

COLECCION HISTORICA

**Participación en forma participativa con los productores y procesadores el impacto de la materia prima disponible localmente sobre la calidad de expansión de los almidones agrios de yuca producidos**

Coordinador: Rupert Best (CIAT), Nadine Zakhia (CIRAD)  
Colaboradores: Freddy Alarcón, (CIAT), Carlos Chilito (CIAT)

102100

**1 INTRODUCCIÓN**

102100

El Departamento del Cauca es el principal productor de almidón agrio de yuca en Colombia; allí se procesa casi el 80% (12.000 ton/año) de la producción total del país. Este producto se obtiene por extracción húmeda del almidón de las raíces seguida por una fermentación natural y un secado al sol. Este procesamiento confiere al almidón agrio unas propiedades funcionales específicas que permitan la expansión de productos horneados sin el empleo de levaduras. Se utiliza como ingrediente en la preparación de varios alimentos y productos, en especial los de origen regional o típicos. Recientemente, el almidón agrio ha encontrado buena aceptación entre la industria alimenticia productora de 'snacks'. Tradicionalmente, la producción del almidón agrio era el resultado de una labor doméstica realizada por familias enteras en las áreas rurales, con equipos manuales rústicos de fabricación casera. Hace unos 25 años, se inició un proceso de desarrollo tecnológico del proceso para mejorar la eficiencia de producción y la calidad del producto.

Mediante diagnósticos participativos en diferentes zonas del Departamento del Cauca, se identificó como uno de los principales problemas de esta agroindustria rural la falta de variedades de yuca que supliera las necesidades de rendimiento, contenido de almidón y mejoramiento de la calidad de expansión del almidón agrio. Como respuesta, se desarrolló un proyecto de investigación participativa en el cual agricultores y procesadores de yuca han venido seleccionando las mejores variedades para la siembra en cada región y aptas para el procesamiento del almidón agrio.

Se seleccionaron tres zonas de trabajo correspondientes a diferentes alturas desde los 1000 msnm hasta los 1700 msnm. En cada zona, se conformaron grupos de agricultores y procesadores 'expertos' en el cultivo y en su procesamiento. Luego de la cosecha, estos grupos evaluaron, en forma participativa, las variedades tanto en los sitios de cultivo (según criterios agronómicos y rendimiento) como en las plantas de procesamiento (comportamiento durante el proceso y calidad del almidón agrio). Así, se ha podido llegar a identificar 9 variedades de yuca con características superiores a las variedades tradicionalmente sembradas.

Este trabajo ha sido innovativo en el sentido de involucrar por primera vez al comprador de yuca en el proceso de selección de variedades mejoradas, incorporando sus criterios de aceptación o rechazo en la evaluación. Esto ha tenido como consecuencia la unificación entre productores y procesadores de criterios de selección de variedades. Se espera que, en el futuro, esto redundara en tasas mas altas de adopción de nuevas variedades por su buena aceptación tanto entre los agricultores como los procesadores de yuca.

## 2 OBJETIVO

Evaluar en forma participativa con los productores y procesadores las variedades de yuca disponibles

## 3 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

El almidón agrio de yuca es un producto típico de América latina, producido principalmente en Colombia y en Brasil. En Colombia, se produce en pequeñas instalaciones llamadas rallanderías localizadas en los departamentos del Valle, Antioquia, Huila, Cundinamarca y Cauca. En el norte de este último departamento (a 1000-1600 metros del nivel del mar), se encuentran cerca de 200 rallanderías que producen de 6000 a 10000 toneladas por año de almidón agrio (Cabrera y Rico, 1990 ; Ruiz, 1988, 1991 ; Dufour, 1995). En Brasil, 20000 toneladas por año de almidón agrio son producidas en numerosas industrias rurales pequeña y algunas medianas y grandes localizadas principalmente en los estados de Minas Gerais, santa Catarina, Paraná y São Paulo (Cereda, 1991 ; Westby e Cereda, 1994).

El almidón agrio se obtiene mediante una fermentación natural y un secado al sol del almidón extraído de las raíces de yuca por vía húmeda. La fermentación y el secado solar inducen cambios fisico-químicos en el almidón de yuca y lo confieren características organolépticas (sabor, acidez) y funcionales específicas, particularmente un poder de expansión y aptitud a la panificación durante el horneado de una masa húmeda de almidón agrio. Por dichas propiedades, el almidón agrio se utiliza en la preparación de panes tradicionales tales como el "pandeyuca" o el "pan de bono" en Colombia y el "pão de queijo" en Brasil, así como en pasabocas (rosquillas, besitos, etc).

En el procesamiento de las raíces de yuca son lavadas, peladas y ralladas. Vía el colado (o el tamizado) de la masa rallada con exceso de agua, se obtiene la lechada que se deja sedimentar (en tanques o en canales). El almidón extraído se coloca en tanques para fermentar (15 a 25 días) y luego se seca al sol sobre pisos de concreto o tablas de guadua cubiertas con lonas de plástico negro (Alarcón, 1994c ; Zakhia *et al.*, 1996). Los residuos de la extracción del almidón de yuca, tales como el afrecho (o fibra) y mancha (capa de impurezas recogida en la parte superior de los tanques de sedimentación) se secan al sol y sirven tradicionalmente para alimentación animal. Las aguas residuales de la extracción del almidón, principalmente proveniente del lavado de las raíces y de la operación de colado constituyen una fuente importante de contaminación de los ríos y de polución del medio ambiente. 85% de los residuos de extracción del almidón de yuca son conducidos a los ríos y quebradas, 12% están utilizados como abono y 3% se tratan en un sistema de alcantarillado (Alazard, 1995 ; Mosquera *et al.*, 1996 ; Rojas *et al.*, 1996). Se nota que la misma agua contaminada de los ríos se reutiliza amenudo por los usos domésticos de los ralladeros.

Pocas rallanderas aplican un proceso completamente manual. 67.3% de las rallanderías tienen un nivel tecnológico intermedio (Gottret *et al.*, 1997) en el cual las operaciones de lavado, rallado y tamizado se realizan generalmente en forma mecánica.

