tienen grandes potenciales por sus características fisico-químicas diferentes de los almidones que se utilizan comúnmente en la industria, como los almidones de maíz, trigo, papa, etc. (Dufour y Hurtado, 1996).

El almidón es una buena fuente de carbohidratos, pero en la industria alimenticia mundial se usa mayormente para otros propósitos como : (i) espesante, (ii) relleno, (iii) aglutinante, (iv) estabilizante y (v) mejorador de textura. Algunos ejemplos de estos usos son: sopas (enlatadas y mezclas en polvo), postres instantáneos, mezclas para flanes y natillas, salchichas y carnes frías, salsas, productos de panaderías, pasteles y helados.

Cuadro 1. (Cont.)

Tamaño del mercado

Tanto a nivel mundial como en Colombia, el mercado de los almidones está dominado por el almidón de maíz, el cual se encuentra disponible en los mercados locales para los procesadores de alimentos y los industriales. Actualmente la demanda de almidones para la industria alimenticia en Colombia esta alrededor de las 600 TM/año. Esta demanda se satisface en su mayoría con almidón de maíz importado y nacional. Si el almidón de yuca desplazara al almidón de maíz en esta industria, equivaldría a una demanda potencial de 3.000 TM de raíces de yuca/año, lo cual se considera como una demanda baja (0-50.000 TM/año).

Competitividad

Los almidones se extraen de varias fuentes, principalmente del maíz, papa, trigo, yuca, y arroz. Además, existen otras fuentes como la batata blanca o dulce, palma del sago, maíz ceroso, raíz de flecha, el plátano y otros (Ostertag, 1996; Grace, 1977; Jones, 1983; AVEBE, 1989). Dentro del mercado del almidón existe un mercado masivo y uno especializado. En el mercado masivo, un precio competitivo es la llave del éxito, mientras que en el mercado especializado, las características funcionales del almidón son la clave para competir. El almidón de yuca tiene características muy especiales que son esenciales para la manufactura de varios productos tanto a nivel alimenticio como a nivel industrial.

Los precios del almidón dulce o nativo de yuca se han mantenido alrededor de 500-550 US\$/TM. Este producto entra a competir con el almidón de maíz, el cual se ha mantenido a un precio promedio de 450-480 US\$/TM. El almidón de yuca en Colombia, además de competir con el almidón de maíz, nacional e importado, podría también tener que entrar a competir con almidón de yuca importado. Se tiene conocimiento que entraron a Colombia importaciones de almidón de yuca de Venezuela a un precio de 300 US\$/TM (57% del precio del producto producido en Colombia). En Brasil, el precio del almidón de yuca pagado por la industria fue de 357 US\$/TM en promedio (68% del precio de almidón dulce de yuca en Colombia). En Tailandia el precio del almidón dulce de yuca es aún mas bajo, 233 US\$/TM FOB Bangkok (44% del precio del almidón dulce de yuca en Colombia). Esto muestra que la industria del almidón de yuca en Colombia es bastante vulnerable a importaciones, bajo las condiciones actuales de precios.

En cuanto al mercado especializado, el almidón de yuca compite principalmente en industrias donde se requiere un almidón con ciertas características especiales que no tiene el almidón de maíz (ej. productos dietéticos bajos en grasa, compotas para bebe, geles transparentes, etc.). Estas industrias están dispuesta a pagar, por el almidón a base de yuca, entre 5-10% mas que el precio del almidón de maíz. En Colombia también se están empezando a producir almidones de yuca modificados según las necesidades de la industria, la cual paga por este almidón alrededor del 30% mas que por el almidón dulce o nativo.

Ventajas comparativas funcionales del almidón de yuca en la industria alimenticia

Cuadro 1. (Cont.)

Por su alto contenido de amilopectina, el almidón de yuca tiene una viscosidad alta, baja tendencia a retrogradarse y le da una buena estabilidad de las soluciones. Estas cualidades, sumadas al alto poder de expansión del almidón de yuca, lo hacen muy adecuado en los productos alimenticios que requieren buena claridad como son los rellenos de pastel, pudines y salsas (Balagopalan *et. al*, 1988).

La estabilidad del gel del almidón de yuca es mas alta comparado con los geles de los almidones a base de cereales, y por eso, se prefiere para muchos productos comestibles, sobre todo cuando tienen que ser almacenados por largo tiempo. Por la estabilidad a bajas temperaturas en almacenamiento y su alto poder de retención de agua, el almidón de yuca es un excelente ingrediente en los productos cárnicos como ligador de agua (Ruales *et. al*, 1996).

Para productos bajos en grasa o dietéticos, el almidón de yuca imprime las mismas características de calidad de los productos grasos en términos de la palatabilidad y apariencia física. Además, el sabor suave o neutro da mucha ventaja al almidón de yuca sobre otros sustitutos. Este sabor limpio y suave, y su capacidad de no enmascarar sabores propios, lo hace preferido en varios productos en su forma pregelatinizada, como son las mezclas de pudines y rellenos de pastel. Por ejemplo, las perlas de almidón son un ejemplo de un producto pregelatinizado con gran potencial. Este producto se ha usado por años para espesar pudines y sopas. Además, combinado con almidón o harina de plátano, se emplea en muchas fórmulas de alimentos para bebés. Es ingrediente básico en la producción de flanes y natillas en polvo, y mezclado con otras harinas se utiliza en la fabricación de cucuruchos y conos para helados.

La industria almidonera, se halla en la búsqueda de almidones que presenten ciertas propiedades de resistencia a diferentes tratamientos industriales estresantes. Dufour y Hurtado (1996) encontraron que el almidón de yuca se encuentra en segundo lugar en resistencia a la congelación y en resistencia a la acidez, después del almidón de arracacha. Por otra parte, en cuanto a la resistencia a la esterilización, este ocupó el octavo lugar, pero se encuentra mejor posicionado que los almidones de maíz ceroso y papa.

Los almidones de yuca interligados son adecuados para ser usados en varios productos. En los rellenos para pasteles de fruta se usa por su transparencia y estabilidad. En las vinagretas para ensaladas presentan resistencia a la hidrólisis ácida. Además, estos mismos almidones interligados, en combinación con derivados del mismo almidón, aumentan la estabilidad del producto a procesos de congelación y descongelación repetitiva (Knight 1974).

En la producción de ésteres, se usan almidones de tubérculos para mejorar la claridad y capacidad en la absorción de agua. Estos almidones con un pequeño grado de interligación, permiten obtener una pasta no-tirante, corta, estable a la temperatura, la fricción, y la acidez. Estos almidones interligados le dan a los productos una serie de propiedades deseables tales como textura corta, buena transparencia, y estabilidad a procesos repetidos de congelación y deshielo. Por esta razón, el almidón de yuca ha sido extensamente aceptado en muchos productos congelados.

Los almidones pregelatinizados están recibiendo mucha atención recientemente por su solubilidad, digestibilidad y fácil preparación. Se ha determinado que el almidón de yuca es el ideal para postres

Cuadro 1. (Cont.)

pregelatinizados como por ejemplo el *Minute Rice* (marca registrada.), el cual es un postre comercializado por la *General Foods Corporation* en Estados Unidos y por la *Tipiak* en Francia. Estos almidones también se usan como ingredientes en la fabricación de compotas infantiles comercializadas por *Gerber* (marca registrada.) y postres comercializados por *Jello* (marca registrada). En el Reino Unido, el principal uso para el almidón de yuca es en la fabricación de pudines, y en Europa continental, las perlas de tapioca son más a menudo usadas como espesante en sopas. El 90% de las importaciones de almidón dulce a la Comunidad Europea se usa en la fabricación de productos comestibles (Jones, 1983).

Con el incremento en la demanda para productos instantáneos y adecuados en los países en vías de desarrollo, la demanda de almidón de yuca para productos alimenticios es inevitable. Hay un buen futuro para el almidón de yuca en la industria alimenticia a nivel mundial.

El glutamato monosódico (MSG), es un producto que se utiliza extensamente en muchas partes del mundo en forma de polvo o cristales para realzar los sabores de alimentos tales como las carnes, vegetales, salsas, etc. El almidón de yuca y las melazas son las mejores materias primas para la elaboración del MSG y se utilizan en el Asia y algunos países de América Latina (Grace, 1977). El uso del almidón de yuca, eleva la eficiencia de producción del proceso, alcanzando un factor de conversión de 0.42 kg de producto final por cada kg de almidón de yuca (Maneepun, 1996).

Tal como se ha mencionado anteriormente, el almidón de yuca tiene ventajas sobre los almidones de papa y los almidones de maíz en la elaboración de ciertos productos donde la pureza en sabores y olores es esencial. El almidón de yuca presenta estas características debido a que residuos como proteína, fosfatos, gluten, aceite y grasa no se hallan naturalmente en éste. Por todo lo anterior, el almidón de yuca es preferido a otras fuentes de almidón para la producción de maltodextrinas, glucosa, dextrosa y el MSG. (Maneepun, 1996; Grace, 1977). La maltodextrina de yuca se dispersa fácilmente, tiene color claro y su viscosidad es estable. La maltodextrina a base de yuca es preferida ya que refuerza la palatabilidad tipo grasa en productos dietéticos, sin enmascarar los sabores propios del producto.

Acena *et. al* (1955) afirma que la baja humedad y bajo contenido de grasa del almidón de yuca, lo hacen preferido por la industria cervecera ya que la cerveza elaborada en base a almidón de yuca tiene un color claro y un sabor suave y delicado.

Las mezclas de harinas y almidones abren un campo novedoso con interesantes innovaciones alimenticias. Algunas referencias (Andah, 1977; Ayemor y Steinberg, 1977; FAO, 1973; Casier *et. al*, 1979; Casier, 1975; Ciacco, 1977) afirman que un porcentaje de almidón de yuca entre el 10% al 50% del total de la fórmula le dan una buena elasticidad a estos productos.

