

## Caso 3

# Harina de Yuca para Consumo Humano en Colombia

**Objetivos.** En la fase de investigación, establecer los requerimientos técnicos y económicos del desarrollo de una industria de harina de yuca a nivel rural. En la fase piloto, integrar la producción, el procesamiento y el mercadeo de la yuca en condiciones socioeconómicas específicas. En la fase comercial, prepararse para la expansión mejorando la rentabilidad de la planta piloto.

**Area del proyecto.** Chinú, departamento de Córdoba, en la costa atlántica de Colombia.

**Tiempo.** Investigación, de 1985 a 1988; fase piloto, de 1989 a 1991; fase comercial, de 1992 a 1994.

## Antecedentes

En los últimos 40 años, el rápido proceso de urbanización de América Latina ha modificado los hábitos alimenticios de mucha gente. Los alimentos amiláceos, como el maíz, el plátano y los cultivos de raíces, han cedido su lugar a alimentos más fáciles de procesar, como el arroz y los productos derivados del trigo (por ejemplo, el pan y las pastas alimenticias). Los investigadores buscan mercados alternativos para los alimentos básicos tradicionales, de manera que los habitantes de las zonas rurales sigan derivando su subsistencia de estos cultivos.

Una opción promisoriosa consiste en utilizar la harina de yuca como sustituto parcial del trigo en la elaboración de pan, pastas alimenticias y otros alimentos. Tres factores favorecen el uso de esta harina: 1) es relativamente barata porque cuesta de 15% a 20% menos que la de trigo; 2) en algunos productos alimenticios puede sustituirse, desde niveles medios a altos, por otros tipos de harina; y 3) tiene ventajas funcionales sobre la harina de trigo en algunos alimentos, por cuanto absorbe más agua y da una consistencia más quebradiza. La harina de yuca es especialmente útil en la elaboración de carnes procesadas, galletas, conos y especias, en pastelería (para *empanadas*), y en mezclas para panificación y frituras. En Colombia, la demanda potencial de harina de yuca de las

procesadoras de alimentos, tanto a nivel industrial como a pequeña escala, se calcula en 40,000 t/año.

## Evolución del Proyecto

Anteriormente, las plantas procesadoras de harina de yuca a gran escala fracasaban porque sus vínculos con la producción eran muy deficientes; además, dependían de combustibles fósiles costosos. Una estrategia alterna era establecer plantas pequeñas en zonas rurales donde la producción de yuca es importante. Con este fin, el proyecto utilizó recursos financieros del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) para diseñar un sistema de producción y mercadeo de harina de yuca.

## Socios institucionales

El CIAT investigó la producción de yuca, elaboró estudios de prefactibilidad y de factibilidad, y diseñó y desarrolló un equipo de procesamiento. El Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), de Bogotá, desarrolló productos de panadería y realizó estudios económicos. La Universidad del Valle, en su sede de Cali, diseñó y desarrolló la planta de procesamiento e inventó recetas para la elaboración de productos basados en harina de yuca. Se hicieron ensayos en las fincas, en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), para hallar variedades que pudieran sembrarse en asociación y durante el segundo semestre del año —lo que aseguraría la oferta continua de raíces durante el procesamiento de la yuca— y para encontrar técnicas que aumentarían la productividad de los actuales sistemas de cultivo.

Durante la fase piloto, el DRI coordinó la integración entre la producción de yuca y el procesamiento y mercadeo de la harina como parte de su programa de desarrollo del cultivo de la yuca en la costa atlántica. Desde el final de la fase piloto, el Instituto de Recursos Naturales (NRI, por su acrónimo en inglés) del Reino Unido, ha

apoyado la investigación orientada a mejorar la calidad de la harina, interesándose especialmente en las variedades de yuca con alto contenido de cianógeno que se cultivan comúnmente en Brasil y en África.

### ***Desarrollo del equipo prototipo y prueba del producto***

La planta de procesamiento y el equipo se desarrollaron según un diseño modular de tandas o medias tandas, cuya capacidad era de 1 t de harina de yuca por día. El rendimiento de harina a partir de los trozos de yuca seca varió de 83%, en una versión de laboratorio, a 98%, en un molino industrial. La investigación mostró que, durante la molienda, la fibra y la corteza lignificada de los trozos se separaban de la harina cuando ésta era cernida. Los resultados indicaron que, si se muelen los trozos en un molino de rodillos, no hay necesidad de pelar las raíces. El proyecto inventó un mecanismo sencillo de rodillos que podía manejar trozos cuyo tamaño pequeño permitía la alimentación continua.