Los factores que tienen una influencia sobre la calidad del almidón agrio son varios. Los principales son : la variedad y edad de yuca, la calidad del agua utilizada, el clima de la zona de producción, las etapas del proceso tales como el pelado cuidadoso de las raíces de yuca, la filtración de la lechada antes de la sedimentación, la fermentación (duración, temperatura, bacterias lácticas involucradas) y el tipo de secado.

La variedad de yuca así como la época del año para cosechar y procesar tienen una influencia sobre el rendimiento de almidón agrio.

## **4 METODOLOGÍA**

Se han seleccionado 4 grupos de evaluación, dos de solo productores de yuca, uno de solo procesadores de almidón y un grupo de productores que a la vez son también procesadores. Cada grupo de agricultores expertos en el cultivo y el procesamiento de la yuca evaluó cada parcela y le dio un orden de preferencia de acuerdo a sus criterios:

Se seleccionaron tres zonas de trabajo, una zona alta, zona media y zona baja, en estas tres zonas se tienen cultivadas unas variedades de yuca, para hacer evaluadas cuando cumplan su periodo vegetativo correspondiente a su región, igualmente se seleccionaron tres zonas de trabajo con ralladeros y productores de yuca, estas regiones corresponden casi que en la misma forma para los cultivos así:

Zona alta: comprende una altura desde 1400 a 1700 msnm, se encuentran ensayos de cultivo en Cajibío, Cauca y rallanderías de Morales y Cajibío.

Zona Media: Desde una altura de 1100 a 1400 msnm, se encuentran ensayos en Mondomo y las rallanderías de La Agustina.

Zona Baja: Desde una altura de 800 a 1100 msnm, en Santander de Quilichao.

Cuando se hace una cosecha en una de estas zonas, se realiza en el campo la evaluación participativa con los productores y los procesadores, ellos seleccionan las mejores variedades de cada ensayo y luego estas raíces cosechadas son transportadas a cada zona donde se ha seleccionado una rallandería por cada zona y se procesan las variedades de yuca, realizando otra evaluación participativa durante el procesamiento, luego del proceso se dejan fermentar y posteriormente se hace otra evaluación participativa en la calidad de los almidones, esto se realiza de igual forma cada que hay una cosecha de las diferentes zonas.

### **4.1 Inducción y capacitación.**

Se realizó un curso sobre la evaluación participativa de 2 días para todos los miembros del proyecto donde participaron CIAT, UNIVALLE, CETEC, COAPRACAUCA el curso se realizó con la presencia de agricultores del Cauca para evaluar unas variedades de yuca en los cultivos del CIAT.

Posteriormente dos miembros del proyecto (Freddy Alarcón y Carlos Chilito), recibieron una capacitación en Villa de Leyva, sobre investigación participativa, el curso tuvo una duración de 3 semanas en el mes de Julio de 1998. Este curso es básico para poder implementar los ensayos con los agricultores.

### **4.2 Selección de grupos**

Se hicieron invitaciones para productores de yuca y ralladeros de las tres zonas seleccionadas, en esta reunión se explicó el proyecto general y el objetivo de esta reunión

que era invitarlos a participar de una evaluación participativa de variedades de yuca, las personas que asistieron manifestaron su interés en estos ensayos. En común acuerdo con los participantes, se definieron las siguientes zonas para la realización de los ensayos de rallanderías.

#### **4.3 Sitios de ensayo**

##### **Zona baja:**

Comprende la zona desde Santander de Quilichao hasta la zona de Mandivá, asistieron de esta región 10 personas, quienes conformaron el grupo de colaboración para los ensayos de procesamiento. La rallandería seleccionada fue la de **Dominguillo**.

##### **Zona Media:**

Comprende desde Mandivá hasta Pescador, asistieron de esta región 7 personas, quienes conformaron el grupo de colaboración para los ensayos de procesamiento. La rallandería seleccionada para hacer el ensayo de procesamiento fue en la **La Agustina**.

##### **Zona Alta:**

Comprende desde pescador hasta Morales y Cajibío, asistieron de esta región 12 personas, quienes conformaron el grupo de colaboración para los ensayos de procesamiento. Aunque no se encontró una rallandería disponible para hacer los ensayos de procesamiento, se llevaron los tubos con los almidones para fermentar en **Morales**.

#### **4.4 Diseño experimental**

Para el análisis de los datos era necesario diseñar una metodología para el montaje de los ensayos, de acuerdo a un análisis previo de la cantidad de información que iba a surgir, se ha creado el sistema de muestreo con tres repeticiones en cada zona.

Se haría la evaluación participativa con las variedades que se tuvieran en cada sitio de cultivo, de esa primera selección participativa, solo se dejarían las mejores 5 variedades. Luego estas variedades se procesarían en las tres zonas de procesamiento con tres repeticiones por zona y posteriormente se haría lo mismo en las demás zonas de cultivo.