Crecimiento del Mercado

Por ser este un segmento del mercado tan diversificado no es posible generalizar sobre tasas de crecimiento, presentándose niveles alto, medio, y bajo de crecimiento. Ejemplos de crecimiento bajo

Cuadro 1. (Cont.)

serían en las industria de galletería y panificación; crecimiento medio, sopas deshidratadas y productos cárnicos; y crecimiento alto, compotas para bebés y productos bajos en grasa (dietéticos).

Viabilidad Tecnológica

La tecnología para la producción de almidones nativos es bastante sencilla, pero debido a los requerimientos de la industria alimenticia, es necesario tener un estricto control de calidad. La modificación del almidón requiere de una tecnología más compleja, dependiendo del proceso que se requiera. Este proceso puede ser por procesos físicos (calor, etc) o por reacciones con agentes químicos (ácidos, óxidos, aminos, etc.). Para el caso de Colombia, actualmente ya se están produciendo algunos tipos de almidones modificados, aunque otros pueden aún ser muy complejos para la actual industria colombiana.

4.2.3 Almidón agrio

El almidón agrio de yuca en Colombia es un producto que se utiliza en productos tradicionales de panadería (pandebono, pandeyuca, etc). Actualmente se está produciendo en Colombia alrededor de 15.000 TM/año, lo que equivale a 75.000 TM de raíces de yuca/año. Esto muestra una demanda actual media para este producto. A pesar de esto, existe un alto potencial de uso de este producto en la industria de "snacks", la cual está muy interesada en esta materia prima. Por esta razón se considera que la demanda potencial por almidón agrio de yuca puede llegar a ser alta (> 100.000 TM de equivalente en raíces de yuca/año).

Este producto tiene un precio mayor al del almidón dulce o nativo, pero con mayores fluctuaciones. Según datos de COAPRACAUCA, durante 1995-96, el almidón agrio de yuca se vendió a un precio promedio de 1020 US\$/TM, pero este fluctuó entre 610 US\$/TM (enero, 1995) y 1268 US\$/TM (mayo, 1996). A pesar de esto, éste es un producto con unas características funcionales únicas por lo que no existen materias primas substitutas. Sin embargo, el producto debe competir con almidón agrio importado. A través de informantes claves se conoció que en Brasil se está produciendo un almidón agrio artificial (acidificado con químicos) de bajo costo y supuestamente de baja calidad, el cual ya ha sido importado por la industria colombiana.

En lo referente al crecimiento del mercado, el almidón agrio de yuca ha sido y es utilizado como materia prima para la producción de productos tradicionales de panadería. Este es un mercado tradicional, el cual tiene un potencial de crecimiento limitado al crecimiento de la población (crecimiento bajo (0-3%)). Sin embargo, está surgiendo una demanda nueva por parte de la industria de "snacks", la cual tiene un crecimiento alto (> 6%).

En cuanto a la viabilidad tecnológica, éste es un producto de agroindustria tradicional que se ha venido produciendo en Colombia por mucho tiempo. El nivel tecnológico ha venido evolucionando desde un proceso totalmente manual a comienzos de siglo, pasando por una mecanización del proceso durante los años cincuenta y sesenta. Durante los años ochenta se han introducido nuevas tecnologías mejoradas

Cuadro 1. (Cont.)

(canales de sedimentación, sistemas de gravedad, etc.), las cuales han aumentado los niveles de producción y la eficiencia en la extracción del almidón. A pesar de esto, en Colombia todavía subsisten unidades de procesamiento con una amplia gama de niveles tecnológicos. A pesar de todos los avances en tecnología que se han dado en esta agroindustria, todavía existen muchos aspectos por mejorar. Principalmente, es necesario mejorar la calidad del producto para llenar las necesidades de la industria mediana y grande y obtener mejores precios. Por otro lado, se debe aumentar la eficiencia con el fin de reducir costos y poder competir mejor.

4.2.4 Edulcorantes

Los edulcorantes calóricos consisten en el azúcar y productos de la hidrólisis del almidón como son la glucosa, dextrosa, maltosa, y jarabe alto en fructosa (HFS por sus siglas en inglés). En Colombia, el mercado de edulcorantes calóricos está dominado casi en su totalidad por el azúcar. Sin embargo, la subsidiaria de la CPC (Corn Products Company) produce actualmente glucosa, aunque se desconoce el volumen de esta producción. Además, se conoce que se está montando una planta para la producción de glucosa a base de yuca. Según datos de ASOCAÑA, en 1995, el consumo de azúcar en Colombia fue de 1.105.113 TM. Esta cifra demuestra que este es un mercado muy grande. Si consideramos que la conversión de almidón a glucosa y HFS es de 1:0.95 y 1:1, respectivamente (Maneepun, 1996), la demanda máxima potencial en equivalente de raíces de yuca sería de más de 5 millones de TM. Sin embargo, este no es un estimado real de la demanda potencial dadas las tendencias en otros países donde hay un mayor desarrollo de estos mercados. Tradicionalmente la glucosa y la fructosa han tenido solamente una pequeña participación en el mercado de edulcorantes calóricos en el mundo. No fue sino hasta el desarrollo del jarabe alto en fructosa, con un mayor poder edulcorante, que estos productos derivados de la hidrólisis del almidón empezaron a competir en el mercado del azúcar.

El mercado del azúcar en Colombia creció a partir de 1980 a una tasa anual del 1.36% (calculado en base a datos de ASOCAÑA). Por lo tanto, el mercado del azúcar en Colombia tiene un crecimiento bajo. Sin embargo, el potencial de crecimiento de los edulcorantes en base de almidón puede ser alto en caso de que sea posible la sustitución, aunque sea parcial, del azúcar por otros edulcorantes calóricos. Por ejemplo, en 1985 toda el azúcar utilizada en el mercado de bebidas gaseosas en los Estados Unidos fue substituida por HFCS (jarabe de maíz alto en fructosa). Dentro de los usos del almidón, el de mayor crecimiento a nivel mundial en los últimos 25 años ha sido el de los edulcorantes.

En cuanto a competitividad de los edulcorantes a base de almidón de yuca, no se tienen datos sobre precios de estos. Sin embargo, dado que el precio del azúcar en Colombia está actualmente subsidiado, se cree que no sería difícil competir ya que el precio interno es mayor al precio internacional. Además, se ha sugerido que la yuca sería la fuente más eficiente para el jarabe alto en fructosa por su alto factor de conversión de almidón a glucosa y fructosa, debido a la alta pureza del almidón de yuca. Sin embargo, hay dos factores que limitan su uso: la infraestructura ya existente a nivel mundial para la producción y mercadeo del maíz y los valiosos sub-productos derivados de un sistema en base a maíz.

Cuadro 1. (Cont.)

La complejidad tecnológica de la producción de glucosa y dextrosa es menor que la de la producción de fructosa, razón por la cual la producción de las primeras dos está muy extendida en países en desarrollo de Asia (Tailandia, Indonesia, China, India, Filipinas) y países en América Latina, donde existen subsidiarias de la CPC. Por otro lado, la producción de fructosa que concentra en países desarrollados.

4.2.5 Productos de la fermentación de glucosa

A partir de la fermentación enzimática de la glucosa se puede desarrollar una gran variedad de productos, los cuales son de gran interés para la industria alimenticia, como el sorbitol, glutamato monosódico, aminoácidos, ácidos orgánicos, levaduras, etc. En la actualidad se está dando en los países desarrollados y la China, un rápido desarrollo de nuevos productos a base de la fermentación de glucosa cuya complejidad tecnológica se considera alta. Para el caso colombiano, se considera que el desarrollo de este segmento no es prioritario debido a que existen otros segmentos menos sofisticados y que presentan un mayor potencial de mercado, en los cuales la industria colombiana todavía no ha incursionado.

4.3 Mercado de Raíces de Yuca y Productos Derivados de la Yuca para Alimentación Animal

En el Cuadro 4 se presenta un resumen sobre la evaluación de los criterios económicos y tecnológicos sobre el mercado de las raíces de yuca y sus productos para uso en la alimentación animal.

4.3.1 Raíces frescas de yuca para alimentación animal en finca

El consumo de raíces frescas de yuca para alimentación en finca todavía representa un porcentaje significativo del total de yuca producida en Colombia. De acuerdo con Henry and Gottret (1996) el porcentaje de raíces de yuca utilizada en finca disminuyó del 21.5% a principios de los ochenta al 18.4% durante los primeros años de los noventa, por esta razón se considera este un mercado de crecimiento negativo. Esto equivale a un consumo de alrededor de 320.000 TM de raíces de yuca/año. Este nivel de consumo es alto (100.000-1.000.000 TM/año) y sólo superado por el consumo humano en su forma natural, el cual está por encima del millón de TM/año. Esta situación no solamente se presenta en Colombia, sino también en Brasil, donde alrededor del 60% de la producción se utiliza para consumo animal en finca (Henry y Gottret, 1996).

La utilización directa de las raíces es el sistema más sencillo y económico que ofrece la yuca para la alimentación de animales (Buitrago, 1990). En este caso los costos disminuyen considerablemente, ya que el procesamiento se limita al picado de las raíces para suministrarla a los animales, ya sea mezclada con un suplemento nutricional o aparte de él. Un aspecto importante para el uso de las raíces de yuca fresca en alimentación animal son los niveles de humedad y energía de ésta, y la necesidad de condicionar su uso a la especie animal y su fase de producción. Por ejemplo, la yuca fresca no se puede incluir en la alimentación de aves, debido a su elevado contenido de humedad. Por otro lado, ofrece mayores posibilidades para la alimentación de cerdos, a pesar de que esta especie, por ser monogástrica, también tiene limitaciones para aprovechar eficientemente raciones que tengan alta humedad y poca energía. Además, para la alimentación de rumiantes no existen limitaciones.

