

18931

24606 - 24609

4 analiticos

51767



CENTRO DE INVESTIGACIONES TURIPANÁ, CERETÉ



17 MAR. 1999

COINVERSIÓN DEL
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE

**RESULTADOS
DE LA
INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
EN LA
REGIÓN CARIBE**

(Agroforestería, arroz, maíz, ñame y batata)

© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria,
Corpoica Regional 2.

© Servicio Nacional de Aprendizaje, Sena.

EDICIÓN Y COMPILACIÓN
Beatriz Escobar González
Directora Regional 2 - Montería

Sony Reza García
Directora C I. Turipaná

PRODUCCIÓN EDITORIAL
Fotomecánica, impresión y encuadernación

**PRODUMEDIOS**
Productos editoriales y audiovisuales

Tel: 288 5338, Bogotá, DC.

Diseño: *Dannhte*

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

INTRODUCCIÓN

El novedoso modelo propuesto para hacer investigación agropecuaria en el país despertó, desde el momento de su creación, innumerables expectativas en las comunidades científicas tanto de Colombia, como del resto de América Latina. Siempre hemos tenido muy claro que el reto de CORPOICA radica de forma permanente, en colmar esas expectativas traduciéndolas en un mejoramiento sustancial de la calidad de vida de nuestros pueblos de hoy y del mañana.

De igual manera comprendimos que, sólo mediante la aplicación rigurosa de los principios en los cuales fundamentarán la génesis de la institución, así como de los objetivos diseñados para su cabal desarrollo, podríamos promover sistemas de producción con alta capacidad de conservación ambiental y garantizar procesos equitativos que le facilitarán, a todos los actores de la producción, el acceso al cambio tecnológico propuesto.

En consideración entonces a todas las premisas anteriores, observará el lector que los resultados de los trabajos aquí presentados muestran claramente en su estructura y ejecución, el ejercicio multidisciplinario de los investigadores, el enfoque integral para la solución de los problemas planteados, una construcción mucho más realista de las respuestas institucionales a las demandas de los productores de la región y una directa incorporación de los productores a los procesos de la investigación.

Con estos proyectos, tenemos la certeza de estar transitando el camino inicialmente trazado para la Corporación y la satisfacción intelectual de ir obteniendo logros en su recorrido. Persistir en ello nos permitirá fortalecer a la entidad y contribuir al desarrollo agropecuario del caribe colombiano.

BEATRIZ ESCOBAR GONZÁLEZ

Directora Ejecutiva
CORPOICA - REGIONAL 2

Contenido

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN LA REGIÓN CARIBE

AGROFORESTERÍA

**Factibilidad biológica y económica para producir yuca intercalada con maíz,
y caupí en callejones de ceiba roja (*Bombacopsis quinata*)**

Antonio José López M., Yasmín Socorro Cajas G.

9

ARROZ

**Preparación de suelos y adecuación predial para el cultivo de arroz seco en
La Mojana**

*Carlos Sánchez, Clodoaldo Arrieta, Margarita Ramírez, Virginia Montiel,
Rodrigo Garcés, Benjamín Rivera, Mauro Palacio, Julio Benavidez.*

25

**Abonos verdes: alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos
arroceros de La Mojana**

*Carlos Sánchez, Margarita Ramírez, Benjamín Rivera, Rodrigo Garcés,
Virginia Montiel, Gloria Corredor.*

33

MAÍZ

Evaluación de híbridos experimentales de maíz para la Costa Atlántica colombiana

R. Urrea, A. Navas, S. Mejía y J. G. Ospina.

43

ÑAME

Descripción de aspectos productivos, de poscosecha y de comercialización del ñame en Córdoba, Sucre y Bolívar

Carlos Sánchez Vesga, Lilian del Pilar Hernández Vásquez.

53

BATATA

Caracterización morfológica de 52 introducciones de la colección nacional de batata (*Ipomoea batatas* (L.) lam.) en la Región Caribe colombiana

Rafael Gutiérrez, Wilson Arrieta y Antonio López M.

69

AGROFORESTERÍA

Factibilidad biológica y económica para producir yuca intercalada con maíz y caupí en callejones de ceiba roja (*Bombacopsis quinata*)

Antonio José López M.^{antes}
Yasmín Socorro Cajas G.¹¹⁰¹

RESUMEN

Para conocer la factibilidad biológica y económica de arreglos de cultivo en los callejones de ceiba toluá (*Bombacopsis quinata*), se realizaron dos experimentos combinando arreglos de yuca con maíz y yuca con caupí (*Vigna unguiculata*). Se obtuvo la mejor combinación de genotipos para cada arreglo y a la vez se conoció su efecto sobre el crecimiento, volumen y peso de la madera producida por la ceiba. El caupí intercalado en monocultivo en los callejones de la ceiba fue el tratamiento que más favoreció la producción de madera en la ceiba. El maíz en intercalamiento redujo la capacidad extractora de K de la yuca. En los dos ciclos, los mayores beneficios netos siempre se obtuvieron en las combinaciones de yuca con caupí. El maíz en monocultivo en los callejones de la ceiba superó en 100% al intercalamiento yuca//maíz en la extracción de NPK. Esto podría indicar una de las razones por las que la mayoría de los productores de la región utiliza dicho arreglo. El maíz monocultivo también presentó los mayores costos variables por tonelada de producto, lo que le resta competitividad ante los arreglos y la yuca monocultivo que presentaron menores CV y menor extracción de NPK.

INTRODUCCIÓN

En la Región Caribe colombiana se siembran aproximadamente 52.483 hectáreas del arreglo yuca intercalada con maíz, 3.000 hectáreas del arreglo maíz asociado con flame, 3.672 hectáreas del arreglo maíz intercalado con millo, y 4.704 hectáreas del arreglo yuca intercalada con maíz, intercalada con millo y guandul (CORPOICA, 1995). En general se utilizan genotipos tradicionales en combinaciones que han sido experimentadas por los productores; sin embargo, la habilidad de asociación e intercalamiento de éstos, no ha sido estudiada y analizada ni en arreglos de cultivo ni mucho menos en arreglos agroforestales en la región.

Al respecto, Leihner (1983) recomienda seleccionar los genotipos para asociar con yuca, de acuerdo con la duración del ciclo vegetativo, hábito de cre-

cimiento y destino de la producción, con ciclos vegetativos menores de 100 días; aspectos como el efecto conjunto de las dos especies sobre el suelo, las malezas, las plagas y beneficios netos, no son considerados en la recomendación. Basado en conceptos desarrollados por Harper (1961, 1964) y expandidos por Muller (1969), cuando dos especies se combinan en un espacio, la interferencia puede ser clasificada en reacciones de remoción de factores de una planta sobre su ambiente y reacciones aditivas cuando algún factor es adicionado. Cuando un factor es removido del ambiente, la respuesta de una especie vecina puede ser negativa, positiva o neutral. Cuando algún factor es aditivo al ambiente con el mismo rango de respuestas, se pueden obtener reacciones como alelopatía o simbiosis. Esto implica, por tanto, conocer diferentes aspectos de la competencia entre especies asociadas para producción comercial.

1 Investigadores programa regional de investigación en sistemas de producción, CORPOICA, Regional 2, apartado aéreo 602-603, Montería, Córdoba. Colombia. E-mail: corpoic@amontería.cetcol.net.co.

Uno de los conceptos más utilizados para definir la mejor combinación de especies es el uso eficiente de la tierra (UET), que junto con otros índices miden en términos de rendimiento físico la eficiencia de producir en un área determinada, sin tener en cuenta factores que afectan la sostenibilidad y competitividad del rendimiento.