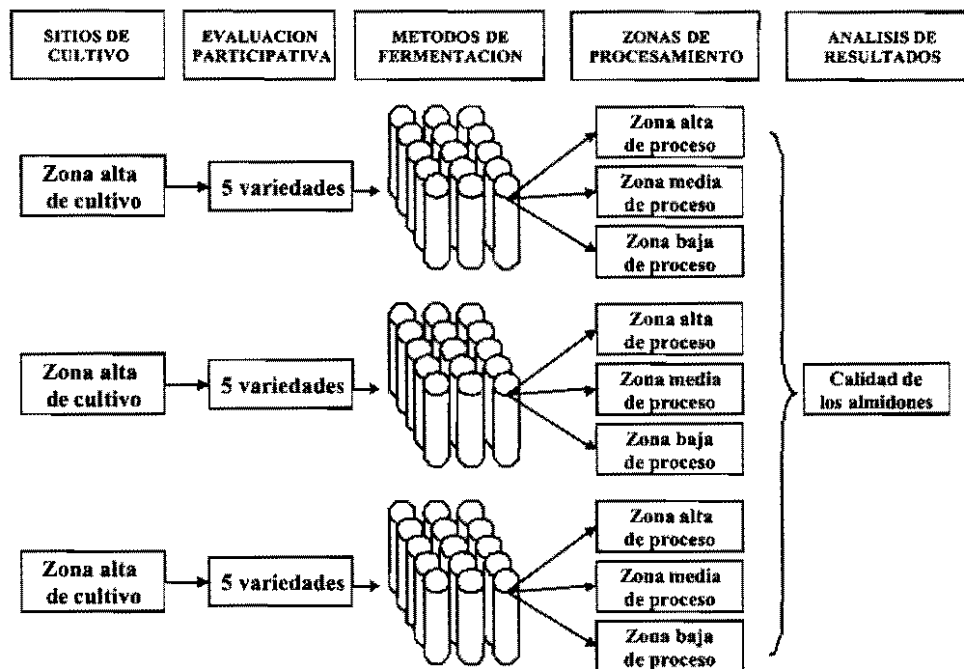


Figura 1: Diseño experimental de la evaluación participativa y el modelo de toma de datos.

Después del procesamiento, la fermentación y el secado del almidón, las muestras son analizadas estadísticamente para conocer la influencia de la materia prima sobre la calidad de los almidones fermentados.

#### 4.5 Evaluación participativa de las variedades en el campo

##### ENSAYO Cajibío / Cauca / Zona alta

Cajibío es un municipio ubicado hacia el centro del departamento del Cauca, a una altura sobre el nivel del mar de 1700 metros, con una temperatura promedio de unos 17°C y una precipitación aproximada de 2500 mm/año; topografía ligeramente ondulada; suelos sueltos ácidos infértiles, con una fijación de fósforo y fácil degradación por erosión.

El ensayo se localizó en una finca de Cajibío. La preparación del terreno se hizo con tractor, adecuando caballones en forme de curvas de nivel. Previamente para el encalamiento se habían aplicado e incorporado 500 kg/ha de Cal dolomítica. El abonamiento se hizo con 500 kg/ha de 10-20-20, aplicando en bandas laterales 1 mes después de siembra. Durante el ciclo del cultivo se aplicó herbicida en forma premergente. Posteriormente se hizo una desyerba manual y varios controles pos-emergentes con Roundup.

El ensayo consistió de 29 clones experimentales y 6 testigos sembrados en parcelas de 25 plantas con 2 repeticiones en bloques al azar. La distancia de siembra utilizada fue de 1.1 m entre caballones por 0.9 m entre plantas.

El promedio general de producción de raíces del ensayo fue 25.3 ton/ha con 34.2% de materia seca. Los materiales mas sobresalientes fueron:

### Zona Alta, Cajibío

Tabla 1: Evaluación agronómica de cosecha ensayo CAJIBIO. Cauca

Clones	Rendimiento (ton/ha)	Materia seca (%)	Rendim m.seca ton/ha
SM 1498-4	39.5	36.5	14.4
SM 1835-15	38.5	35.5	13.6
SM 1834-20	39.2	34.2	13.4
CM 7595-1	34.2	37.2	12.7
SM 1833-5	33.3	35.3	11.75
SM 1495-5	33.6	33.8	11.35
CM 8296-4	30.5	36.4	11.10

Tabla 2: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en Cajibío, Cauca.

Numero	Tecnología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
71	CM 7138-6	82	103	78
103	CM 7438-4	75	75	103
84	CM 7595-1	78	78	91
78	SM 1498-4	71	82	82
91	SM 1833-5	76	84	84
76	SM 1834-20	103	71	76
75	SM 1835-15	84	76	81
82	SM 1846-12	91	81	75
81	SM 524-1	81	91	71