Cuadro 1. (Cont.)

Cuadro 1. (Cont.)

Cuadro 4. Evaluación Preliminar del Mercado de Productos Derivados de la Yuca para Alimentación Animal.

SEGMENTO DEL MERCADO	CATEGORÍA DE PRODUCTOS	CRITERIOS ECONÓMICOS				CRITERIOS TECNOLÓGICOS			Inclusión en el Portafolio
		Demanda Actual (DA) o Potencial (DP) ¹	Competitividad	Crecimiento del Mercado ²	Viable	Complejidad (1-7) ³	Calidad	Viable	
Raíces Frescas en Finca	Trozos frescos	Alta (DA)	Estudio de factibilidad	CN -	Si	1	Si	Si	Si
	Ensilaje de trozos y hojas	Alta (DP)	Estudio de factibilidad	CN -	Si	1	Si	Si	Si
Raíces y Hojas Secas	Trozos, harina, y pellets de yuca seca	Muy Alta (DA)	Si, si se baja el precio de las raíces	CA +++	Si	2	Si	Si	Si
	Harina de hoja	No existe información	No	No existe información	No	1	Si	Si	No
Mezclas Balanceadas	Mezcla soya/yuca seca (maíz sintético)	Muy Alta (DP)	Si	CA +++	Si	3 y 4	Si	Si	Si
	Mezcla de yuca seca con materias primas locales	Alta (DP)	Estudio de factibilidad	CA +++	Si	3 y 4	Si	Si	Si
Subproductos de la Producción de Almidón	Afrecho	Media (DA)	Si	CA +++	Si	3	Si	Si	Si
	Mancha	Baja (DA)	Si	CA +++	No	3	Si	Si	No

¹ Se entiende por demanda "Baja" entre 0-50.000 TM de raíces de yuca/año, "Media" de mas de 50.000-100.000 TM de raíces de yuca/año, "Alta" de mas de 100.000-1.000.000 TM/año, y "Muy Alta" si es mayor a 1.000.000 de TM de raíces de yuca/año. Por otro lado, para los productos ya existentes se utiliza la demanda actual, y para los que todavía se estan desarrollando y/o introduciendo en el mercado, se utiliza la demanda potencial.

² Se considera un mercado de crecimiento "Negativo" (CN -), aquel con una tasa de crecimiento anual menor al 0%, de crecimiento "Nulo" (CN) cuando el mercado esta estancado (crecimiento anual igual al 0%), de crecimiento "Bajo" (CB +), aquel con una tasa de crecimiento alrededor del crecimiento poblacional (0-3% anual), de crecimiento "Medio" (CM ++),

Cuadro 1. (Cont.)

aquel con una tasa de crecimiento anual entre 3-6%, y de crecimiento "Alto" (CA +++), aquel con una tasa de crecimiento anual mayor al 6%.

- 3 El nivel de complejidad tecnológica se califica entre 1 y 6, siendo 1 el nivel de complejidad bajo-bajo, 2 bajo, 3 bajo-medio, 4 medio, 5 medio-alto, 6 alto y 7 muy alto.

Cuadro 1. (Cont.)

Debido a la alta perecibilidad de las raíces una vez cosechadas, existen otros sistemas de alimentación en finca que permiten su conservación por un largo tiempo. Uno de estos sistemas es el ensilaje de raíces frescas de yuca solas o combinadas con las mismas hojas de la yuca u otras materias primas. De manera similar que para la yuca fresca, no existen limitaciones para rumiantes, y en cerdos sólo hay restricciones en algunas fases del crecimiento. Las aves no ofrecen condiciones propicias para ser alimentadas con ensilajes de yuca, a menos que se les pueda suministrar deshidratado en forma de harina.

Para poder evaluar la competitividad del uso de las raíces frescas de yuca en finca, ya sea en su forma natural o en ensilaje, se hace necesario realizar un análisis financiero. Este análisis debe permitir comparar la rentabilidad del uso de las raíces para la producción de carne y leche en finca, versus la rentabilidad de la utilización de las raíces para la producción de trozos de yuca seca para la industria.

4.3.2 Raíces y hojas secas.

Trozos, harina, y pellets de yuca seca

La yuca seca en sus presentaciones de trozos y harina, empezó a utilizarse a principios de los ochenta como materia prima para creciente industria de alimentos balanceados para animales, la cual experimentaba en esos momentos un crecimiento mayor al 10% anual. Actualmente, las industrias de alimentos balanceados que utilizan yuca seca en sus raciones, la están incluyendo entre un 3 y 5%. Esta baja inclusión se debe principalmente a la baja oferta actual de esta materia prima. Según datos de El Centro de Promoción de Desarrollo (CEPROD), una ONG del Departamento de Sucre, durante la campaña 95-96 se procesaron solamente 15.000 TM de raíces de yuca, produciéndose en el Departamento alrededor de 6.000 TM de trozos de yuca seca. Teniendo en cuenta la producción de Córdoba y Bolívar, se podría estimar una producción total de alrededor de 7.000 TM/ año. Esta baja oferta actual de trozos de yuca seca es consecuencia del desestimulo que ha tenido este negocio por su baja rentabilidad debido a los altos costos de la materia prima. Los altos costos de producción del cultivo y su baja productividad (10 TM/ha.), sumados con la alta demanda de raíces para el consumo humano en fresco, son los principales factores que ha contribuido a los altos precios para las raíces de yuca. Por esta razón, el tamaño actual de este segmento del mercado ha sido bajo (< 50.000 TM de raíces de yuca).

Por otra parte, la industria de concentrados en Colombia es una industria grande con una producción actual de 3.000.000 TM/año de alimentos concentrados para animales, supliendo así el 98% de la demanda total del país. De esta producción total, 2.400.000 TM se destinan para la alimentación de cerdos y aves, raciones en las cuales se incluye la yuca seca actualmente. El 70% de estas raciones esta constituido por granos y productos amiláceos, los cuales aportan energía o carbohidratos. Según el Dr. Julián Buitrago, la yuca seca podría sustituir hasta un 30% de esta porción energética, cifra bastante conservadora. En base a estos datos, se podría estimar una demanda potencial 500.000 TM de trozos de yuca seca/ año, lo cual equivale a 1.250.000 TM de raíces de yuca fresca/ año. Los industriales esperan que la producción de alimentos concentrados para animales se aproxime a los 6.000.000 TM/año a principios del siglo 21, lo que indicaría una demanda potencial para el año 2.000 de 1.000.000 TM/ año de trozos de yuca seca. Esta

Cuadro 1. (Cont.)

información muestra que la demanda potencial de raíces de yuca para la agroindustria de trozos de yuca seca es muy alta (> 1.000.000 TM/año).

Durante la década de los ochenta, la industria de concentrados creció a una tasa anual del 10%. Debido a los problemas que experimentó el país a principios de los noventa, este crecimiento bajó a niveles del 4-5% anual. Sin embargo, se espera que a partir del año 1996 este mercado se recupere. De acuerdo con el Dr. Buitrago, se espera que esta industria crezca a una tasa anual del 7% en 1997, y que para el año 2000, esta sea nuevamente del 10% anual. Por esta razón, se considera que este mercado crecerá a una tasa alta (> 6% anual).

Aproximadamente en el país se importan anualmente 200.000 TM de maíz en grano (grado animal), a un precio promedio de \$Col. 240/kg puesto en planta. Esta materia prima, al igual que el sorgo, se encuentra siempre disponible a lo largo del año con precios bastante estables. Por esto, para que la yuca seca pueda competir con esta materia prima, se requiere que su precio puesto en planta no sobrepase los \$Col. 200/kg, y que se encuentre disponible durante todo el año. La diferencia en precio con relación al maíz y al sorgo (20% por debajo), compensa adecuadamente las diferencias nutricionales de la yuca seca, sobre todo su menor contenido de proteína.

Con la introducción de variedades de alto rendimiento, disponibilidad suficiente de semilla de buena calidad y la aplicación de simples prácticas de manejo del cultivo se ha demostrado que se pueden obtener rendimientos superiores a las 20TM/ha. Este nivel de rendimientos haría posible la reducción de costos de producción y procesamiento, pudiendo así la yuca seca competir muy bien como materia prima para alimentos balanceados, no sólo con el maíz, sino también con otras fuentes energéticas como el sorgo.

La agroindustria de yuca seca ha estado aportando materia prima para la industria de los alimentos balanceados desde la mitad de los años ochenta. Esta industria ha generado un producto de calidad adecuada por medio de un proceso simple de trozado y secamiento, el ha sido adoptado y asimilado por pequeños agroempresarios rurales. Por todo lo anterior, se ha incluido la yuca seca en el portafolio de productos.

Harina de hojas

El follaje de la planta de yuca se puede utilizar como alimento para animales, especialmente de rumiantes y herbívoros no rumiantes. Este follaje se caracteriza por su alto contenido de proteína y fibra. Este follaje una vez deshidratado (harina de follaje) se puede aprovechar también en raciones de monogástricos. En condiciones normales el rendimiento de la parte aérea se aproxima al que se obtiene de las raíces. Sin embargo, existen variedades y sistemas de producción (ej. siembras con mayor densidad) que permiten orientar la producción de yuca hacia un mayor rendimiento de follaje.

Actualmente no existe en Colombia producción comercial de harina de hojas de yuca y tampoco existe ningún estudio de mercado para este producto. Se cree que sería poco probable que los agricultores adopten sistemas de cultivo destinados a la producción de follaje de yuca, los cuales implicarían la adopción

Cuadro 1. (Cont.)

de variedades forrajeras y sistemas de producción de alta densidad de siembra. Este sistema de cultivo sacrifica el rendimiento de raíces de yuca, las cuales en la actualidad tienen un mayor valor comercial, por lo que no sería un negocio atractivo para el productor de yuca. Por estas razones, este producto se excluye del portafolio.