La remoción de nutrientes del suelo por el arreglo yuca//maíz fue estudiado por CIAT (1992) en la Región Caribe colombiana; la yuca en unicultivo removió más nutrientes que el arreglo yuca//maíz. No hubo influencia del tipo de maíz (tradicional o mejorado) en la remoción de nutrientes. El maíz intercalado siempre extrajo pequeñas cantidades de nutrientes en comparación con el maíz sembrado en unicultivo. Al comparar las variedades de yuca Venezolana, ICA-Costeña (CG 1141-1) e ICA-Negrita (CM 3306-4), los rendimientos de la yuca fueron reducidos por la competencia del maíz y la yuca Venezolana demostró mejor capacidad para competir con el maíz; sin embargo, su bajo rendimiento indicó que esta variedad es mantenida por otras características distintas a su habilidad de asociación.

Los estudios realizados con maíz y yuca en sistemas agroforestales, se relacionan principalmente con la utilización de árboles leguminosos utilizados como mulch y fijadores de nitrógeno. Atta-Krah (1990), al comparar el sistema de cultivo continuo de maíz con el de maíz en callejones de *Lecucaena leucocephala* encontró que al final del cuarto año el carbono orgánico y el nitrógeno total del suelo en cultivo convencional fueron inferiores a los mismos bajo cultivo en callejones. Las cosechas siempre fueron mayores para el maíz en callejones que en el cultivo tradicional.

En arreglos agroforestales con maderables, los estudios de arreglos de maíz con yuca y caupí son relativamente pocos; Ghosh *et al.* (1987), evaluaron arreglos de yuca con maní, y yuca con caupí bajo plantaciones establecidas de cocotero, banano, *Eucaliptus* y *Leucaena*. La asociación de yuca con otros cultivos favoreció el crecimiento del eucalipto a los seis meses y lo redujo a los 30 meses. Durante los primeros 12 meses, la yuca afectó adversamente el crecimiento de la leucaena. Así mismo, la asociación con yuca disminuyó la expansión lateral de las raíces tanto del eucalipto como de la leucaena. Estas dos especies tuvieron efectos adversos sobre el rendimiento de la yuca. De todos los cultivos de estrato bajo, el caupí pareció ser el mejor y produjo efectos menos adversos en la producción de yuca. En relación con la fertilidad del suelo, el contenido

de carbono orgánico aumentó con la yuca como monocultivo individual o junto con especies perennes y tendió a declinar cuando se cultivaron especies perennes solas, especialmente con eucalipto. Finalmente, el análisis económico indicó que la yuca tanto en monocultivo individual como en asociación con maní y caupí, proporcionó las ganancias más altas. No se presentan alternativas para seleccionar la mejor combinación de especies Akachuku (1985) al analizar la relación costo/beneficio de la madera y los componentes de un sistema agroforestal con *Gmelina arborea* en Nigeria, concluyó que intercalar plántulas del maderable *Gmelina*, en los cultivos de yuca//maíz, ñame y maíz, es un medio para maximizar el ingreso de una parcela. El sistema produce alimentos y madera y restablece el suelo. En la literatura revisada, no se encontraron referencias de estudios en sistemas agroforestales incluyendo la ceiba roja o ceiba tolúa (*Bombacopsis quinatum*).

La investigación agronómica de cultivos asociados es relativamente reciente y la metodología estadística para presentar, analizar e interpretar los datos no es específica, pues, la mayoría de análisis se efectúan con técnicas desarrolladas para cultivos individuales. Esta situación, además de producir dificultades, confusiones y menosprecio de la información, ha orientado la investigación estadística hacia la búsqueda de técnicas más eficientes para estos casos. El análisis bivariado es una técnica útil en el análisis e interpretación de datos provenientes de cultivos asociados, asegurando confiabilidad. Su uso se ha extendido desde 1979 cuando Pearce y Gilliver lo descubrieron (Mead, 1986). Su filosofía es que no se puede considerar individualmente la producción de un cultivo que ha interactuado con otro en la misma unidad experimental (Mead, 1986).

El objetivo de este estudio fue determinar la factibilidad biológica y económica de la producción de yuca, maíz, y caupí en los callejones de ceiba roja (*Bombacopsis quinata*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la finca de la empresa Monterrey Forestal S.A., ubicada en la localidad de Zambrano (Bolívar) a 9° 45' LN 75° 00' LW, a 30 msnm, en un ecosistema de bosque seco tropical (bst), con 831 mm de precipitación promedio anual, 28°C de temperatura y 70% de HR. Los experimentos se plantaron en suelos de la serie Nechí, con pendientes entre 0 y 2%, clasificados como Entic Chromudert, muy fino, montmorilloníticos; Isohyperther-

mic, caracterizados por drenaje pobre, muy baja permeabilidad y lenta infiltración, perfiles dominados por arcillas gris-oscuro, reacción fuertemente ácida, hasta 15 cm de profundidad; entre 15 y 60 la reacción es neutra (Hoag, 1983).

Durante los ciclos 1994-95 y 1996-97, se plantaron arreglos intercalados de cultivo en los callejones de una plantación de ceiba tolúa en su primera fase de crecimiento, sembrada a 3.0 m x 3.0 m; el experimento de 1996-97 fue una repetición del sembrado en 1995-96, el cual se perdió por desborde de una quebrada. En el primer ciclo se experimentaron tres variedades de maíz (ICA-V 155, ICA-V 156 y el criollo «Puya»), tres variedades de yuca (ICA-Costeña, ICA-Negrita y regional Venezolana) y dos líneas de caupí (Línea 7 y Línea 21), generando un total de 24 tratamientos, incluyendo la ceiba sola como testigo. Todos los arreglos de cultivo se sembraron 30 días después de plantada la ceiba. La yuca se sembró en dos surcos en el callejón de la ceiba a 1.0 m entre plantas y 1.0 m entre surcos; se intercalaron tres surcos de maíz, sembrando tres plantas por sitio a 1.0 m entre surcos y 1.0 m entre sitios. El Caupí se sembró intercalando dos surcos por cada uno de yuca, dejando entre 10 y 15 plantas por metro lineal de cada surco.

Los unicultivos se sembraron a las mismas distancias que intercalados; pero con excepción de la yuca sola, para los otros arreglos aumentó el número de surcos en el callejón. Los cultivos se sembraron a una distancia mínima de 50 cm del pie de los árboles de ceiba. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; el tamaño de la parcela fue de 12 árboles (180 m²) y la parcela efectiva para todos los arreglos de cultivo fue de 28 m² dejando un surco de borde de árboles y arreglos de cultivo por cada lado. Se midieron los componentes del rendimiento de cada uno de los cultivos en los diferentes arreglos; en la ceiba se midió el incremento de altura de los árboles. Se registraron los criterios y descriptores de los agricultores que participaron en las evaluaciones finales del experimento. Se registró el análisis fisicoquímico del suelo al inicio y al final del ciclo.

Durante el segundo año, con los criterios de los agricultores y el análisis de los datos del primero, se seleccionaron las mejores combinaciones de dos variedades de yuca (ICA-Costeña y regional «Venezolana») con la variedad de maíz ICA V156 y la Línea 7 de caupí, generando 9 tratamientos que incluyen la ceiba sola como testigo; se aumentaron las distancias entre especies. Todos los arreglos de cul-

tivo se sembraron 30 días después de sembrada la ceiba. La yuca se sembró a 1.0 m. x 1.0 m. un surco en el callejón de la ceiba (cuatro surcos por parcela). A cada lado se intercalaron dos surcos de maíz a 1.0 m. entre sitio y 1.0 m. entre surcos (ocho surcos por parcela), dejando tres plantas por sitio. El caupí se sembró intercalando dos surcos a cada lado del surco de yuca, dejando entre 10 y 15 plantas por metro lineal de cada surco (ocho surcos por parcela). Los unicultivos se sembraron a las mismas distancias que intercalados pero aumentando el número de surcos en el callejón, excepto la yuca (maíz = 12, caupí = 16 surcos por parcela).