La planta prototipo fue diseñada tanto para secado natural como para secado artificial de los trozos de yuca. Los trozos se someten a secado natural durante un día en bandejas inclinadas con fondo de malla que se colocan en estantes. Con ellos se carga luego un secador de cajón que tiene un quemador indirecto alimentado por carbón, se acopla a un ventilador centrífugo de 5 hp, y calienta el aire a 60 °C.

Cuando se evaluó la mezcla de harina producida con este equipo, los panaderos se quejaron de las propiedades de manipulación de la masa obtenida con esa mezcla. El principal inconveniente, en la panificación, era la pérdida de volumen del producto final; para evitarlo, era preciso hacer ajustes sustanciales en la receta de elaboración del pan. No es necesario hacerlos, en cambio, cuando se fabrican bizcochos, tortas, galletas y productos similares, cuya calidad no depende tanto de la cantidad de harina de trigo de la mezcla.

El proyecto realizó también una prueba a ciegas de pan elaborado con harina de trigo y pan elaborado con una harina compuesta, entre 200

familias que representaban diferentes estratos sociales de Bogotá. Los miembros de este panel detectaron diferencias en la apariencia, el aroma y la frescura. A más del 80% de ellos les gustó el pan elaborado con harina compuesta y el 15% manifestó cierta preferencia por el mismo.

### ***La fase piloto***

Después de que la evaluación económica de los resultados de la investigación demostró que era factible la producción de harina de yuca, se estableció una planta piloto en Chinú, Córdoba. Se escogió este sitio porque se dispone en él de tierras y de materia prima durante todo el año, hay potencial para aumentar el rendimiento de la yuca, la infraestructura es adecuada, los mercados están a la mano y se dispone de apoyo institucional. Partiendo de experiencias adquiridas posteriormente, el proyecto agregó varios elementos a sus criterios para la selección de sitios, entre ellos el nivel educativo de los miembros de la cooperativa, la habilidad empresarial de la organización ejecutora, la proximidad a sitios de abastecimiento de combustible y a talleres de reparación de máquinas, la disponibilidad de medios de transporte y la calidad de la materia prima.

El proyecto inició sus actividades con una cooperativa de agricultores, la Cooperativa de Productores de Algarrobo (COOPROALGA), que maneja una planta productora de trozos de yuca para la elaboración de alimentos para animales. Los 41 miembros de la cooperativa han recibido buena educación, relativamente hablando. Después de varios ensayos, se hicieron ajustes al proceso y los miembros seleccionados por el consejo administrativo de la cooperativa recibieron capacitación.

La planta tropezó pronto con problemas de abastecimiento de agua. El proyecto había planeado obtener agua de un pozo construido para dos poblados vecinos. Sin embargo, el alcalde no estuvo de acuerdo con esta iniciativa porque afirmaba que la capacidad del pozo era inadecuada. En consecuencia, el proyecto tuvo que construir pozos nuevos a 2 km de distancia. Pues bien, como no se habían incluido en el presupuesto ni la tubería adicional ni la bomba, se retrasó el

comienzo de la labor de procesamiento. La inversión financiera del proyecto en la planta piloto, excluyendo el costo del suministro de agua, ascendió a US\$48,179, repartidos así: US\$44,389 para infraestructura y equipo de procesamiento, y el resto para capital de trabajo.

La planta piloto tenía capacidad para producir 200 t de harina de yuca por año. En 1991 funcionó durante 9 meses, pero la producción era baja (43 t de trozos, con un factor de conversión de 2.92) por causa de averías del equipo, cortes de energía e insuficiente capital de trabajo. Los trozos se procesaron en un molino de trigo en Medellín, con una tasa de extracción de harina del 87%.