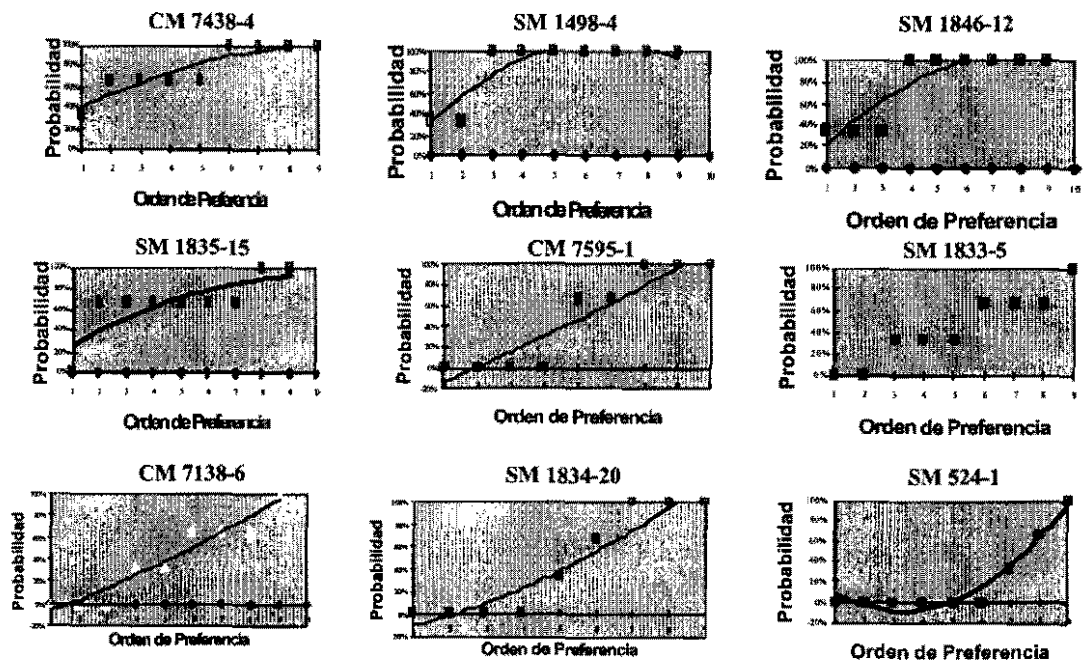
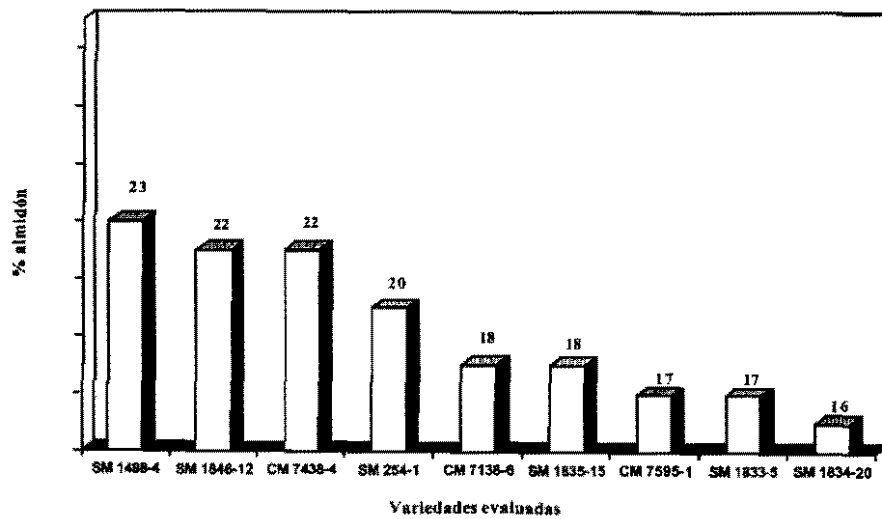
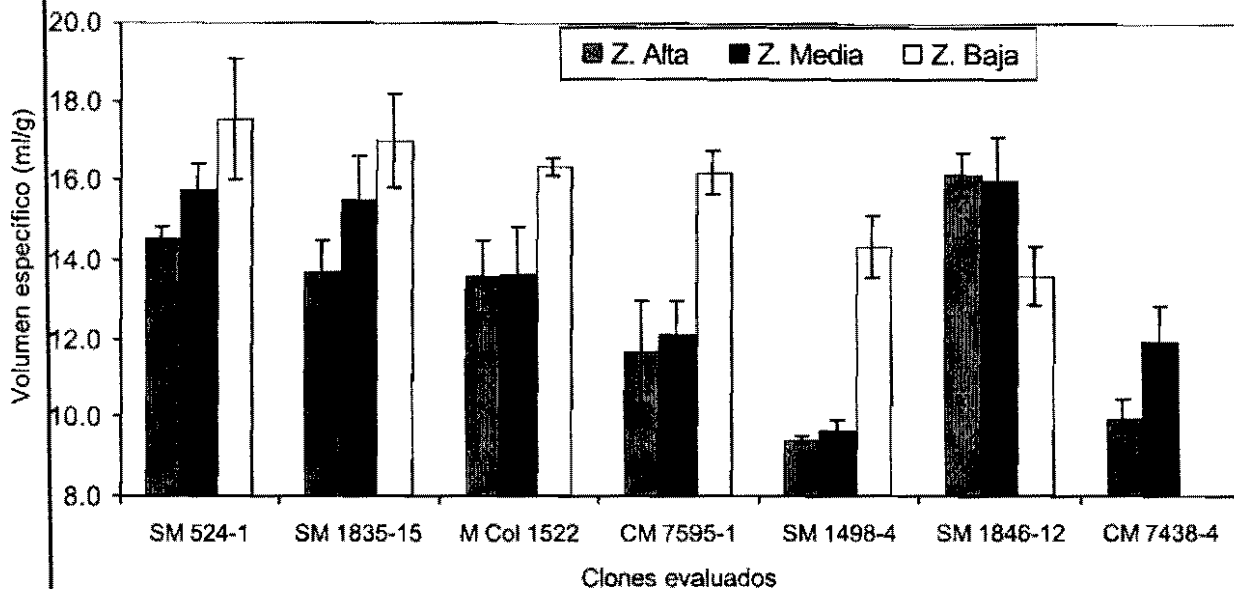


Figura 2: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en Cajibío

**Rendimiento de almidón**  
**Variedades evaluadas con investigación participativa**  
**Cajibío-Cauca**



## Cajibío



Calidad de los almidones fermentados en las diferentes zonas del Cauca, ensayo Cajibío, Cauca

### 4.6 Zona Media

#### ENSAYO / El Turco / Zona media

El turco es una vereda perteneciente al municipio de Santander de Quilichao, localizada en las estribaciones de la cordillera central, a una altura sobre el nivel del mar de 1300 metros, topografía ondulada, con suelos ácidos infértiles y donde la yuca es un cultivo principal con fines de producción de almidón.

La parcela fue sembrada en Mayo 23 del 97 y cosechada el 28 de Julio del 98, el ensayo consistió del clon regional Algodona como testigo y de 8 genotipos promisorios de yuca.

Con 14 meses de edad, la preparación del terreno se hizo con bueyes. Para el encalamiento se aplicaron 500 Kg/ha de cal dolomítica y para el abonamiento se aplicaron 300Kg/ha de 10-20-20 en bandas al momento de la siembra. La siembra se hizo en forma vertical sobre la cresta del caballon a una distancia de 0.8 m entre plantas y 1.0 m entre surcos.



Tabla 3: Evaluación agronómica de cosecha ensayo GY9759- El Turco, Cauca.

Clon	Rendim p.fresco ton/ha	Materia Seca (%)	Rendim m.seca ton/ha
M Col 1522 (Algodona)	21.8	28.5	6.2
M Bra 383	20.1	40.6	8.1
CG 402-11	42.5	26.7	11.3
CM 7190-2	10.8	34.0	3.6
CM 7785-1	10.9	36.5	3.9
SM 524-1	22.6	40.0	9.0
SM 850-1	11.3	35.4	4.0
SM 857-9	10.5	35.9	3.7
SM 1053-23	16.3	33.1	5.3

Solo se seleccionaron 5 variedades para el ensayo de procesamiento las demás variedades se descartaron.