Los cultivos se sembraron a una distancia mínima de 50 cm. del pie de la ceiba. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; el tamaño de la parcela fue de 25 árboles (225 m²) y la parcela efectiva para todos los arreglos de cultivo fue el área de 9 árboles (81 m²) dejando un surco de borde de árboles y de arreglos por cada lado. Se midieron los componentes del rendimiento de cada uno de los cultivos en los diferentes arreglos; en la ceiba se midió la altura y diámetro basal de los árboles, para determinar el volumen de madera en el fuste mediante la fórmula $V=(2 \sim (\text{Diámetro basal}/2)^2 (\text{Altura}/3))$; el peso de madera se calculó utilizando la densidad de 0.8 g/cc. Se hizo análisis fisicoquímico inicial del suelo por bloques y, al final del ciclo se hizo el mismo análisis por tratamiento en cada repetición. En yuca y maíz, se midió la acumulación de nutrientes por cada una de las partes de las plantas tanto en unicultivo en el callejón como en arreglos (raíz, tallo, hojas, inflorescencia, granos, cubierta o capacho y tusa). En ambos experimentos se realizó el análisis económico por el método de presupuestos parciales. El procesamiento de los datos se hizo mediante el software SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bivariado de varianza se fundamenta en que existe una relación entre los rendimientos de los dos cultivos intercalados y que esta relación puede aparecer como una correlación positiva o negativa. Una correlación positiva indica que existe interacción que no favorece una especie sobre la otra; una correlación negativa, por el contrario, indica que el desempeño de una especie afecta negativamente el desempeño de la otra. Los resultados se presentan por años separados, debido a que cada ciclo se desarrolló con distinto régimen de precipitación; además, el segundo año, la densidad de plantas se redujo según las sugerencias de los agricultores. En am-

bos años se sembró un solo ciclo de cultivos debido a que la densidad de árboles de ceiba no permitió un segundo ciclo.

Primer ciclo 1994-1995

Arreglo Yuca//Maíz

Para el rendimiento en t/hectáreas, el $r^2 = 0.02$ indicó según Muller (1969), que no hubo efecto excluyente entre las dos especies. El análisis bivariado de varianza indicó que no hubo diferencia significativa al 5%. La variedad de yuca ICA-Negrita no favoreció el rendimiento de los maíces mejorados ICA-V15,5 e ICA V-156; sin embargo, el maíz criollo redujo el rendimiento de la variedad de yuca; esto se debe entre otros a que la variedad de yuca es de ramificación temprana con tres niveles de ramificación y las variedades de maíz mejorado son de porte intermedio, mientras que el maíz criollo es de porte alto y de gran vigor; además, la densidad de plantas de yuca favoreció el detrimento de los maíces mejorados (Figura 1). Las combinaciones de la variedad de yuca ICA-Costeña con los maíces criollo e ICA V-156, tuvieron interacción que produjo rendimientos intermedios. La mejor combinación para las dos

especies se obtuvo con la variedad de yuca Venezolana y la variedad de maíz ICA V-155, seguida de Venezolana y el maíz criollo «Puya». En ambas combinaciones se favoreció el rendimiento de la yuca y el maíz. La intersección de los círculos indica la no significancia al 5%.

Arreglo Yuca//Cauquí

Para el rendimiento en t/hectáreas, el $r^2 = -0.038$ indicó un efecto negativo leve entre las dos especies; el análisis bivariado de varianza indicó que hubo diferencias significativas al 5%. La Figura 2 indica que el cauquí Línea 7 intercalado con la variedad de yuca ICA-Costeña (combinación 12) fue la mejor combinación de genotipos, presentando diferencias significativas con las otras combinaciones; de éstas, las mejores fueron: yuca ICA-Negrita con cauquí Línea 7 (combinación 14) y yuca Venezolana con cauquí Línea 21 (combinación 11); sin embargo, la yuca Venezolana fue la que más redujo el rendimiento del cauquí Línea 7 (combinación 10). La línea 21 no se combinó bien con las variedades de yuca ICA -Costeña (combinación 13) e ICA-Negrita (combinación 15).

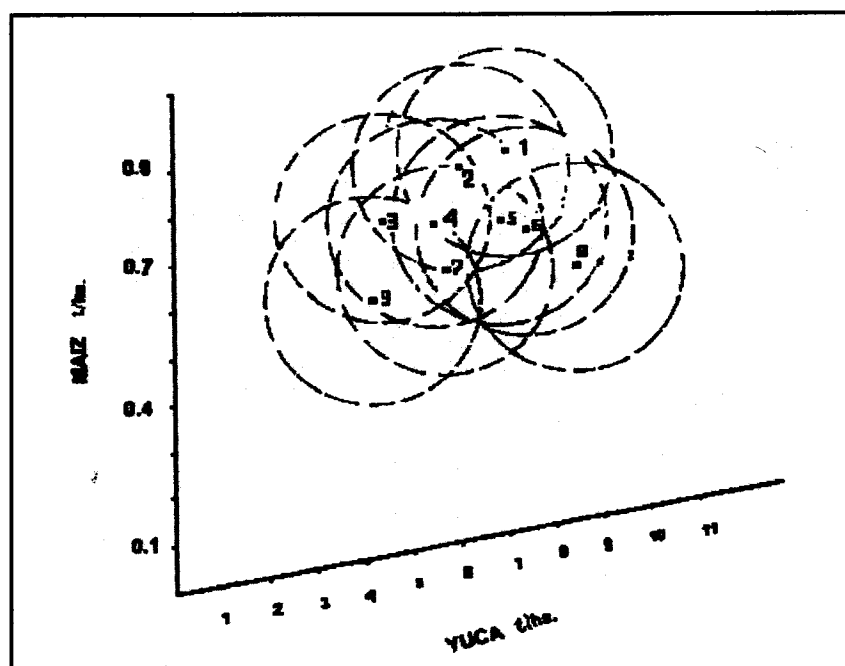


FIGURA 1. Rendimiento de arreglos de yuca y maíz en los callejones de ceiba roja. 1994-1995. Combinaciones: 1=Venezolana//Maíz V155, 2=Venezolana//Maíz criollo, 3=Negrita//Maíz criollo, 4=Venezolana//Maíz V-156, 5=Costeña//Maíz criollo, 6=Costeña//Maíz V-156, 7=Costeña//Maíz V-155, 8=Negrita//Maíz V-155, 9=Negrita//Maíz V-156.