Se calculó la tasa de retorno financiera o TRF (ver explicación en la página 98) de la planta piloto para determinar su rentabilidad. Dado que el costo de oportunidad del capital en Colombia es actualmente de 22%, la TRF tendría que ser, como mínimo, del 30% para cubrir una inflación anual del 27%. Estudiando los datos de 1992, la TRF fue sólo del 19%. Un análisis adicional indicó que la TRF es muy sensible al uso de la capacidad de la planta, al precio de la materia prima, al factor de conversión, al consumo de carbón y al precio de venta. Sobre esta base, el proyecto desarrolló una estrategia que elevaba la TRF al 31%.

Durante la fase piloto, la calidad del producto presentó dificultades que no habían sido evidentes cuando se hicieron las pruebas del prototipo del equipo. El alto contenido de humedad de las raíces durante la época lluviosa reduce la calidad del producto. Otros factores que la afectan son la alta incidencia de bacteriosis, las infecciones fungosas y el ataque del comején. Algunas raíces están contaminadas con bacterias coliformes de origen fecal, dadas las deficientes condiciones sanitarias de las fincas pequeñas. El resultado final fue que la calidad de la harina de yuca no reunió las normas microbiológicas de la industria de productos alimenticios y tuvo que ser vendida a los fabricantes de alimentos para animales.

Al final de la fase piloto, el proyecto tenía dos opciones: vender los trozos a los molineros o subcontratar la molienda y vender la harina de yuca. Se eligió la segunda opción y el proyecto se concentró en Medellín, el mercado más grande y

promisorio, para promover mejor este producto. El molino de harina de trigo donde se molieron los trozos de yuca manifestó interés en promover la harina de yuca entre sus clientes.

### ***La fase comercial***

Para aumentar la participación de COOPROALGA en las operaciones de la planta, el proyecto puso al gerente de la cooperativa al frente de las dos plantas de procesamiento y estabilizó las posiciones de los operarios de la planta.

En 1992, el proyecto se concentró en el mejoramiento de la calidad microbiológica de su producto. Se mejoraron las condiciones sanitarias tratando el agua de lavado con hipoclorito de sodio, desinfectando las raíces, limpiando el equipo más a fondo, imponiendo normas exigentes de higiene entre los trabajadores y estableciendo especificaciones para la calidad de la materia prima. Con el fin de controlar la calidad física y bioquímica de la materia prima, se dieron incentivos a los operarios para que lavaran las raíces de manera adecuada, ajustaran la distancia entre los rodillos en la premolienda y midieran periódicamente el contenido de humedad de los trozos. Además, los trozos se estaban secando a temperaturas superiores a las requeridas y durante un tiempo más prolongado. Se hicieron varias modificaciones para reducir el tiempo de secado. Se agregó otro quemador y el área de secado se amplió para mejorar el flujo de aire. Como resultado de estas medidas, la harina de yuca se ajusta actualmente a las normas que rigen la harina de trigo.

Dado el costo alto de la molienda hecha en Medellín, se desarrolló en la Universidad del Valle un sistema a pequeña escala para moler y clasificar la harina, el cual se incorporó al proceso. En la actualidad, la cooperativa vende harina directamente a los compradores. El proyecto estableció un esquema flexible de precios para la harina de yuca, en el cual el precio variaba de 15% a 20% por debajo del de la harina de trigo, según la localidad y el tipo de cliente (por ejemplo, una panadería versus una compañía procesadora). Se preparó una lista de precios con descuentos por la compra inicial (5%), el pago en efectivo (1.5%) y las compras por volumen.

## ***Rumbo al futuro***

Durante gran parte de la duración del proyecto, la harina de yuca podía producirse a un precio competitivo: 72% del precio de la harina de trigo, asumiendo un margen de ganancia del 25% tanto para el cultivador de yuca como para el procesador. El futuro de este producto depende, en gran parte, de las políticas del gobierno, de la actitud del sector privado y de las tendencias de la producción de yuca.

El interés actual del gobierno en la política de liberalización del comercio ha perjudicado gravemente la capacidad de la harina de yuca para competir con la harina de trigo importada, cuyo precio ha descendido en términos reales durante los últimos 3 años. Esta política desfavorable ha sido reforzada por intereses velados de algunos sectores de la economía. A medida que el volumen y el precio del trigo importado disminuyen, los cultivadores de yuca tendrán que mejorar su tecnología de producción para mantener la competitividad de la harina de yuca.