Tabla 4: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en el Turco, Cauca.

Orden de preferencia	Concenso de todos los grupos (Variedades)
1	M BRA 383
2	SM 524-1
3	CM 7785-1
4	M Col 1522 (Algodona)
5	CG 402-11

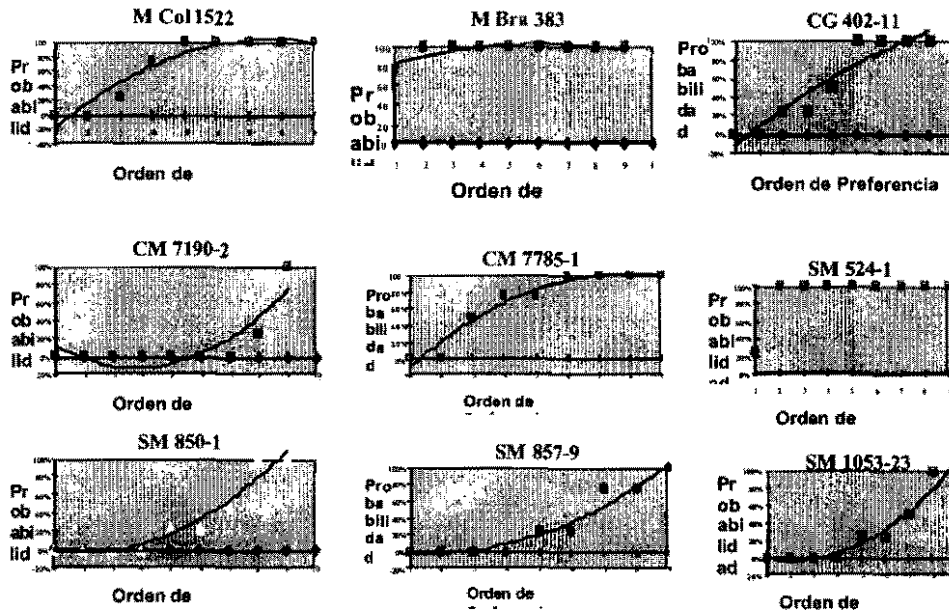
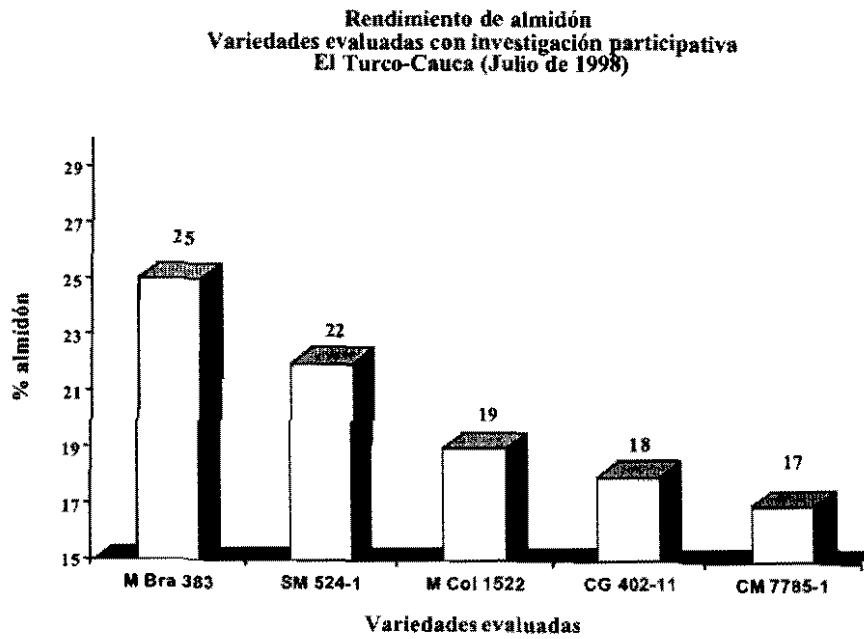
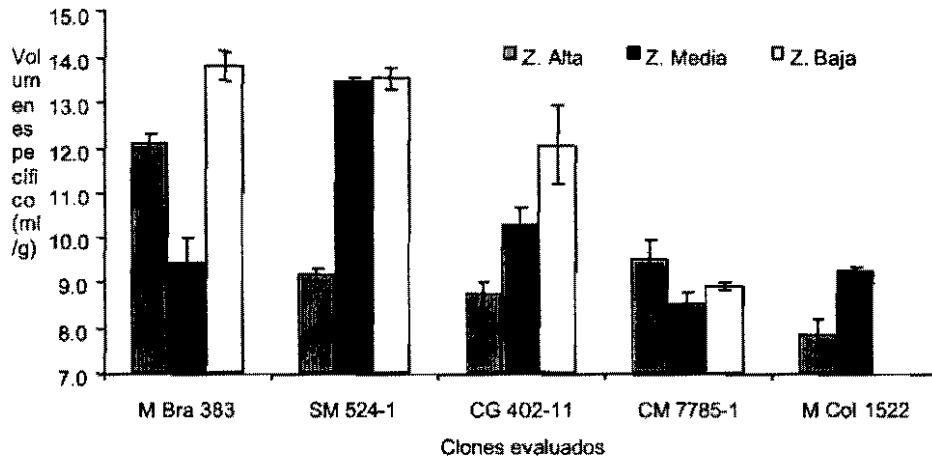


Figura 3: Orden de preferencia de las variedades seleccionadas en el Turco, Cauca.



### El turco



Calidad de los almidones fermentados en las diferentes zonas del Cauca, ensayo el Turco, Cauca.