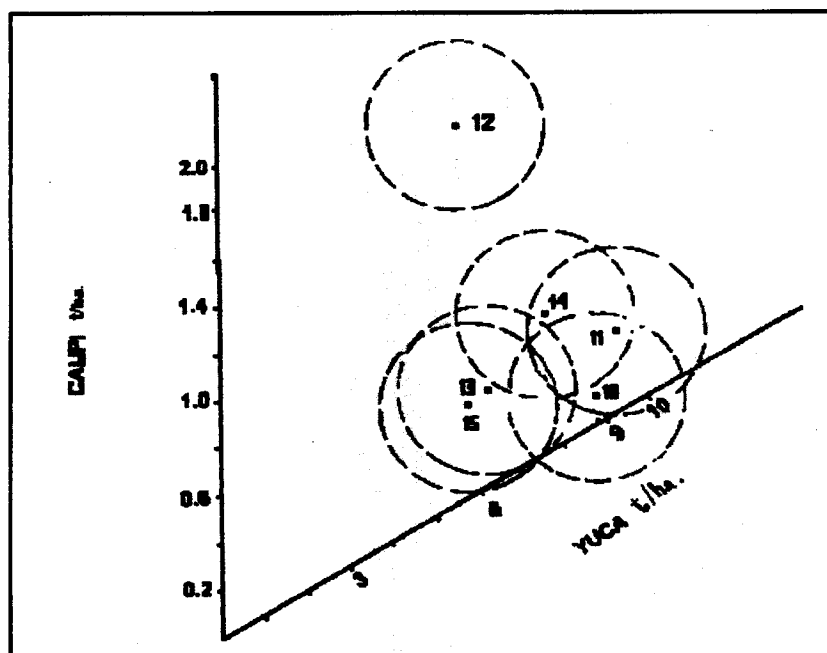


FIGURA 2. Rendimientos de yuca y caupí en los callejones de ceiba roja. 1994-1995. Combinaciones: 10= Venezolana//Caupí 7, 11 = Venezolana//Caupí 21; 12 = Costeña//Caupí 7; 13=Costeña//Caupí 21; 14= Negrita//Caupí 7; 14= Negrita//Caupí 21; 15=Negrita//Caupí 21.

Efecto sobre la altura de la ceiba

El incremento en altura de la ceiba no tuvo diferencia significativa al 5% entre tratamientos. La ceiba creció más cuando se le sembró en los callejones el arreglo yuca//caupí, seguido por el arreglo yuca//maíz. Cuando se sembró yuca sola en los callejones de la ceiba, ésta redujo su crecimiento con respecto a la ceiba sola (Tabla 1).

TABLA 1. Efecto de arreglos de yuca y caupí sobre el crecimiento longitudinal del fuste de la ceiba, 1994-1995.

| Arreglo | Incremento de altura (m) |
|-----------------|--------------------------|
| Yuca unicultivo | 0.97 |
| Yuca//caupí | 1.26 |
| Yuca//maíz | 1.18 |
| Ceiba | 1.02 |

Uso eficiente de la tierra (UET) y análisis de beneficios netos (BN)

La variedad de yuca Venezolana en unicultivo produjo los beneficios netos más altos, seguida por

sus combinaciones con las dos líneas de caupí y el maíz ICA V-156; en general, además del BN, la siembra de los arreglos en los callejones de la ceiba redujo en 81 % el costo del control de malezas, equivalente a US \$ 132/hectáreas. (Tabla 2). Los mayores BN se presentaron en las combinaciones de yuca Venezolana con caupí debido, por un lado, a que la yuca tuvo mejores rendimientos que las otras dos variedades combinadas con caupí y, por el otro, a que el precio del grano seco de caupí US \$ 0.8/kg. fue bastante bueno con relación con el de la yuca y del maíz.

El uso eficiente de la tierra sin embargo no presentó el mismo patrón de los BN. Los tratamientos con BN mayor de US \$ 211 presentaron un UET entre 1.49 y 2.06, mientras que los de BN inferior a US \$ 211 tuvieron un UET entre 1.30 y 2.19. Sobresalen la combinación variedad de yuca Venezolana con el maíz ICA V-155, con UET de 2.19, lo que confirma el por qué fue la mejor combinación ya que favoreció el rendimiento del maíz con rendimientos de yuca muy aceptables, y la combinación variedad de yuca ICA-Costeña con el maíz ICA V-156 que presentó rendimientos aceptables de yuca y de maíz (Figura 1). Esto indica que la selección de las mejores combinaciones de arreglos de especies no se debe basar solo en el BN, es necesario conocer además el UET y la extracción de nutrientes del suelo

TABLA 2. Relación entre beneficios netos (BN), reducción de costos y uso eficiente de la tierra (UET) en arreglos de cultivo con ceiba roja. 1994-95.

| Tratamientos | Beneficios Netos (BN) US \$ | Reducción de costos en el C. malezas. (US\$) | Uso eficiente de tierra (UET) |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|
| Yuca Venezolana | 279 | 132 | - |
| Venezolana//Caupí 7 | 265 | 132 | 1.49 |
| Venezolana//Caupí 21 | 243 | 132 | 1.49 |
| Venezolana//Maíz 156 | 241 | 132 | 2.06 |
| Costeña//Caupí 21 | 233 | 132 | 1.50 |
| Yuca ICA Costeña | 230 | 132 | - |
| Negrita//Maíz 155 | 211 | 132 | 2.03 |
| Venezolana//Maíz 155 | 209 | 132 | 2.19 |
| Yuca ICA Negrita | 181 | 132 | - |
| Costeña//Maíz 156 | 175 | 132 | 2.17 |
| Venezolana//Maíz Criollo | 171 | 132 | 1.77 |
| Negrita//Caupí 21 | 161 | 132 | 1.30 |

de cada una de las combinaciones o arreglos de especies. El UET por encima de 1.5 se considera muy bueno; sin embargo se debe establecer un balance entre UET, extracción de nutrientes y BN; estos últimos pueden ser muy variables en magnitud e inestables con el tiempo, por lo que el UET y la extracción de nutrientes pueden servir de base para la selección; lógicamente descartando posibles aspectos negativos de los genotipos.

Criterios de los agricultores

Los diferentes tratamientos fueron sometidos a las evaluaciones de agricultores el día de cosecha. Sobresalieron los criterios «poco vigor» (100%) descrito como tallos de yuca y mazorca delgada; «poca fuerza del arreglo» (80%) descrito como exceso de plantas de yuca por hectárea y pocas plantas de maíz por sitio y por hectárea en el arreglo yuca//maíz. Con base en dichos criterios, los agricultores seleccionaron los arreglos yuca Venezolana//maíz ICA V-156 y yuca Venezolana//Caupí Línea 7; propusieron ampliar las distancias de siembra de la yuca en el siguiente ciclo. La combinación yuca Venezolana//maíz ICA V-155 que fue la mejor, no fue seleccionada debido a la escasa disponibilidad de semilla comercial del maíz ICAV-155.

Segundo ciclo 1996-1997

Arreglo Yuca//Maíz

Para el rendimiento en t/ha, el $r^2=0.67$ indicó que hubo interacción favorable entre las dos especies. No hubo diferencias significativas al 5% en el análisis bivariado de varianza. La mejor combinación de genotipos fue (COMZ) correspondiente a la variedad de maíz ICA V-156 con rendimiento de 1.4 t/ha y la variedad de yuca ICA-Costeña con rendimiento de 7.0 t/ha de raíces de tamaño comercial. La combinación (VEMZ) de la variedad de yuca Venezolana con cerca de 6.5 t/ha y el maíz ICA V-156 con 1.2 t/ha desfavoreció los rendimientos del maíz. (Figura 3). A pesar de que la precipitación fue menor en este segundo ciclo y a que la densidad de plantas también fue menor, los rendimientos del maíz fueron superiores en 50% para las dos combinaciones, lo cual indica que la combinación de estos genotipos depende en gran proporción del número de plantas por hectárea del maíz.

Arreglo Yuca//Caupí

Para el rendimiento en t/ha, el $r^2= -0.69$ indicó que hubo interacción negativa entre las dos especies.