Con el deseo de debatir estos aspectos, el proyecto creó un cuerpo consultivo con representantes de organizaciones públicas y privadas que tenían intereses directos o indirectos en el trigo, la yuca y el pan. Por lo regular, las organizaciones públicas responsables del desarrollo rural apoyaron el proyecto, mientras que el sector privado se mostró notoriamente cauteloso. Los industriales continúan ignorando la mayor parte de los usos no alimenticios de la harina de yuca, lo que hace difícil la expansión del mercado para este producto.

Aunque el futuro de la harina de yuca es incierto, hay algunos signos positivos. Por ejemplo, el gobierno colombiano desarrolló recientemente un plan integral para fomentar el cultivo de la yuca. Además, COOPROALGA está tomando diversas medidas para mejorar sus servicios a la comunidad local. Busca, por ejemplo, obtener mayor aceptación entre la comunidad, estimular la producción de yuca y ayudar a resolver las necesidades de la localidad en cuanto a servicios de acueducto, vivienda y educación.

Para que el personal de COOPROALGA administre por sus propios medios la operación de

procesamiento, necesita recibir más capacitación. Con este fin, el proyecto elaboró dos manuales de referencia para los gerentes de las plantas de harina de yuca. Las plantas procesadoras enfrentan otro reto: adquirir la capacidad técnica que les permita hacer la molienda final de la harina de yuca.

En Bolivia, Brasil, Ecuador y Perú se han lanzado proyectos similares al que aquí describimos. Por otra parte, el NRI está estudiando el potencial del mercado para harina de yuca en determinados países africanos. Un nuevo proyecto de investigación identificará las propiedades de la harina de yuca relacionadas con la calidad del producto final y con nuevos productos que la contengan.

## **Lecciones Aprendidas**

- Las variedades presentan diferencias significativas en su contenido de materia seca. Por ejemplo, la variedad Venezolana tiene alto contenido de materia seca, que la hace apta para la obtención de harina. Manihoica P-12, en cambio, tiene un contenido bajo de materia seca. Aunque los agricultores tienen la tendencia de sembrar más de una variedad de yuca en la misma parcela, se inclinan por esta última. El proyecto pagaba un precio especial por las raíces de alta calidad para motivar a los cultivadores a sembrar variedades de alto contenido de materia seca.
- La elección correcta del mercado más promisorio para un producto es crítica para que éste tenga éxito. Durante la fase de investigación, este proyecto consideró que los panificadores eran su principal mercado. Cuando ellos expresaron su inquietud acerca del efecto de la harina de yuca en la calidad del pan, el proyecto se reorientó, en la fase piloto, hacia otros alimentos, como las carnes procesadas y los bizcochos. Las propiedades funcionales de la harina de yuca le confieren características deseables a estos productos finales.
- En la fase piloto surgieron varios problemas técnicos que no fueron evidentes durante la prueba del prototipo del equipo de

procesamiento. Este hecho destaca la importancia de que haya una fase piloto antes de invertir excesivamente en el desarrollo comercial del producto.

- La competitividad de la harina de yuca está seriamente afectada por el precio de la materia prima. Una investigación sobre producción del cultivo —que lleve al aumento de la productividad y a la disminución de los costos— puede, con el tiempo, complementar proyectos sobre procesamiento en poscosecha y sobre mercadeo.
- Para penetrar un mercado acostumbrado a las materias primas convencionales ofreciendo un producto nuevo, como la harina de yuca, se necesita un conocimiento esmerado de las propiedades fisicoquímicas y funcionales del producto nuevo. Esta información es primordial para promover el producto entre los clientes.

## Fuentes

- CIAT, Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Universidad del Valle. 1988. The production and use of cassava flour for human consumption; final report, research phase. Working Document no. 66. CIAT, Cali, Colombia. 85 p.
- CIAT, Universidad del Valle y Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI). 1992. Producción y comercialización de harina de yuca para consumo humano. En: Ostertag, C. y Wheatley, C. (eds.). Informe final, fase de proyecto piloto. Vol. 1: Aspectos generales y resúmenes. CIAT, Cali, Colombia. 32 p.