#### ENSAYO /Palermo / Zona media

Palermo Es una vereda perteneciente al municipio de Caldono, localizada en la cordillera central a una altura sobre el nivel del mar de 1500 metros, Topografía ondulada y suelos ácidos infértiles pero de buenas propiedades físicas. Con una precipitación promedio de 1600 a 1800 mm. año

El ensayo fue manejado por un grupo de 21 agricultores, entre los que habían 8 mujeres. Volviéndose a detallar que la variedad testigo es la algodón. Para la siembra, la cual se hizo en la finca El Eden localizada en la vereda de Palermo. La preparación del terreno se hizo con bueyes, con surcos orientados en curvas de nivel.

La encalada y abonada se hizo respectivamente con 500 kg/ha de cal dolomítica y 3 ton/ha de gallinaza. La cosecha se hizo a los 15 meses.

Tabla 5: Evaluación agronómica de cosecha ensayo Palermo. Cauca

	Rendim	Materia	Rendim
--	--------	---------	--------

Clon	p.fresco ton/ha	Seca (%)	m.seca ton/ha
M Col 2261	20.0	34.4	6.8
CG 402-11	38.3	34.8	13.3
M Bra 383	36.6	39.7	14.5
SM 524-1	40.2	36.1	14.5
M Col 1522	16.5	34.2	5.64

Tabla 6: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en Palermo, Cauca

Orden de preferencia	Concenso de todos los grupos (Variedades)
1	M COL 2261
2	CG 402-11
3	M Bra 383
4	SM 524-1
5	Mcol 1522

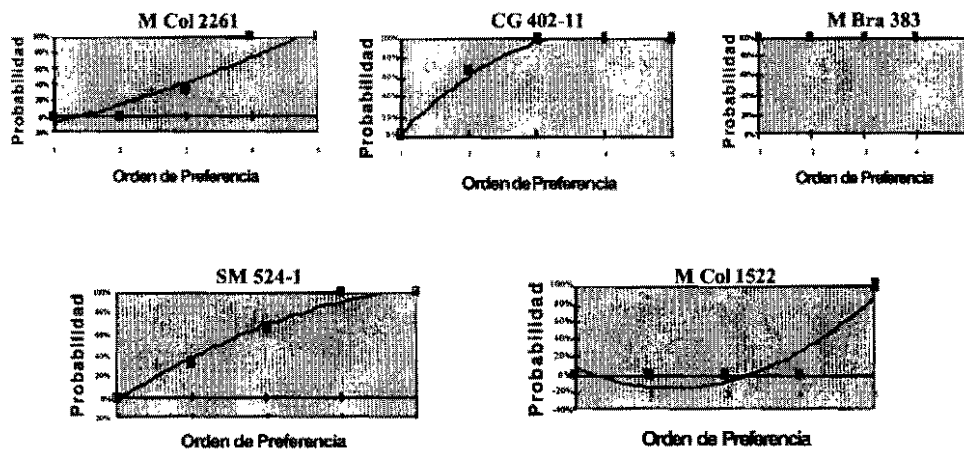
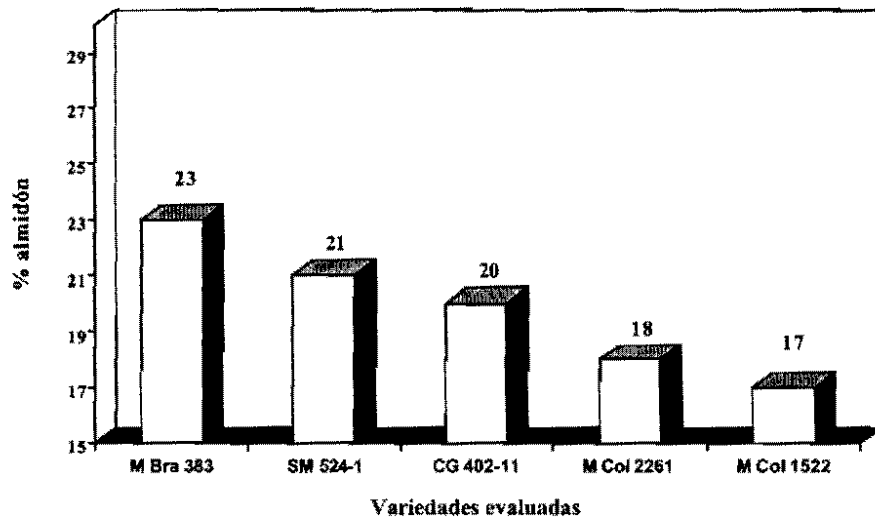
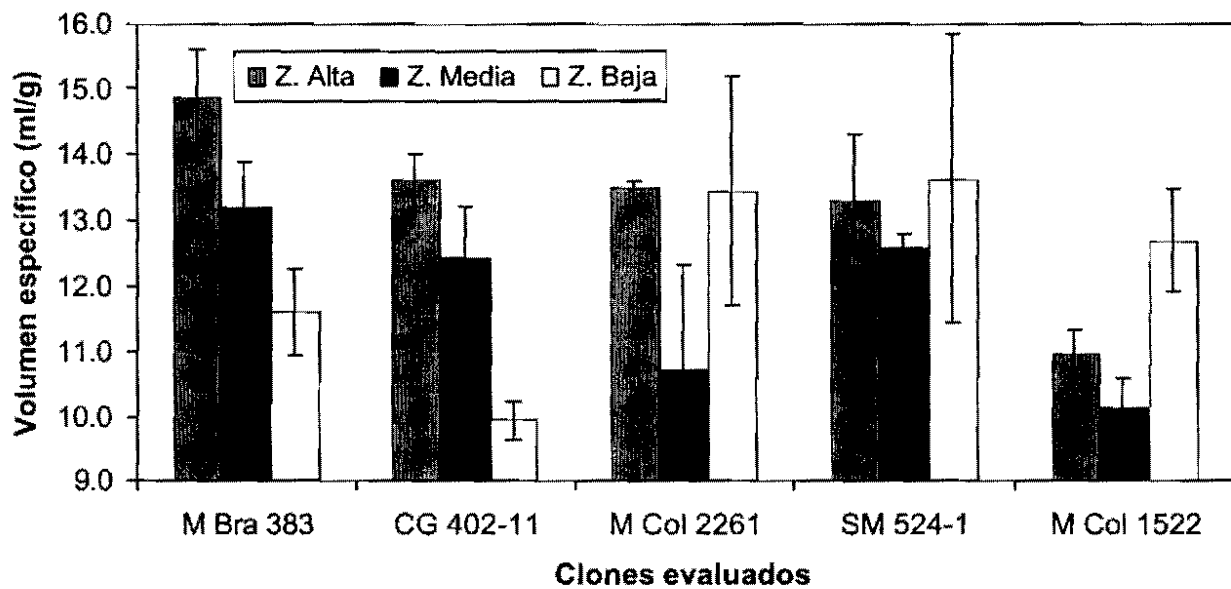