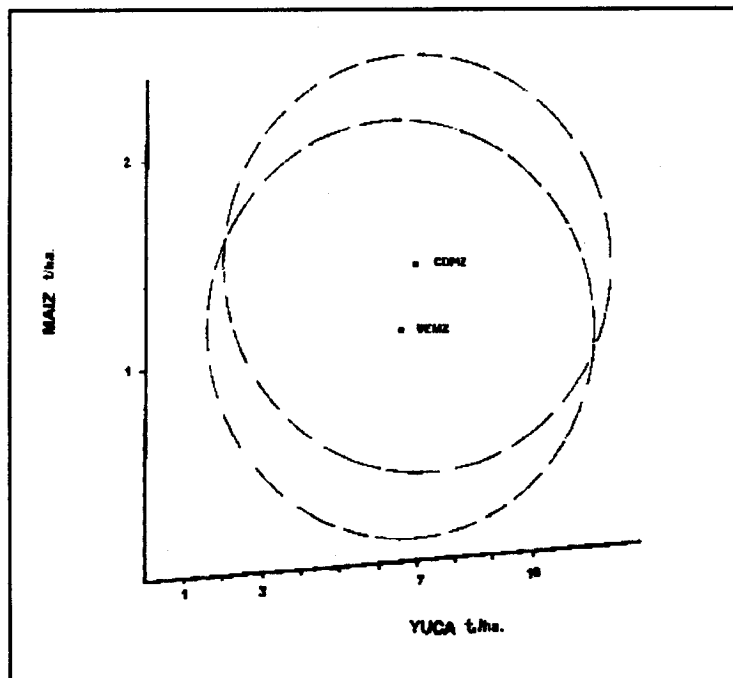


FIGURA 3. Rendimientos de arreglos de yuca y maíz en los callejones de ceiba roja 1996-1997.

El análisis bivariado de varianza no presentó diferencias significativas al 5% entre las dos combinaciones; sin embargo, los mejores rendimientos de caupí se presentaron con la variedad de yuca Venezolana (VECA). Hubo diferencias significativas para el número de plantas cosechadas de caupí, lo cual explica los bajos rendimientos de esta especie en las dos combinaciones evaluadas. En este ciclo, el rendimiento de la yuca en las dos combinaciones fue superior en cerca de 50% con

respecto al ciclo anterior. Mientras que en el primer ciclo, el caupí Línea 7 intercalado con la variedad de yuca ICA-Costeña (combinación 12) fue la mejor combinación de genotipos, presentando diferencias significativas con las otras combinaciones, durante el segundo ciclo fue la peor combinación. En el mismo sentido, la yuca Venezolana que fue la que más redujo el rendimiento del caupí Línea 7, en el segundo ciclo fue todo lo contrario (Figura 4).

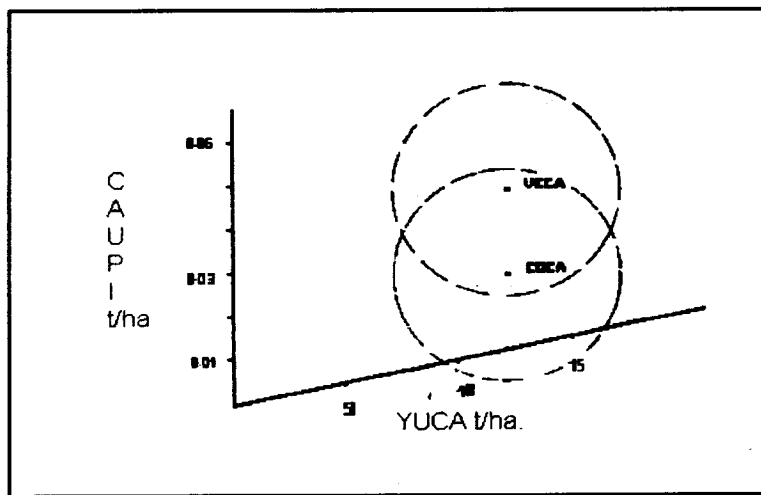


FIGURA 4. Rendimiento de arreglos de yuca con caupí en los callejones de ceiba roja. 1996-1997

Habilidad de combinación de los arreglos de cultivo con la ceiba

Al considerar el efecto del intercalamiento de arreglos de cultivo en los callejones de la ceiba, el análisis bivariado indicó diferencias significativas en las combinaciones de especies. Las mejores combinaciones de especies fueron la variedad de yuca ICA-Costeña con el caupí Línea 7 (COCA) y la variedad de yuca Venezolana con el caupí Línea 7 (VECA). De todas las combinaciones, estas dos fueron las que más favorecieron la producción de madera en el fuste del árbol, comparado con la ceiba sin intercalamientos (CE) y con las otras combinaciones de especies. El maíz produjo mayor competencia en las dos variedades de yuca que el caupí y a la vez en estas combinaciones contribuyó a reducir el volumen de madera del fuste de la ceiba. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por CIAT (1992) con las mismas variedades de yuca y maíz pero sin ceiba en la Región Caribe (Figura 5).

Las prácticas culturales fueron iguales, tanto en la ceiba sin cultivos intercalados como cuando se intercaló otros cultivos; sin embargo, el volumen de madera producido por la ceiba sin intercalamiento fue significativamente menor que el producido por la ceiba en todos los arreglos de cultivo. Sobresale el efecto del intercalamiento del caupí Línea 7 (CA)

que contribuyó al mayor rendimiento de madera del fuste (170 kg/hectárea o sea 212.500 cm³) en 231 días; esto indica que hay un efecto favorable del caupí sobre el crecimiento y peso de la madera de ceiba y que el efecto de la competencia producida por la yuca sobre el caupí es compensado por su efecto favorable sobre la producción de madera, lo cual debe estar relacionado con la fijación de nitrógeno en las capas superficiales del suelo donde es aprovechado por las raíces superficiales de la ceiba en sus primeros meses de crecimiento.

Análisis de beneficios netos (BN) y costos variables por tonelada del arreglo.

Para el cálculo de los BN se utilizó el rendimiento de raíces comerciales de yuca, por lo cual los rendimientos de campo no se ajustaron para esta especie. Para el caupí se realizó un ajuste por población, debido a que hubo mucha pérdida de plantas por sequía prolongada.

De las combinaciones de genotipos, las dos variedades de yuca intercaladas con caupí produjeron los BN más altos después de la yuca ICA-Costeña. Desde el punto de vista económico, las combinaciones de yuca con caupí produjeron mayores BN que las combinaciones con maíz; sin embargo, estas últimas presentaron costos variables por tonelada del arreglo, extremadamente bajas con relación a los