4.3.3 Mezclas balanceadas : mezcla soya/yuca (maíz sintético) y mezcla materias primas locales/yuca

Otra opción para utilizar la yuca como materia prima en la industria de alimentos balanceados, es la de la mezcla de trozos de yuca seca con fuentes proteínicas. La alternativa con mayor potencial de mercado debido a sus características nutricionales, las cuales lo hacen un producto mas atractivo que el maíz, es la combinación de la yuca seca y la soya. En esta mezcla, también llamada maíz sintético, la yuca seca, incluida en una proporción no mayor del 80%, aportaría la parte energética, y la soya aportaría la proteína. Este nuevo producto le daría un mayor valor agregado a la yuca seca y podría ser un negocio mas rentable, aunque para llegar a esta conclusión sería necesario un estudio de factibilidad.

La demanda para la mezcla soya/yuca podría ser aún mayor que la demanda para la yuca seca ya que esta podría aportar el 70% de la ración de alimentos balanceados, sustituyendo a los granos. Esta demanda potencial, podría ser de hasta 1.680.000 TM de mezcla soya/yuca por año, lo cual implicaría una demanda de raíces de yuca de mas de 3.000.000 TM/año. Sin embargo, a pesar de que sería poco probable que esta mezcla sustituya completamente los granos, su demanda potencial sería igual o mayor a la de la yuca seca, lo cual da una demanda potencial muy alta (> 1.000.000 TM/año).

De acuerdo con los precios actuales del maíz y el sorgo (\$Col 240/kg y \$Col 210/kg, respectivamente), para que el negocio de la mezcla yuca-soya sea atractivo , el precio de la yuca seca no debería sobrepasar los \$Col 200/kg puesto en planta. Con este precio para la yuca seca y \$Col 440/kg para la soya, la mezcla costaría alrededor de \$240-250/kg, y de esta manera podría competir con el maíz y el sorgo. Sin embargo, como se mencionó en la sección anterior, es necesario reducir los costos de producción de las raíces de yuca, de manera que se pueda contar con una materia prima mas barata para la agroindustria de la mezcla soya/yuca.

El crecimiento potencial de este mercado sería similar al que experimenta el mercado de alimentos balanceados para animales, el cual es alto (> 6%) como se mencionó anteriormente.

En cuanto a la viabilidad tecnológica, el proceso para la producción de la mezcla soya/yuca consiste simplemente en la combinación de la harina tostada de soya con la harina integral de yuca seca, lo cual es un proceso de una complejidad media-baja. Existe otra alternativa, sobre la cual se esta investigando actualmente, que consiste en la extrusión conjunta de la soya en grano con los trozos semisecos de yuca, lo cual requiere de una tecnología algo mas compleja (complejidad=4), pero que podría reducir los costos de procesamiento.

Cuadro 1. (Cont.)

Con relación a la producción local de mezclas balanceadas a base de trozos de yuca seca y materias primas locales, el Ministerio de Agricultura está impulsando la producción pecuaria a nivel de finca en la Costa Atlántica de Colombia. Este nuevo enfoque en el desarrollo regional ha dado pie para fortalecer el plan de producir mezclas balanceadas para consumo local. Según Viera (1991), en evaluaciones preliminares de este proyecto en el Departamento de Sucre, las mezclas en base a yuca seca compitieron muy bien con el concentrado comercial tanto en costos como en los resultados de los ensayos biológicos demostrativos.

En cuanto a la demanda potencial de esta mezclas, no se tienen cifras confiables, pero se cree que esta demanda se daría solo a nivel local. Sin embargo, las principales zonas productoras de yuca en Colombia (Costa Atlántica y Zona Oriental) son también importantes zonas ganaderas y de producción pecuaria, por lo que se considera que la demanda podría ser alta (> 100.000 TM de raíces de yuca/año). Además, se podría suponer que el crecimiento de este mercado sería similar al de los alimentos concentrados en Colombia (> 6%).

La complejidad del proceso de producción es mediana porque se requieren conocimientos para el diseño de las mezclas y manejo de los equipos en la misma manufacturación del alimento. A nivel nacional, muchos empresarios particulares producen sus propios alimentos balanceados con calidad adecuada. Esto sustenta la viabilidad tecnológica de esta alternativa.

La inclusión de estas alternativas para la comercialización los trozos de yuca seca en el portafolio, permitirá establecer con certeza si la mezcla de estas materias primas disponibles a nivel nacional pueden competir favorablemente no sólo con el maíz y el sorgo, sino con otras materias primas, en la alimentación animal.

4.3.4 Subproductos de la extracción de almidón para consumo animal : afrecho y mancha

El afrecho seco representa entre el 9-10% del peso de las raíces de yuca utilizadas en la extracción del almidón, por lo cual tiene una importancia práctica especial. De acuerdo con las cifras dadas por la empresa privada productora de almidón dulce y agrio en el país, se estima que en el año 1996 se produjeron alrededor de 9.600 TM de afrecho. Esta producción fue mucho mayor que la producción de yuca seca en el país. El afrecho producido en el país es absorbido principalmente por la industria de concentrados, especialmente SOLLA, y una pequeña parte es consumida por pequeños productores de cerdo a nivel local.

Existe una gran variación en la composición nutricional del afrecho, y el factor que mas incide en este, es la eficiencia en el proceso de extracción de almidón. Entre mas rudimentario el proceso, el afrecho tiene una composición nutricional mas rica. La deshidratación del afrecho convierte a este subproducto en un ingredientes energéticos para raciones de animales. Aunque el nivel de fibra en el afrecho seco es alto (10-12%), generalmente contiene una cantidad considerable de almidón que puede llegar hasta el 60% en base húmeda. Por otra parte, su nivel de ácido cianhídrico es muy bajo, ya que en el mismo proceso de extracción se elimina la mayor parte del compuesto cianogénico. Con precios pagados al productor de \$Col 80/kg, y entre \$Col 100-120/kg puesto en planta, la industria de concentrados compensa la calidad nutricional sin problemas.

Cuadro 1. (Cont.)

La agroindustria del almidón de yuca dulce y agrio está creciendo significativamente, lo que traerá consigo una mayor producción de afrecho que afectará sin duda el mercado de las materias primas para las industrias de alimentos balanceados para animales. Por esta razón es importante incluir este producto en el portafolio y estudiar el mercado para este producto.

Por otro lado, los volúmenes de producción de la mancha son menores ya que esta representa solamente entre el 1-2% del peso de las raíces frescas. Este subproducto de la producción de almidón, formado por las impurezas y los materiales sobrenadantes, es rico en proteína y actualmente los volúmenes producidos están siendo absorbidos por los pequeños criadores de cerdo y aves situados alrededor de las plantas procesadoras. A pesar de ser este un producto de alto valor (\$ 180/kg pagados al productor), los volúmenes de producción son bajos.

4.4. Mercados de Productos Derivados de la Yuca para Uso en la Industria No-Alimenticia

A continuación se presenta un breve análisis de los criterios económicos y tecnológicos sobre el mercado de productos derivados de la yuca para uso en la industria no-alimenticia. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de este análisis.

4.4.1 Harina de yuca

El tamaño actual del mercado de adhesivos vegetales en Colombia es bajo, siendo su equivalente en raíces de yuca de cerca a 9.000 TM/año. Este mercado está dominado por el almidón de maíz, almidón de yuca y la harina de trigo. En Estados Unidos, la preocupación por el medio ambiente ha estimulado el uso de materias primas renovables como los adhesivos vegetales en base de almidón y harinas finas, destinados mayormente al mercado de empaques.

El Programa de Yuca del CIAT estableció el potencial de utilizar harina de yuca en varias categorías de alimentos y productos industriales. En el campo de la industria, la harina de yuca tiene utilización como materia prima en la elaboración de pegantes o adhesivos que son utilizados en las fábricas de aglomerados de madera y en las industrias que producen cartones corrugados, conos para hilos y los tubos de cartón para el papel higiénico (CIAT, 1995; Ostertag, 1996; Salas, 1994; Eguez, 1994).

El precio y las características de la harina de yuca hacen posible que compita en segmentos de calidad baja o media, siempre y cuando el contenido de fibra sea bajo (Grace, 1977). Mientras la harina de yuca se puede colocar en Bogotá a \$365/kg, el almidón de maíz se consigue a \$450-480/kg y el almidón dulce de yuca a \$500-550/kg (Henry y Gottret, 1996). La harina de yuca presenta un alto contenido de almidón, mayor de 80%, que hace que su comportamiento como ingrediente en adhesivos sea similar al del almidón puro.

El crecimiento de este segmento industrial de adhesivos es medio, o sea por encima del 3% anual ya que el consumo industrial de almidón crece a un ritmo similar al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), el cual en Colombia es alrededor del 4% (Lynam, 1987).

Cuadro 1. (Cont.)

La producción de harina de yuca para consumo humano e industrial requiere un proceso mucho mas complejo que la producción de yuca seca para consumo animal. Las etapas adicionales son el lavado de las raíces, el secamiento artificial de los trozos frescos, la molienda de los trozos secos y la posterior clasificación final del producto molido para extraer harina con ciertas características de finura en sus partículas. La experiencia piloto dirigida por el CIAT en Chinú (Córdoba), indicó que es viable cumplir con los requerimientos de calidad para esta industria de adhesivos de bajo costo (CIAT, 1995).

Por todas estas razones se considera que debe estar en el portafolio de productos para la siguiente fase.