Figura 4: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en Palermo, Cauca

**Rendimiento de almidón**  
**Variedades evaluadas con investigación participativa**  
**Palermo-Cauca**



**Palermo**



Calidad de los almidones fermentados en las diferentes zonas del Cauca, ensayo Palermo, Cauca

## ENSAYO /Marilopez / Zona baja

Marilopez es una importante zona productora de yuca, caracterizada por topografía ondulada, altitud variable (desde 1100 m.s.n.m. en adelante), suelos ácidos infértiles y donde los agricultores por marginamiento y extremada pobreza utilizan pocos insumos.

El ensayo se sembró en la finca de un grupo de agricultores activos y laboriosos, localizada a 1200 m.s.n.m. Se seleccionó un terreno poco trabajado, con una pendiente moderada y de buenas propiedades físicas. La preparación del terreno se hizo en labranza mínima, utilizando el sistema de cajuelas orientadas por una pita. Se aplicó el equivalente a 500 kg/ha de cal dolomítica y aproximadamente 3 ton/ha de gallinaza colocada en forma localizada.

El ensayo consistió de 5 clones: 4 clones experimentales y una variedad local como testigo, correspondiente a la Venenosa, denominada así por su sabor amargo.

Tabla 7: Evaluación agronómica de cosecha ensayo Marilopez. Cauca.

Clon	Rendim p.fresco ton/ha	Materia Seca (%)	Rendim m.seca ton/ha
M Per 183	55.0	34.7	19.0
CM 523-7	43.0	41.6	17.8
CM 6740-7	46.1	36.9	17.0
M Bra 383	36.1	39.7	14.3
Regional Venenosa	33.5	37.7	12.6

Tabla 8: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en Marylopez. Cauca.

Orden de preferencia	Concenso de todos los grupos (Variedades)
1	M PER 183
2	CM 523-7
3	CM 6740-7
4	M Bra 383
5	Regional Venenosa

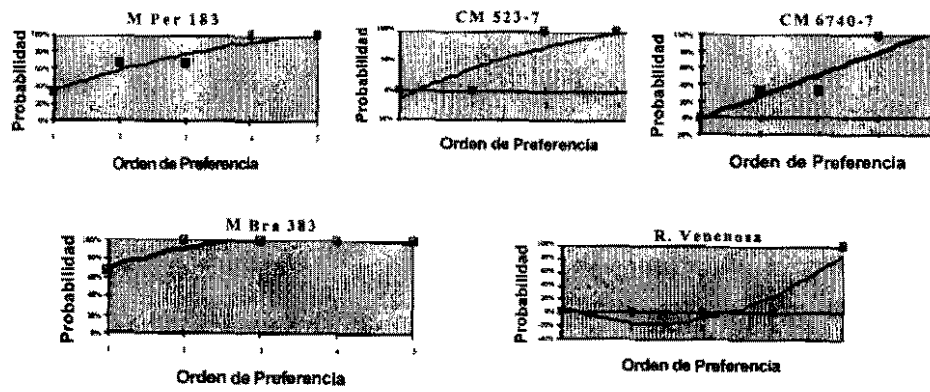
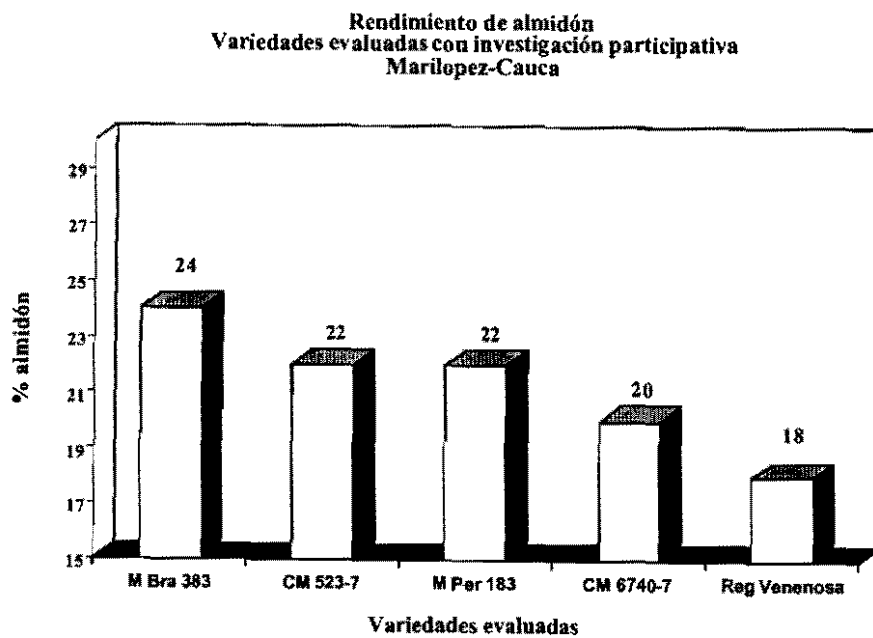
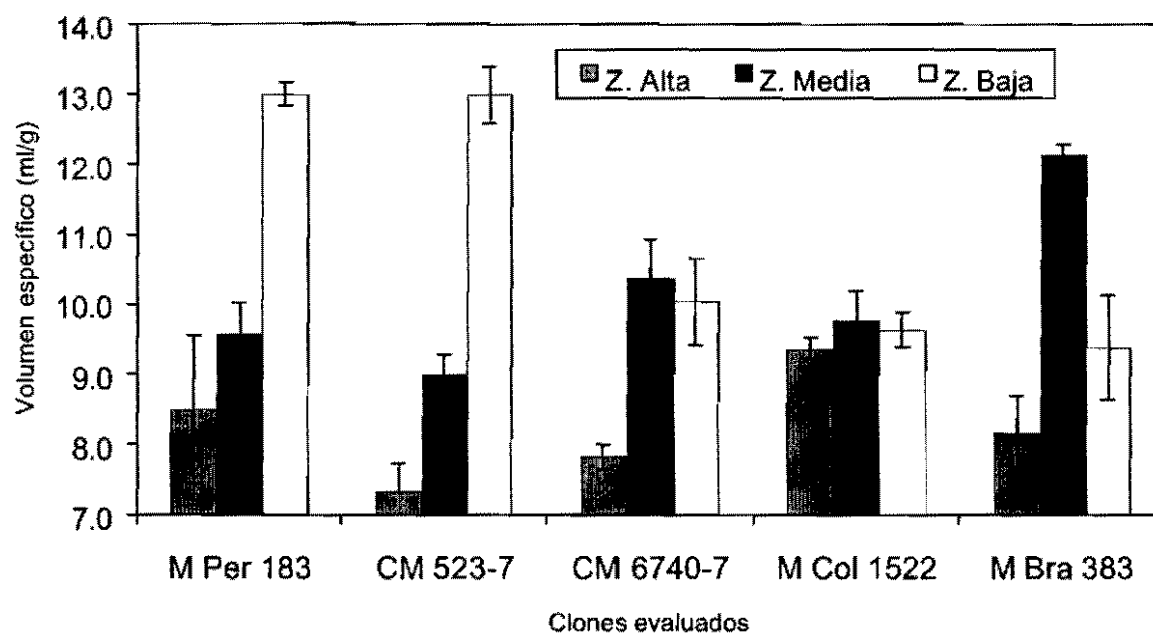