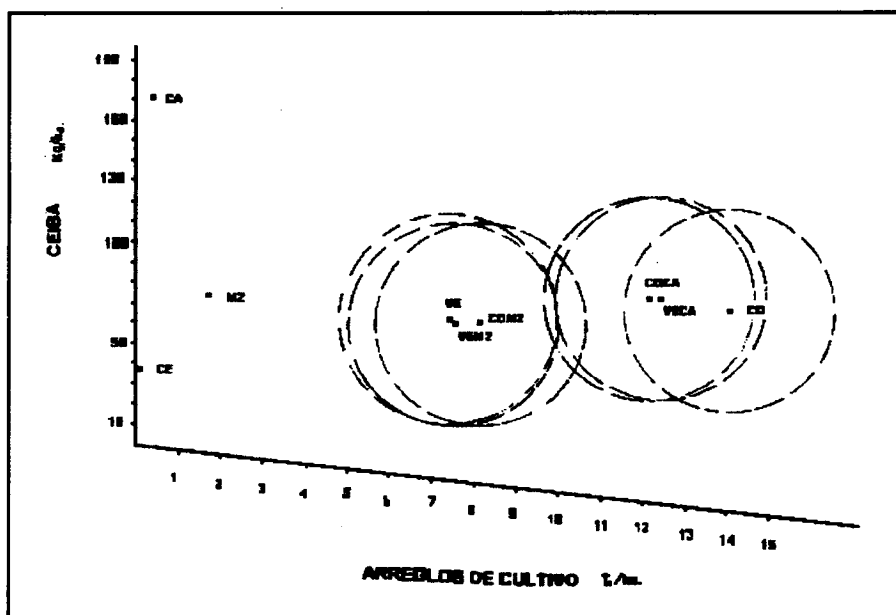


FIGURA 5. Rendimiento de arreglos de maíz, yuca y caupí en callejones de ceiba roja. 1996-1997.

arreglos con caupí, lo cual desde el punto de vista de rendimientos físicos y económicos puede ser criterio de selección para los agricultores. Los mayores BN de las combinaciones con yuca se debieron al buen precio pagado a la raíz durante 1997a. El bajo BN del maíz se debió a su bajo rendimiento. (Tabla 5).

Las variedades de yuca intercaladas en unicultivo en los callejones de la ceiba presentaron los menores costos variables al igual que los menores costos variables por tonelada del arreglo. De estos, el más bajo fue el de ICA-Costeña debido a su alto rendimiento de raíces comerciales (13 t/ha) contra 7.12 de Venezolana. Los arreglos con caupí presentaron los costos variables más altos debido al costo de la semilla y a la mano de obra para la siembra y cosecha. También presentaron los costos por tonelada más altos debido al bajo potencial del rendimiento de la especie. En los arreglos con maíz los CV fue-

ron altos después de los de caupí, debido también al costo de la semilla del maíz. La ceiba presentó los costos más altos por tonelada de madera producida en el fuste, debido a que en esta fase el fuste del árbol ha acumulado poca biomasa; además la madera no es comercializable, por lo cual no se le fijó un precio; los costos son altos por el establecimiento y costo de semilla y siembra.

El análisis marginal indica que si se incurre en un costo marginal de US \$ 0.234, se obtiene un BN adicional de US \$ 1120; por lo tanto, por cada dólar invertido en producir yuca ICA-Costeña en los callejones de ceiba se podrían obtener US \$ 4785. (Tabla 6). Esto indica las bondades del tratamiento pero combinando el rendimiento y los beneficios económicos, sin tener en cuenta su efecto y el de los demás sobre el suelo y su sostenibilidad.

TABLA 5. Costos variables (CV). Beneficios netos/ha (BN) y costos variables por tonelada de arreglos de cultivo intercalados con ceiba roja 1996-1997.

| Tratamiento | Costos Variables (US \$) | Beneficios Netos (US \$) | | Costo Variable por Tonelada del Arreglo |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---|-----------------------------------------|
| ICA-Costeña | 65.5 | 1754 | | 5.0 |
| Venezolana//caupí línea 7 | 91.0 | 1659 | D | 73.3 |
| Costeña//caupí línea 7 | 91.0 | 1631 | D | 74.5 |
| Costeña//maíz V-156 | 82.2 | 1220 | D | 9.9 |
| Venezolana//maíz V-156 | 82.2 | 1092 | D | 10.8 |
| Yuca venezolana | 65.5 | 931.3 | D | 9.2 |
| Maíz ICA-V156 | 65.3 | 635 | D | 37.3 |
| Caupí línea 7 | 82.7 | 740 | D | 70.4 |
| Ceiba sola | 31.8 | 0 | D | 83.6 |

D = Tratamientos dominados.

TABLA 6. Análisis marginal (US\$) del tratamiento dominante.

| Tratamiento | Costos Variables | Beneficios Neto | Costo marginal | B. Neto marginal | TIR % |
|------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|---------|
| Yuca ICA-costeña | 65.5 | 17.54 | 0.234 | 1120 | 478.500 |
| Maíz ICA V 156 | 65.3 | 635 | - | - | - |

Cambios en el contenido de nutrientes del suelo

Las curvas del contenido final de la materia orgánica, fósforo y potasio a las dos profundidades empieza en el eje de las ordenadas con el promedio general de cada bloque; la situación inicial se estimó a partir de una muestra promedio por bloque (Figura 6). El contenido de materia orgánica inicial (MOI) fue inferior en el mantillo (0-5 cm) debido a que el suelo había sido sometido a una quema previa; a la profundidad de 30 cm, el mayor % de MO se debe a que el lote venía de una cosecha de una plantación de *Gmelina arborea*, por lo que el contenido de raíces fue abundante a esta profundidad, elevando el contenido de MO hasta 3%.

El menor contenido de materia orgánica final (MOF) en los primeros 5 cm del suelo se presentó en los arreglos: Maíz ICA-V156 (MZ), yuca Venezolana intercalada con caupí (VECA) y yuca Venezolana sola (VE); esto probablemente se debió a que el maíz y el caupí tienen raíces superficiales y a que la yuca Venezolana, además, desarrolla cerca de 60% de sus raíces en los primeros 10 cm del suelo. En el resto de tratamientos, el porcentaje de MOF, estuvo por encima del promedio de bloques (Figura 6).

A los 30 cm de profundidad, la reducción del contenido de materia orgánica final (MOF) superó el 50 % con relación al contenido inicial en los arreglos yuca Venezolana (VE), yuca ICA-Costeña (CO), maíz ICA V-156 (MZ) y ceiba sola (CE). Las combinaciones de yuca con maíz y caupí fueron las que menos redujeron la MO a esta profundidad, en comparación con su siembra en unicultivo en los callejones de la ceiba; esto indica que en las dos combinaciones, se presenta un efecto de exclusión (Muller 1969, Harper 1961, 1964) entre las especies, reduciendo el potencial individual de extracción de cada una (Figura 6). Este mismo patrón se presentó a los 5 cm de profundidad.

Contrario al comportamiento de la MO, el contenido de fósforo en los primeros 5 cm al final del ciclo (PF), fue muy inferior al contenido inicial (PI). En los tratamientos que más varió el contenido de este elemento en el suelo fueron en variedad de yuca ICA-Costeña intercalada con el maíz ICA V-156 (COMZ), el maíz ICA V-156 (MZ), el caupí (CA) y la ceiba (CE) sin arreglos de cultivo, llegando a diferencias entre 100 y 130 ppm. Todos estos arreglos desarrollan raíces superficiales, incluyendo la ceiba por ser propagada por esquejes enraizados. A la profundidad de 30 cm, lógicamente los arreglos que tienen raíces