Cuadro 5. Evaluación Preliminar del Mercado de Productos Derivados de la Yuca para Uso de la Industria No-Alimenticia

SEGMENTO DEL MERCADO	CATEGORÍA DE PRODUCTOS	CRITERIOS ECONÓMICOS				CRITERIOS TECNOLÓGICOS			Inclusión en el Portafolio
		Demanda Actual (DA) o Potencial (DP) ¹	Competitividad	Crecimiento del Mercado ²	Viable	Complejidad (1-7) ³	Calidad	Viable	
Harina de Yuca	Adhesivos vegetales de bajo costo	Baja (DP)	Sí	CM ++	Sí	3	Sí	Sí	Sí
Almidón	Almidón Nativo y/o Modificado	Baja (DA) Media (DP)	Sí (especializado)	CM ++	Sí	4 y 5	Sí	Sí	Sí
	Productos de Fermentación, Oxidación e Hidrogenación de la Glucosa	--	--	--	--	7	No	No	No

¹ Se entiende por demanda "Baja" entre 0-50.000 TM de raíces de yuca/año, "Media" de mas de 50.000-100.000 TM de raíces de yuca/año, "Alta" de mas de 100.000-1.000.000 TM/año, y "Muy Alta" si es mayor a 1.000.000 de TM de raíces de yuca/año. Por otro lado, para los productos ya existentes se utiliza la demanda actual, y para los que todavía se estan desarrollando y/o introduciendo en el mercado, se utiliza la demanda potencial.

² Se considera un mercado de crecimiento "Negativo" (CN -), aquel con una tasa de crecimiento anual menor al 0%, de crecimiento "Nulo" (CN) cuando el mercado esta estancado (crecimiento anual igual al 0%), de crecimiento "Bajo" (CB +), aquel con una tasa de crecimiento alrededor del crecimiento poblacional (0-3% anual), de crecimiento "Medio" (CM ++), aquel con una tasa de crecimiento anual entre 3-6%, y de crecimiento "Alto" (CA +++), aquel con una tasa de crecimiento anual mayor al 6%.

Cuadro 1. (Cont.)

³ El nivel de complejidad tecnológica se califica entre 1 y 6, siendo 1 el nivel de complejidad muy bajo, 2 bajo, 3 bajo-medio, 4 medio, 5 medio-alto, 6 alto, y 7 muy alto

Cuadro 1. (Cont.)

4.4.2. Almidones nativos y/o modificados

La demanda para el almidón está marcada por la versatilidad del producto. Casi todas las principales industrias han encontrado un uso para el almidón, y como resultado, el proceso de industrialización coincide normalmente con un incremento significativo en la demanda para esta materia prima (Lynam, 1987). Los almidones modificados son aquellos a los cuales se les ha efectuado cambios menores a una o más de sus propiedades físicas o químicas. Los objetivos de la modificación son las de ajustar el producto a necesidades particulares del cliente o la de copiar un producto competitivo (Jones, 1983).

Tamaño del mercado

El tamaño actual del mercado en Colombia se estima en unas 50.000 TM/año según informantes expertos de la empresa privada, de las cuales 8.000 corresponden a almidón nativo de yuca producido e importado a nivel nacional por Maizena (CPC) y Colombiana de Almidones. El volumen restante está representado por almidón de maíz importado y nacional. Este volumen anual se distribuye de la siguiente manera:

Industria de cartón y papel:	26.500 TM
Adhesivos vegetales:	2.000 TM
Textiles, talco, etc.	21.500 TM

Si suponemos que el almidón de yuca alcanzara entre un 30-40% de participación en este mercado en base a sus ventajas comparativas, representaría un equivalente en raíces de yuca de 75.000-100.000 TM anuales, o sea una demanda media.

Competitividad

El mercado de almidón se caracteriza por tener dos segmentos, el masivo y el especializado. En el primero el factor determinante es el precio, mientras que en el segundo el aspecto clave para competir son las propiedades funcionales del almidón (Ostertag, 1996). El almidón de yuca en Colombia tiene problemas para competir en el segmento masivo debido a su precio por encima del almidón de maíz, causado en parte por la baja productividad del cultivo de la yuca. En consecuencia, la estrategia para los comercializadores de almidón de yuca ha sido la de penetrar los mercados especializados, en donde pueden vender su producto a un precio de 5-10% por encima del almidón de maíz. Para que el almidón de yuca pueda entrar a competir en el mercado masivo, es necesario que la agroindustria pueda contar con raíces frescas de menor costo (ver la Sección 4.2.2 sobre almidones nativos y/o modificados en la industria alimenticia).

Ventajas comparativas funcionales del almidón de yuca en la industria no-alimenticia

Industria textilera:

Balagopalan *et.al* (1988) dice que la blancura del almidón de yuca es una cualidad apreciada por la industria textilera. Las películas de almidón obtenidos son mas transparentes y esto es importante para

Cuadro 1. (Cont.)

textiles coloridos, donde el color debe aparecer luminoso. La película obtenida es también mas flexible comparada con la película de almidón de maíz. Otra ventaja del almidón de yuca es su baja tendencia retrogradación durante el almacenamiento.

Como se comentó en la sección 4.2.2, el almidón de yuca gelatiniza en forma completa mas fácilmente y mas rápido que cualquier otro cereal amiláceo. Moorthy (1985) ha encontrado que las mezclas de los almidones de yuca y maíz muestran picos razonables de viscosidad, viscosidad estable, claridad y una importante estabilidad de la solución. Estas características se logran también con el almidón de yuca interligado (Abraham *et. al*, 1979).

El almidón de yuca para encolado y aprestamiento es mas blando y mas transparente que el almidón de maíz para este uso. Además, los almidones de yuca para acabado son mas flexibles y duraderos, por esta razón el almidón de yuca se prefiere a menudo al almidón de maíz para el acabado en el proceso de producción textiles. En esta industria, las mezclas de almidones de yuca-maíz o yuca-trigo se comportan mejor que los almidones de una sola fuente. Balagopalan *et. al* (1988), asegura que el factor mas importante que limita la aceptación industrial del almidón de yuca en la industria textil es el procesamiento inadecuado de éste que no permite obtener una calidad aceptable.

Grace (1977) menciona el almidón de yuca se usa también en la impresión de las telas o para producir diseños firmes con colores vivos en la superficie lisa de un tejido acabado. Además, en la fabricación de fieltro, Grace (1977) dice que para el proceso de acabado se utiliza el almidón de yuca en forma exclusiva.

Industria papelera:

Balagopalan *et. al* (1988) dice que el almidón de gránulo grande, extraído de raíces, funciona muy bien como adhesivo en la fase de preparación de la fibra para hojas de baja densidad. El almidón cationico de yuca de buena calidad da una eficiencia aproximada de 95%, y los productos elaborados a base de éste, exhiben un mejor desempeño como aditivos en el proceso de preparación de la fibra para la fabricación de papel *kraft* que los productos hechos con almidón de maíz.

Los almidones catiónicos, a causa de su atracción iónica irreversible con las fibras de la celulosa, penetran menos en la cobertura de la superficie de las hojas y también reducen la demanda de oxígeno biológico en las aguas residuales. El almidón cationico de la yuca se desempeña como un excelente agente en el encolado y el aparejamiento (sizing) de la superficie del papel.

Dentro del proceso de la producción del papel, los almidones están empleándose cada vez en mayores cantidades, tanto en la forma nativa como modificada. El potencial del almidón de yuca es bueno en esta industria, siempre y cuando se compita con buen precio.

Industria de adhesivos:

El más importante prerrequisito para asegurar un buen desempeño de los adhesivos es que este tenga un flujo que permita su bombeo a través de tuberías muy delgadas, que pueda transferirse a rodillos sin ningún

Cuadro I. (Cont.)

contratiempo. El almidón de yuca es la principal materia prima utilizada para la producción de adhesivos en los países de América Latina (Dux, 1967). Los estudios de las propiedades de los diferentes almidones revelan que los adhesivos producidos con almidones de raíces tienen buenas características de flujo, mientras que los de almidones de cereales tienen pobre movilidad y son más adecuados para otros productos como los cartones corrugados.

Los almidones de papa y de yuca son los preferidos, pero el de yuca tiene ciertas características que lo hacen más adecuado. Los adhesivos a base de almidón de yuca son más viscosos y fluidos, excelentes donde se requiere un terminado muy liso en la superficie. Además, las gomas a base de éste, de Ph neutro, son muy estables y de fácil preparación y combinación con muchas otras emulsiones de resinas sintéticas. Las uniones hechas con estos adhesivos a base de almidón de yuca son más fuertes que las uniones de adhesivos en base a almidón de papa. Por otro lado, la pasta de almidón de yuca tiene sabor y olor neutro, mientras que la de almidón de papa, exhibe un sabor amargo y los almidones de cereales no pierden el sabor característicos de éstos.

Grace (1977) dice que la aplicación del almidón de yuca en la industria de adhesivos continúa siendo el fin más importante del producto.

Industria de dextrinas:

Balagopalan *et. al* (1988) dice que entre todos los diferentes almidones usados en la producción de dextrinas, los almidones de yuca y papa son los más preferidos en vista que son los más fáciles de convertir en dextrinas. Los almidones de maíz y arroz toman mucho más tiempo y necesitan de temperaturas más altas para alcanzar el mismo nivel de conversión. En efecto, para trabajos de alta calidad, el almidón de yuca es el ideal porque da una dextrina que tiene más fuerza que la dextrina de papa, no tiene olor, y es insípida. Esto es importante para que se pueda usar en adhesivos de estampillas, sellos para sobres, y etiquetas, que a menudo requieren humedecerse con la lengua. Las dextrinas del almidón de papa poseen un gusto amargo que no las hacen adecuadas para los fines anteriores.