Figura 5: Orden de preferencia de las variedades evaluadas en Marylopez, Cauca.



### Marylopez



Calidad de los almidones fermentados en diferentes zonas del Cauca, ensayo Marylopez, Cauca

Tabla 9: Criterios de evaluación de aceptación y porcentaje de preferencia de las variedades seleccionadas.

Criterios de selección	Evaluaciones participativas			
	Cajibío	El Turco	Palermo	Marilopez
	Frecuencia (%)			
	Aceptación			
Producción de raíces	20	13	11	16
Contenido de almidón	20	13	17	16
Contenido de agua	16	9	11	16
Aspecto de la raíz	12	13	17	16
Calidad de semilla	12	13	22	16
Calidad culinaria	8	6	0	13
Facilidad de cosecha	4	9	6	6
Color de la cascara	4	9	0	0
Altura planta	4	9	6	0
Resistencia a plagas	0	0	0	3
Pudrición de las raíces	0	0	0	0
Periodos de cosecha	0	0	0	0
Cantidad de follaje	0	6	11	0
Grosor de la cascara	0	0	0	0



Tabla 10: Criterios de evaluación de rechazo y porcentaje de preferencia de las variedades seleccionadas.

Criterios de selección	Evaluaciones participativas			
	Cajibío	El Turco	Palermo	Marilopez
	Rechazo			
	Frecuencia (%)			
Producción de raíces	20	24	17	20
Calidad de semilla	27	10	17	0
Grosor de la cascara	20	0	0	0
Contenido de almidón	13	14	17	13
Calidad culinaria	7	10	0	20
Resistencia a plagas	7	5	0	13
Altura planta	7	5	6	0
Periodos de cosecha	0	10	0	27
Facilidad de cosecha	0	0	11	7
Contenido de agua	0	10	17	0
Aspecto de la raíz	0	10	17	0
Pudrición de las raíces	0	5	0	0
Color de la cascara	0	0	0	0
Cantidad de follaje	0	0	0	0

## 5. Conclusiones

- Se pudo comprobar que la influencia de la materia prima sobre la calidad de los almidones es sin duda lo más importante para garantizar un producto de buena calidad.
- Para los productores y procesadores de yuca no interesa mucho una variedad con alto rendimiento por ha, si esta variedad no da muy buena calidad del almidón fermentado.
- Algunas variedades como la M Col 1522 (Algodona), no se pueden cultivar en zonas mas bajas de los 1400 msnm, en tiempos de cultivo cortos (12 meses), deben ser cultivadas en zonas altas y periodos de cultivo superiores a los 18 meses.
- No se recomienda cultivar variedades de zona alta en zona plana y de zona plana a zona alta, existen algunas variedades que se encuentran en el intermedio y con las cuales si se puede tratar de estar en las dos zonas.
- Con la evaluación participativa se pudo lograr el interés de los agricultores en la investigación aplicada en su propio sitio de trabajo.
- Se logró en menor tiempo la aceptación de variedades de yuca, que no se habían podido introducir en 10 años de trabajo.
- Se ha comprobado con los mismos agricultores que el cultivar la yuca con la tecnología de ellos mismos, se obtienen mejores resultados.

- Algunos de los ensayos realizados como el del Turco, donde solo se obtuvo una variedad muy buena, su causa es debido al corto tiempo que se han dejado estas plantas para su buen desarrollo.
- Algunos de los almidones que dieron baja calidad en expansión, comparados con su repetición en la misma finca, nos muestra que hubo problemas con el secado debido a que estos almidones no se secaron muy bien y esto baja notablemente la calidad de los almidones.
- Se observó que las variedades cultivadas en zona alta como Cajibío, dan muy buenos resultados en todas las zonas donde fueron procesadas y fermentadas.
- Se ha comprobado que la influencia del sitio de proceso no es tan importante como la procedencia de la variedad de yuca.
- Los resultados de calidad de los almidones obtenidos en el laboratorio son iguales a los parámetros de calidad dados por los agricultores por medio de la evaluación participativa.