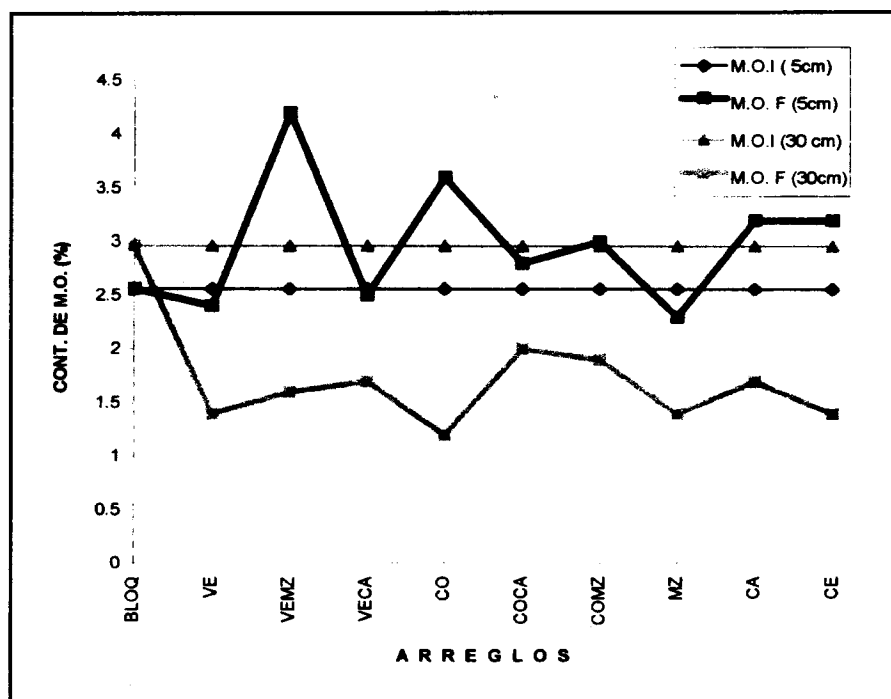


FIGURA 6. Contenido de Materia Orgánica Inicial (MOI %) y Final (MOF %) a dos profundidades del suelo con arreglos de cultivo en callejones de ceiba roja 1996-1997.

superficiales tuvieron contenidos de fósforo superior al contenido inicial de 150 ppm, exceptuando el arreglo yuca ICA-Costeña; el comportamiento de las diferentes combinaciones de especies intercaladas no tuvo un patrón definido. (Figura 7). En ambas profundidades, el contenido final de fósforo en el suelo fue muy variable entre los diferentes arreglos.

En los primeros 5 cm, con excepción de la ceiba sola (CE), en los demás arreglos de cultivo el contenido final del potasio (KF) fue menor que el inicial (KI). Es muy posible que la ceiba recicle potasio, extraído de capas más profundas (Figura 8). En todos los arreglos el contenido de potasio final a los 30 cm de profundidad también fue menor que el inicial, llegando a niveles críticos entre 0.6 y 0.9 meq/100 g de suelo. El nivel más bajo se presentó con la yuca Venezolana, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por CIAT (1992) con la misma variedad en monocultivo en la misma región, indicando el gran poder de extracción de K de esta variedad, muy superior a la variedad mejorada ICA-Costeña. El contenido final de potasio del suelo no fue muy variable entre los tratamientos a las dos profundidades

Extracción de elementos mayores vs Costos variables por tonelada del producto (raíces y granos) del arreglo.

El análisis de rendimientos físicos (t/ha) y económico (BN), produce conclusiones sesgadas a aumentar producción maximizando los ingresos; por tanto, la factibilidad biológica y económica de los arreglos agroforestales con este tipo de especies debe estar fundamentada tanto en estos criterios como en la sostenibilidad biológica, y muy especialmente en la competitividad de determinado arreglo. El comportamiento biofísico de un arreglo de cultivos debe ser analizado conjuntamente con los cambios del contenido de nutrientes del suelo, la extracción de nutrientes por la biomasa producida y exportada y los costos que implica variar para establecer dicho arreglo.

Los análisis de extracción de nutrientes por la biomasa producida en los arreglos de cultivo indicaron que una tonelada de maíz ICA-V156 (MZ) sembrado en monocultivo en los callejones de la ceiba, extrajo más de 100% de N y K que los arreglos con yuca Venezolana (VEMZ) y yuca ICA-Costeña (COMZ), confirmando el principio de anulación del potencial individual de extracción de las dos especies, teniendo en cuenta que tanto en combinaciones como en unicultivo, las especies tuvieron la misma densidad de plantas (Harper 1961, 1964). Contrario como se ha creído tradicionalmente, la yuca en unicultivo tuvo los niveles más bajos de extracción por tonelada, tanto en N como en P y K. (Figura 9).

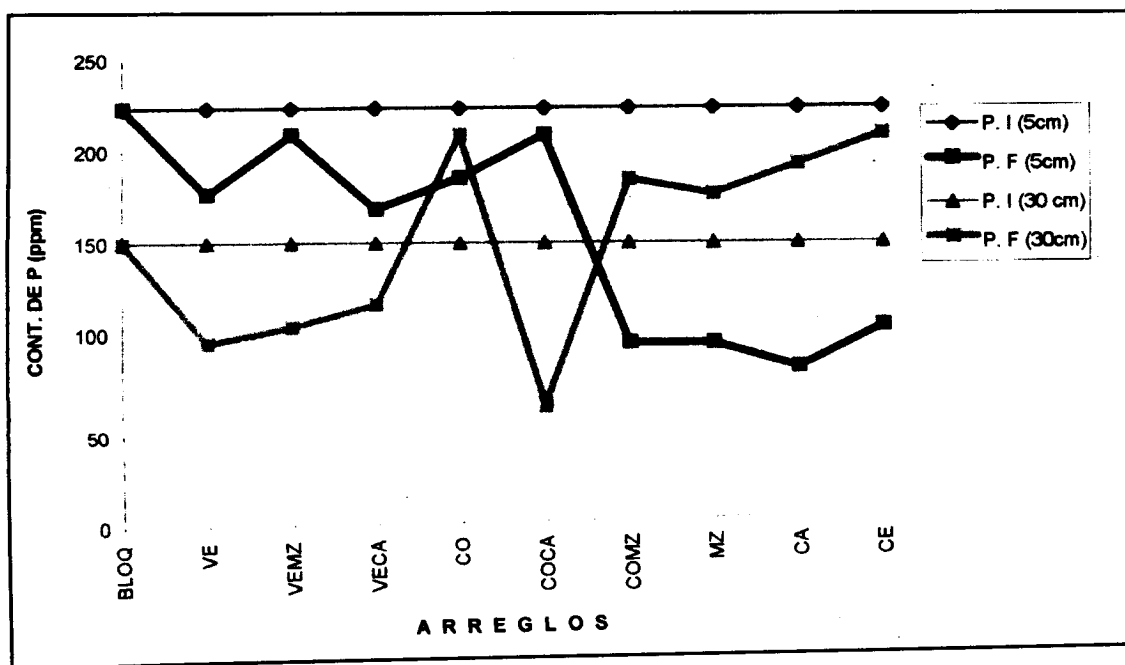


FIGURA 7. Contenido de Fósforo Inicial (PI ppm) y Final (PF ppm) a dos profundidades del suelo con arreglos de cultivo en callejones de ceiba roja 1996-1997.