Grace (1977) confirma que se prefiere la dextrina de yuca en gomas humedecibles para estampillas, sellos de sobres y otros a causa de sus propiedades adhesivas y a su buen sabor y olor. En solución acuosa, las dextrinas de yuca se adaptan bien porque generan una solución con alto contenido de sólidos con propiedades de manejo mecánico muy limpio. Grace dice en resumen, que en la manufactura de gomas humedecibles, el almidón de yuca no tiene ningún competidor.

Uno de los más grandes usos de las dextrinas está en la fabricación de cartones corrugados, cajas y otros empaques. Las capas de cartón, por ejemplo, se unen por medio de la solución gelatinizada y luego se presionan por medio de rodillos calientes que producen una unión muy fuerte. Las harinas de buena calidad son también adecuadas para este propósito, siempre y cuando sea bajo el contenido de fibra (Grace, 1977).

Crecimiento del mercado

Cuadro 1. (Cont.)

Por ser este un segmento de mercado tan diversificado, no es posible generalizar sobre tasas de crecimiento. Se considera que algunas industrias como la papelera y textilera muestran crecimiento nulo o bajo, pero otras como la de adhesivos presentan un panorama más positivo, de acuerdo a informantes expertos. Sin embargo, es indudable que el almidón de yuca nativo y modificado está ganando participación de mercado en los segmentos especializados. Esto quiere decir que podemos suponer un crecimiento medio para el almidón de yuca.

Viabilidad tecnológica

A pesar de que el proceso de producción de almidón nativo o dulce es relativamente sencillo, la realidad es que los pequeños agroempresarios no tienen la capacidad todavía de producir un almidón de calidad adecuada para cada una de las industrias. Actualmente, las empresas más grandes como Maizena y Colombiana de Almidones son las únicas que producen almidones nativos e inclusive modificados con calidades ajustadas a los requerimientos de la industria.

Por otro lado, la producción de almidones modificados presenta un mayor grado de complejidad, que va desde el proceso más sencillo como la producción de dextrinas hasta otros más sofisticados como la producción de derivados de almidón. Se debe resaltar que las condiciones de producción son guardadas cuidadosamente por la industria tanto consumidora como productora en calidad de secreto comercial.

4.4.3 Productos de la fermentación, oxidación e hidrogenación de la glucosa

A partir de la fermentación enzimática de la glucosa se puede desarrollar una gran variedad de productos de interés para la industria no-alimenticia, tales como ácidos orgánicos, goma xanthan, etanol, etc. Para el caso colombiano se considera que el desarrollo de este segmento no es prioritario debido a que existen otros segmentos de productos menos sofisticados y que presentan un mayor potencial de mercado, en los cuales la industria nacional aún no ha entrado.

5. PERFIL DEL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS ELEGIDOS EN LA PRIMERA FASE DEL ESTUDIO DE MERCADOS.

5.1 Raíces Frescas para Consumo Humano en su Estado Natural

La yuca (*Manihot esculenta crantz*) es una raíz tropical con alto contenido de almidón originaria del área amazónica de América Latina. Esta planta se cultiva principalmente por sus raíces, las cuales tiene hasta 35% de carbohidrato y entre 0.5 y 1.5% de proteína. Las raíces de yuca son cuartas en importancia después del arroz, la azúcar, y el maíz como fuente de calorías para la población de las zonas tropicales.

Cuadro 1. (Cont.)

5.2 Raíces Frescas Tratadas para una Mejor Conservación Pos-cosecha : Yuca Parafinada y Yuca en Bolsa Tratada con Tiabendazole

Debido al rápido deterioro de las raíces de yuca una vez cosechadas, lo cual produce un alto nivel de pérdidas del producto durante la comercialización y aumenta el precio pagado por el consumidor final. Se han desarrollado dos técnicas de conservación en fresco que no cambian la presentación del producto final y permiten su conservación durante 2-3 semanas. Estas técnicas son la parafinación individual de las raíces y el almacenamiento de las raíces frescas en bolsas de polietileno con un tratamiento previo en base a tiabendazole para disminuir el deterioro microbiano y fisiológico.

5.3 Raíces Frescas Pre-procesadas : Trozos de Yuca Pelada Congelados y Empacados al Vacío, Trozos de Yuca Pelada Congelados y Precocidos

Los problemas de rápido deterioro de las raíces de yuca y la mala calidad culinaria en que estas raíces llegan al consumidor, junto con el proceso de urbanización que se ha venido dando en Colombia, han disminuido el consumo de raíces frescas de yuca en los centros urbanos. Los empresarios han visto en este fenómeno una oportunidad para introducir en el mercado nuevos productos. Desde hace menos de un año se ha empezado a ofrecer trozos de yuca pelados y congelados. Este producto se presenta en dos formas diferentes : trozos empacados al vacío y trozos precocidos en bolsas. Estos productos ofrecen al consumidor una raíz pelada, cortada en trozos, con una presentación uniforme, la cual no sufre de deterioro fisiológico ni microbiano

5.4 Pasabocas a Base de la Pulpa de Yuca : Croquetas y Carimañolas

El proceso de troquelado o corte de las raíces para obtener trozos regulares genera un material de forma irregular, el cual es la materia prima para la producción de las croquetas, carimañolas, y productos similares. El proceso es mas complejo que el anterior e involucra etapas de precocción de la pulpa, amasado, moldeado y fritura. Estos productos se utilizan como pasabocas o acompañantes en las comidas, después de freírlos rápidamente en aceite, y ofrecen amplias posibilidades de presentación al incorporarles sabores y/o combinarlos con otros productos compatibles (carne, pollo, queso, etc.).

5.5 "Snacks" a Base de Raíces y Almidones de Yuca : Tajadas Fritas de Yuca, Besitos, Rosquillas, Tozinetas, etc.

La mayor parte de la producción de "snacks" en Colombia esta en manos de cuatro grandes empresas : Cronch (Frito-lay), Yupi, Productos Alimenticios Margarita, y Jack Snacks. Además, existen una gran cantidad de empresas pequeñas y medianas que producen "snacks" tradicionales a base de almidón agrio (rosquillas, besitos, etc.) y tajaditas fritas. Estos productos constituyen un porcentaje importante de la ración alimentaria de los colombianos, principalmente de niños y adolescentes, los cuales los consumen durante la jornada escolar. La presentación de estos

Cuadro 1. (Cont.)

productos se hace en paquetes con porciones individuales de 20-30 g. Esta es una industria de rápido crecimiento y dónde existe un alto potencial para los productos de la yuca, principalmente para el almidón agrio.

5.6 Raíces Frescas para Consumo Animal en Finca

Entre las diferentes posibilidades que ofrece la yuca para la alimentación animal, la utilización directa de las raíces es el sistema mas elemental y económico. En este caso los costos disminuyen considerablemente, ya que el procesamiento se limita al picado de la raíz en fragmentos o trozos pequeños, para suministrarla a los animales sea mezclada con un suplemento nutricional o sola. Según datos de la FAO, en Colombia entre el 18-20 % de la producción de yuca se utiliza en esta manera.

5.7 Ensilaje de Trozos y Hojas de Yuca para Consumo Animal para Uso Fuera del Período de Cosecha

El ensilaje de yuca consiste en picar las raíces frescas y guardar estos trozos compactados en silos o bolsas cerrados herméticamente para que el material quede protegido del aire y del agua. El ensilaje de yuca se puede usar en programas de alimentación animal en dos formas : mezclado con los demás productos de la dieta, o en forma separada de ellos. La diferencia principal entre la composición nutricional del ensilaje de yuca y la de las raíces frescas está en el contenido de humedad, ya que este es mas variable en el ensilaje : cuanto mayor sea la duración del proceso de ensilaje, menor es la humedad del producto, y por lo tanto mayor su concentración energética.

5.8 Trozos, Harina, o Pellets de Yuca Seca

La yuca seca ofrece una buena alternativa para satisfacer las necesidades actuales de materias primas para la creciente industria de alimentos balanceados para animales. La yuca seca puede ser comercializada en forma de trozos, harina, o pellets. Para la producción de yuca seca, las raíces se pican en trozos con el propósito de facilitar el secamiento. En su forma mas simple, la yuca seca se comercializa en forma de trozos. La harina es el producto de la molienda de los trozos secos, la cual se realiza con el fin de ser utilizada en la preparación de raciones balanceadas o para la producción de pellets. Los pellets son pequeños agregados de forma cilíndrica muy uniformes en textura y apariencia, los cuales se obtienen de la harina mediante procesos mecánicos de compactación. Esta presentación facilita el transporte, principalmente para exportación.

5.9 Mezclas de Yuca Seca con Fuentes Proteínicas : Yuca-Soya (Maíz Sintético) y Yuca con Materias Prima Locales

La mezcla de harina tostada de soya y harina integral de yuca podrían generar un producto intermedio con mejores características que el grano de maíz. En esta mezcla, la harina de yuca, en una proporción no mayor al 80%, aporta carbohidrato de fácil digestión. Por su lado, la harina de

Cuadro 1. (Cont.)

soya tostada aporta la proteína a la mezcla. Esta mezcla podría competir fácilmente con el grano de maíz ya que tiene las mismas características nutricionales pero con un mayor contenido de proteína, sobretodo lisina. Por otro lado, en las zonas productoras de yuca existen materias primas locales con buen contenido de proteína (ej. matarratón, guandul, harina de pescado, etc.), las cuales podrían combinarse con harina de yuca para producir un alimento balanceado de bajo costo.

5.10 Subproductos de la Extracción de Almidón : Afrecho y Mancha

El afrecho seco representa entre 9-10 % del peso de las raíces de yuca utilizadas para la producción del almidón, por lo cual tiene una importancia práctica especial. Aunque el nivel de fibra en el bagazo es alto (10-12%), generalmente contiene una cantidad considerable de almidón (hasta 60%). Por otra parte, su nivel de cianuro es mínimo ya que en el proceso se elimina casi la totalidad de este tóxico. Las impurezas del almidón y los materiales sobrenadantes que resultan en el proceso, generalmente se recuperan en la fracción denominada "mancha". A pesar de que esta fracción representa un volumen mínimo (1.5-2.5% del peso de las raíces de yuca utilizadas para la producción de almidón), su calidad nutricional es excelente.

5.11 Almidones de Yuca : Almidón Nativo, Almidón Agrio, y Almidones Modificados

El almidón es extraído mayormente de cereales y raíces mediante procesos mecánicos que involucran la separación de los gránulos de almidón, de la fibra y de la proteína en la célula. El proceso de producción de almidón involucra etapas de lavado (y pelado) de raíces, rallado, colado, y secado. Las principales fuentes de almidón son el maíz, camote, yuca, papa, trigo arroz, sorgo, etc. Se estima que entre un 65-70% del almidón en el mundo se deriva del maíz, siendo la yuca la segunda fuente en importancia.

Existen dos tipos principales de almidones : los almidones nativos (no-modificados o dulces) y los almidones modificados. Los almidones se modifican para efectuar cambios a una o más de sus propiedades físicas o químicas. El almidón agrio es un tipo especial de almidón modificado, el cual se obtiene por medio de la fermentación natural del almidón dulce recién obtenido. Por medio de este proceso, se disminuye la viscosidad y los gránulos de almidón se gelatinizan a temperaturas menores, por esta razón el almidón agrio no puede ser substituido por el almidón dulce. Estas características especiales lo hace irremplazable para la producción de productos de panadería tradicionales que requieren una alta expansión.

La demanda del almidón está marcada por la versatilidad del producto, ya que este tiene uno de los rangos de usos más amplio que cualquier otro producto obtenido de fuentes vegetales. Además de ser una fuente de carbohidrato, en la industria alimenticia se usa mayormente para otros propósitos,

Cuadro 1. (Cont.)

tales como espesante, relleno, aglutinante, estabilizante, y para mejorar textura. Los usos industriales del almidón son numerosos. Entre los usuarios más importantes están la industria papelera, pegantes o adhesivos, textiles, perforación de pozos (lodo de perforación), tintes, etc. Colombia consume alrededor de 50.000 toneladas al año de almidones nativos y modificados, provenientes en su mayoría del maíz (44.000 toneladas) y en segundo lugar de la yuca (6.000 toneladas).

5.12 Edulcorantes

El mercado de edulcorantes a nivel mundial se divide en edulcorantes calóricos (azúcar, fructosa glucosa, etc.) y no-calóricos (sacarina, aspartame). Los edulcorantes calóricos en base de almidón son los productos como jarabe de glucosa, jarabe alto en fructosa, dextrosa y maltodextrinas. Este es el mercado de almidón de mayor crecimiento en los últimos 25 años. Su elaboración se basa en la hidrólisis ácida o enzimática del almidón. Glucosa y dextrosa son sinónimos en el sentido químico; sin embargo, en términos comerciales la dextrosa se usa para describir el producto puro y cristalino y jarabe de glucosa para nombrar a los productos de la hidrólisis incompleta del almidón.

El nacimiento de la ingeniería enzimática hizo posible la conversión a bajo costo del almidón a glucosa y luego a una mezcla en equilibrio de glucosa y fructosa (jarabe alto en fructosa) con el mismo grado de dulzura que el azúcar invertido proveniente de la caña de azúcar y de remolacha azucarera. En la Unión Europea el jarabe alto en fructosa se llama "isoglucosa".

La mayoría de los edulcorantes en mención se derivan del almidón de maíz, pero se espera que una creciente proporción vendrá de fuentes alternas como yuca, arroz, trigo y sorgo en países en desarrollo. Se ha determinado que la materia prima más eficiente para la producción de jarabe alto en fructosa es la yuca.

El principal uso de los edulcorantes es en la industria alimenticia, especialmente en gaseosas, pastelería, frutas enlatadas, postres lácteos y salsas en general. El jarabe alto en fructuosa ha reemplazado totalmente al azúcar (sacarosa) en el mercado de bebidas gaseosas en los Estados Unidos desde 1968. Las maltodextrinas se utilizan en mezclas secas para sopas, bebidas y pastelería y en los últimos años ha ganado mercado como sustituto de la grasa animal y vegetal.

5.13 Harina de Yuca para Adhesivos y Carnes Frías

La producción de harina de yuca para consumo humano e industrial requiere un proceso mucho más complejo que la producción de yuca seca para consumo animal. Las etapas adicionales son el lavado de las raíces, el secamiento artificial de los trozos frescos, la molienda, y la posterior

Cuadro 1. (Cont.)

clasificación de la harina. La harina refinada de yuca es un producto de color blanco compuesto por partículas con diámetros menores de 0.2 mm. con contenidos de fibra y ceniza menores de 2 %.

La harina de yuca puede ser utilizada en varias categorías de alimentos y productos industriales. Los usos de mayor potencial en la industria alimenticia son las carnes frías. En la industria no-alimenticia la harina de yuca tiene un alto potencial de utilización como materia prima en la elaboración de pegantes para las fábricas de aglomerados de madera, cartones corrugados, conos para hilos, y tubos de cartón para papel higiénico.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la primera fase de este estudio de mercado de los diferentes usos de la yuca en Colombia, se hizo un inventario de todos los posibles usos de este producto en el mundo y se seleccionó el portafolio de los productos con mayor potencial. La selección de este portafolio se hizo en base a unos criterios económicos y tecnológicos, los cuales sirvieron para evaluar la viabilidad de los diferentes productos derivados de la yuca. Esta evaluación se realizó en base a la información disponible actualmente, la cual se obtuvo de fuentes secundarias, informantes claves, y del conocimiento de los autores por su experiencia de trabajo con la yuca y sus productos derivados.

El portafolio de productos elegidos en esta primera fase del estudio fue el siguiente: (1) raíces frescas para consumo en su estado natural; (2) raíces frescas tratadas para una mejor conservación pos-cosecha : yuca parafinada y yuca en bolsa tratada con tiabendazole; (3) raíces frescas pre-procesadas : trozos de yuca pelados, congelados y empacados al vacío; y trozos de yuca pelados, congelados y pre-cocidos; (4) pasabocas a base de la pulpa de la yuca : croquetas, carimañolas, etc.; (5) "snacks" a base de raíces y almidones de yuca: tajadas fritas, besitos, rosquillas, tozinetas, etc; (6) raíces frescas para consumo animal en finca; (7) ensilaje de trozos frescos y hojas de yuca para consumo animal en finca para uso fuera del periodo de cosecha; (8) trozos, harina o pellets de yuca seca; (9) mezclas de yuca seca con fuentes de proteína : yuca/soya (maíz sintético) y yuca con materias primas locales; (10) subproductos de la extracción del almidón : afrecho y mancha; (11) almidones de yuca : almidón dulce o nativo, almidón agrio y almidones modificados; (12) edulcorantes; y (13) harina de yuca para adhesivos vegetales de bajo costo y carnes frías.

En este primer análisis sobre los mercados de la yuca y sus productos en Colombia, se identificaron múltiples vacíos de información. Primero, se hace necesario tener un mejor entendimiento de las necesidades y preferencias de los consumidores finales e industriales, y de los factores no económicos que influyen o limitan el consumo de los diferentes productos. Segundo, es importante conocer mejor la estructura del mercado para diseñar estrategias de comercialización para los productos nuevos, y mejorar los actuales canales de comercialización de los productos tradicionales. Tercero, se necesita actualizar y precisar mejor los estimativos de tamaño y crecimiento de los mercados para los productos existentes, y dimensionar los mercados para los productos novedosos. Cuarto, falta analizar las tendencias en los

Cuadro 1. (Cont.)

precios de los productos y sus sustitutos para evaluar la competitividad económica de estos en el largo plazo. Finalmente, se debe profundizar en la identificación de las posibles oportunidades de mercado y los nichos especiales para los productos de la yuca. Estos vacíos de información, identificados en esta primera fase del estudio, varían de acuerdo con los productos. Por ejemplo, para el caso del consumo de yuca en su forma fresca existe bastante información, que si bien no está completamente actualizada, da una buena visión del mercado. Sin embargo, para otros productos, especialmente aquellos que sirven como materia prima en la industria como son los almidones y edulcorantes, los vacíos de información son mayores.

Esta información faltante es imprescindible para poder llegar a conclusiones que permitan definir políticas de apoyo y estímulo a los diferentes segmentos de mercado. Por lo anterior, se hace necesario continuar con la segunda fase de este estudio, la cual permitirá complementar y actualizar la información ya existente. De esta manera, será posible tener un estudio mas detallado para los productos elegidos en el portafolio, y llegar a conclusiones confiables sobre los mercados para estos productos.

Una parte fundamental de esta primera fase del estudio, es la propuesta que se diseñó para la segunda fase del estudio de mercados. Esta propuesta tiene como objetivo general *"dimensionar y cuantificar los mercados para el portafolio de productos seleccionados en la primera fase, e identificar posibles oportunidades y ventajas comparativas de la yuca y sus productos"*. En esta propuesta se especifica detalladamente la información que se debe recolectar, los análisis a realizarse, y la metodología que deber seguirse para lograr los objetivos propuestos. Es importante resaltar que la calidad del estudio final de los mercados para la yuca y sus derivados depende directamente de la calidad, disponibilidad, y confiabilidad de la información. Por esta razón, se propone que una parte significativa de los recursos destinados para la segunda fase, sean utilizados en la recolección de información. Para este fin, se ha diseñado una estrategia de recolección de información que combina diferentes metodologías complementarias. Por ejemplo, se propone el uso de grupos focales para la recolección de información cualitativa, una encuesta formal para la obtención de datos cuantitativos confiables, y entrevistas con informantes claves junto con asesorías de expertos, para poder obtener información de difícil acceso.

Cuadro 1. (Cont.)

REFERENCIAS

- Abraham, E., Raja, K.C.M., Sreemulatham, H., y Mathew, A.G. (1979). "Improvement of Cassava Flour by Chemical Treatment." *Journal of Root Crops*, 5 (11).
- Acena, B., y Puno, G.D. (1955). "A Study on the Use of Cassava in Beer Industry". *Phillipine Journal of Agriculture*, 20(1-2):1-13.
- Andah, A. (1977). "Effect of Cassava Starch on the Strength of Wheat Flours Milled in Ghana and their Use in Biscuits". *Ghana Journal of Agricultural Science*, 10(1):27-31.
- AVEBE. (1989). *Potato Starch*. Company brochure. AVEBE, The Netherlands. 17 p.
- Ayernor, G.S., y Steinberg, M.P. (1977). "Hydration and Rheology of Soy-fortified Pregelled Corn Flour." *Journal of Food Science*, 42:65-69.
- Balagopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S. K., y Moorthy, S.N. (1988). *Cassava in Food, Feed, and Industry*. Boca Raton, FL, U.S.A. : C.R.C. Press Inc. 205 p.
- Buitrago, J.A. (1990). *La Yuca en la Alimentación Animal*. Cali, Colombia : CIAT, 446 p.
- Casier, J.P.J. (1975). "Efecto de las Pentosanas Endospermicas del Trigo y el Centeno, no Solubles en Agua, sobre las Propiedades de la Masa y las Propiedades de Panificación del Trigo Suave y de otras Materias Primas Ricas en Almidón tales como la Yuca, el Arroz, el Sorgo, y el Mijo., *Fermentation*, 71(3):117-134.
- Casier, J.P.J. et.al. (1979). "Bread Production from Pure Flours of Tropical Starchy Crops.", en Inglett y Charalambous ed., *Tropical Foods: Chemistry and Nutrition*, v.1, pp.279-340, New York : Academic Press.
- Ciacco, C.F. (1977). "Tubers : Composition and Use in Bread Baking." *Tesis de PhD*. Fargo, North Dakota State University of Agriculture and Applied Sciece, 104 p.
- CIAT. (1989). "Proyecto de Producción y Mercado de Harina Yuca para Consumo Humano en Colombia. Informe Fase de Proyecto Piloto." CIAT, Cali, Colombia. Documento Interno no publicado. 26 p.
- CIAT. (1995). "Production and Marketing of Cassava Flour in Colombia - Final Report - Expansion Phase." CIAT, Cali, Colombia. Documento Interno no publicado. 37 p.
- CORFAS, CIAT, y DRI. (1989a). *Estudio de la Estructura de Comercialización y Consumo de la Yuca Fresca en la Ciudad de Medellín*. Medellín, Colombia : CORFAS. 104 p.

Cuadro 1. (Cont.)

- CORFAS, CIAT, y DRI. (1989b). *Estudio de la Estructura de Comercialización y Consumo de la Yuca Fresca en la Ciudad de Cali*. Cali, Colombia : CORFAS. 76 p.
- CORFAS, CIAT, y DRI. (1989c). *Estudio de Mercadeo de la Yuca Fresca en Bogotá*. Bogotá, Colombia : CORFAS. 59 p.
- Dufour, D.; y Hurtado, J. J. (1996). "Perspectivas de Uso de Almidones Nativos de Raíces y Tubérculos en Relación con sus Propiedades Específicas." *Memorias de la Conferencia Internacional de Almidón*, 8-10 de mayo, 1996, Quito, Ecuador. pp. 149-158.
- Dux, E.F.W. (1967). " Production and Uses of Starch Adhesives. En *Starch Chemistry and Technology*, Vol 2. Whistler, R., y Paschall, E., eds. New York : Academic Press. 23 p.
- Equez, C. (1994). "Marketing Cassava Flour and Starch in Ecuador." *Proceedings of the International Meeting on Cassava Flour and Starch*, 11-15 January, 1994, CIAT, Cali, Colombia. p. 17.
- FAO. Food and Agriculture Organisation. (1973). "Bread from Composite Flours". En *Composite Flour Program*, pp. 27-29.
- Gottret, M.V., Henry, G., y Córtez, M. (1995). "The effect of Integrated Cassava Research and Development Projects on Fresh Cassava Consumption : The Case of the Colombian Atlantic Coast." *Cuarto Borrador*, CIAT, Cali, Colombia. Documento no publicado. 13 p.
- Grace, M. R. (1977). *Cassava Processing*. Roma, Italia : FAO. 155 p.
- Henry, G., y Gottret, M.V. (1996). "Tendencias Globales de la Producción y Mercado de la Yuca y sus Productos", en *Folleto de Divulgación No. 1 del Programa de Modernización y Agroindustrialización de la Yuca de Minagricultura*. CIAT, Cali, Colombia (en imprenta). 17 p.
- Henry, G., Izquierdo, D.A., y Gottret, M.V. (1994) *Adopción de Tecnología de Producción de Yuca y el Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica de Colombia*. Documento de Trabajo CIAT No. 139. Cali, Colombia. 79 p.
- Janssen, W.G. (1986) *Market Impact on Cassava's Potential in the Atlantic Coast Region of Colombia*. Colombia : CIAT. 295 p.
- Jones, S. F. (1983) "The World Market for Starch and Starch Products with Particular Reference to Cassava (Tapioca) Starch". *Report of the Tropical Development and Research. Institute G173*. 98 p.

Cuadro 1. (Cont.)

- Knight, R. (1974). "Speciality Food Starches" en *Proceedings of the International Disciplinary Workshop on Processing and Storage of Cassava*. Arullo, A.L., Nestle, B., y Campbell, M. Eds., IDRC, Ottawa, Canada.
- Koch, H., Röper, H., y Vilvoorde. (1988) "New Industrial Products from Starch". *Starch/Stärke*. 40 (1988) Nr. 4, pp. 121-131.
- Leygue, J.P. (1993) *Débouchés Industriels des Céréales*. Paris, Francia : Institut Technique des Céréales et des Fourrages. 34 p.
- Lynam, J.K. (1987). *Global Cassava Research and Development. The Cassava Economy of Latin America : A Food Staple in Transition*. Borrador preparado para la reunión del TAC (Technical Advisory Committee of the CGIAR), 21 de junio-1 de julio, 1987. 231 p.
- Maneepun, S. (1996a) "Uses of Cassava in Food and Other Industries in Southeast Asia." Trabajo presentado en el Primer Congreso Latinoamericano de Raíces Tropicales y Noveno Congreso Brasileiro de Mandioca, San Pedro, Sao Paulo, Brasil, 7-10 de octubre, 1996. 10 p.
- Maneepun, S. (1996b) "Perspectives and Limitations of Cassava Sector in the World." Poster presentado en el Primer Congreso Latinoamericano de Raíces Tropicales y Noveno Congreso Brasileiro de Mandioca, San Pedro, Sao Paulo, Brasil, 7-10 de octubre, 1996. 10 p.
- Moorthy, S. N. (1986). "Viscosity and Rheological Properties of Cassava, Maize Blends." *Proceedings of the National Symposium on Root and Tuber Crops*, Trivandrum, India, 1986.
- Ostertag, C. F. (1996). "El Almidón : Producción y Mercados Mundiales." *Memorias de la Conferencia Internacional de Almidón*, 8-10 de mayo, 1996, Quito, Ecuador. pp. 229-260.
- Ostertag, C. F.; Alonso, L.; Best, R.; y Wheatley, C. C. (1996). "The Cassava Flour Project in Colombia : From Opportunity Identification to Market Development." en Dufour, D., O'Brien, G. M., and Best R. eds. *Cassava Flour and Starch : Progress in Research and Development*. pp. 358-363. Cali, Colombia : CIAT.
- Ruales, J.; Toledo, V.; y Moulies, C. (1996). *Desarrollo de Productos Cárnicos en Base de Harina y Almidón de Yuca*. "Memorias de la Conferencia Internacional de Almidón", 8-10 de mayo, 1996, Quito, Ecuador. pp. 185-196.
- Salas, S., Guzmán, Y., y Aquino, S. (1994). "Experiences in the Production of Cassava Flour in Perú and Development Perspectives." *Proceedings of the International Meeting on Cassava Flour and Starch*, 11-15 January, 1994, CIAT, Cali, Colombia. p. 13.

Cuadro 1. (Cont.)

Sanint, L.R., Rivas, L., Duque, M.C., y Seré, C. (1985) "Análisis de los Patrones de Consumo de Alimentos en Colombia a partir de la Encuesta de Hogares DANE/DRI de 1981 " *Revista de Planeación y Desarrollo*. XVII (1985) : 38-68.

Sanint, L.R. "Colombia : Potential Demand for Cassava." *Global Cassava Research and Development. The Cassava Economy of Latin America : A Food Staple in Transition*. Borrador preparado para la reunión del TAC (Technical Advisory Comitee of the CGIAR), 21 de junio-1 de julio, 1987. 49 p.

van Koersueld, E. *The Impact of Storage Technology on Cassava Marketing and Consumption in Barranquilla*. Cali, Colombia : CIAT. 55 p.

Viera, M.A. (1991). "Proyecto Piloto de Molienda y Mezcla" *Informe Presentado al Ministerio de Agricultura*. CIAT, Cali, Colombia. 27 p.

Wheatley, C., y Scott, G.J. (1992) "Identificación de Oportunidades para el Desarrollo de Nuevos Productos y Procesos." en *Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculos, Volúmen II - América Latina. Memorias del Taller sobre Procesamiento, Comercialización, y Utilización de Raíces y Tubérculos en América Latina, 8-12 Abril, 1991, en ICTA, Villa Nueva, Guatemala*. Lima, Perú : CIP. pp. 133-144.