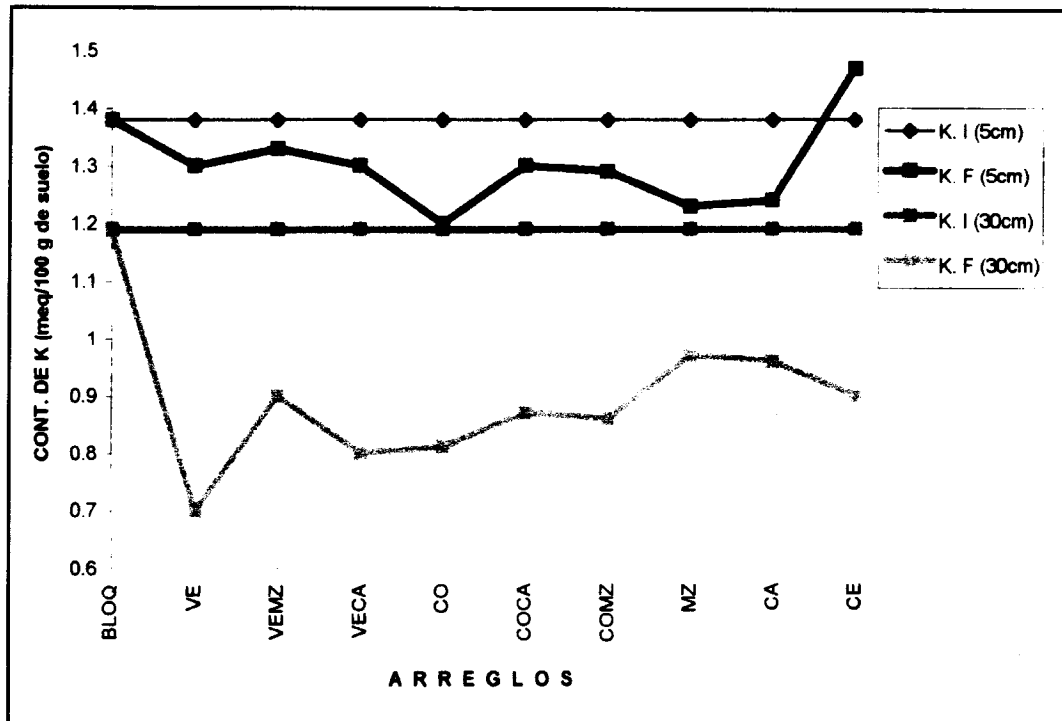


FIGURA 8. Contenido de Potasio Inicial (KI meq/100) y Final (KF meq/100) a dos profundidades del suelo con arreglos de cultivo en callejones de ceiba roja 1996-1997.

Adicionalmente, los costos variables por tonelada de producto también fueron más altos en maíz unicultivo, lo que lo hace poco competitivo ante la yuca unicultivo y sus combinaciones. Tanto la yuca ICA-Costeña (CO) sembrada sola en los callejones de la ceiba, como las combinaciones de ésta con maíz (COMZ) y Venezolana (VEMZ) con maíz, fueron tratamientos con muy buenos BN y bajos costos variables para producir una tonelada de producto. Además de esto, las combinaciones presentaron un nivel moderado de extracción de N, P y K, que las hace factible de recomendar junto con la yuca ICA-Costeña sola.

CONCLUSIONES

La siembra de arreglos de cultivo intercalados en los callejones de ceiba tolúa es factible, tanto biológica como económicamente, en la primera fase de crecimiento del árbol. La producción de madera en la ceiba se incrementó cuando se sembraron arreglos de yuca con caupí y caupí monocultivo en los callejones de la ceiba. Las combinaciones de yuca con maíz reducen la capacidad extractora de K en la yuca, siendo menor 100% que la extracción del maíz. Para conocer la mejor combinación de genotipos en este

tipo de arreglos agroforestales, es necesario obtener un balance equilibrado entre productividad, beneficios netos, uso eficiente de la tierra y extracción de nutrientes del suelo. Los resultados de este estudio están en fase de validación en fincas de agricultores; sin embargo, es necesario conocer aspectos como los de reducir la densidad de árboles por hectáreas y la combinación de maderables y fijadores de nitrógeno y su efecto sobre los cultivos. Es necesario seguir las investigaciones sobre el efecto de los cultivos sobre el árbol.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al señor Blas Dagor Panza Tapias por sus contribuciones en el trabajo de campo; a los colegas Blanca Nohemí Florian, Jorge Romero y Galo Gamero por la preparación de los datos y las gráficas. Agradecimientos especiales al doctor Carlos Atehortúa, gerente de la empresa Monterrey Forestal S.A., por su constante gestión para el buen éxito de todas las actividades desarrolladas en los experimentos y a la doctora Beatriz Escobar González, directora ejecutiva CORPOICA, Regional 2, por su apoyo decisivo en el logro de todos estos resultados.

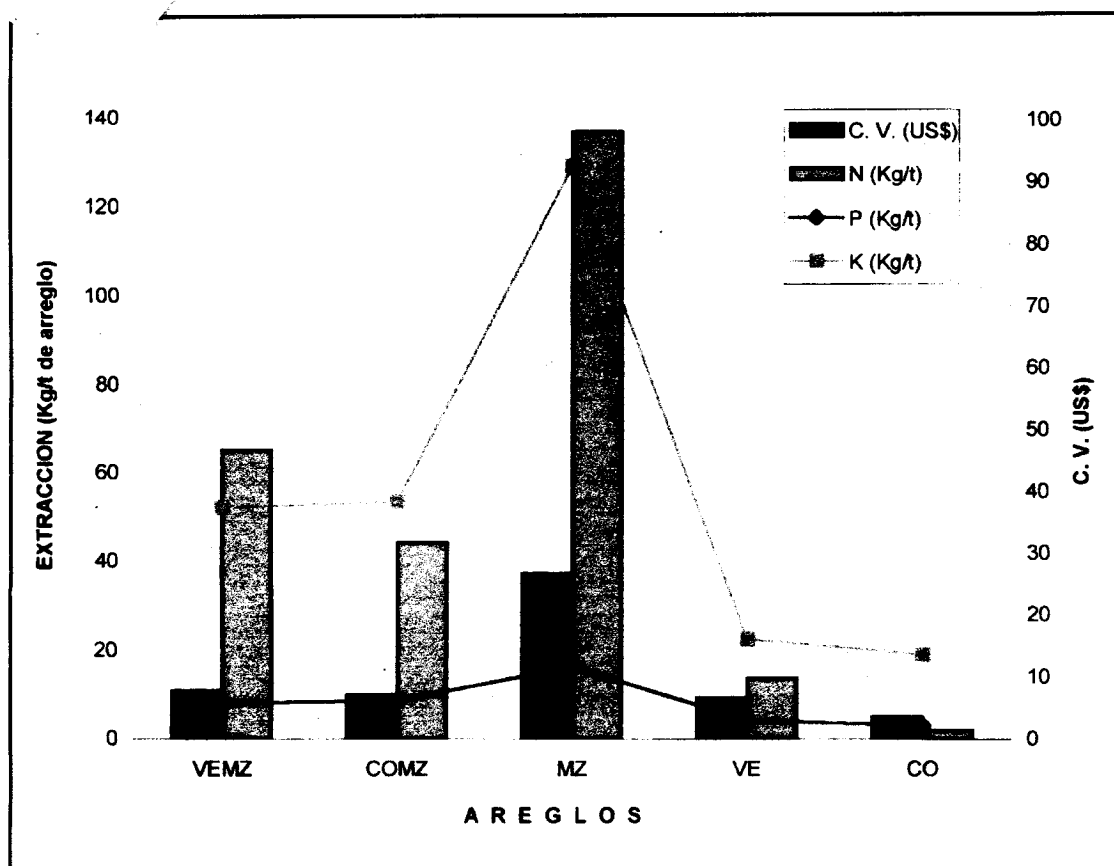


FIGURA 9. Relación entre extracción de N P K (kg/ha) con base en peso seco y los costos variables por tonelada producida en los arreglos en los callejones de ceiba roja. 1996-1997.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akachuku, A.E.** 1985. Cost-benefit analysis of wood and wood components of Agrisilviculture in Nigerian forest zone. *Agroforestry Systems* 3 :307-316.
- Atta-Krah, A.N.** 1990. Alley Farming with *Leucaena*: Effect of short grazed fallows on soil fertility and crop yields. *Expl. Agric.* v. 26, pp 1-10.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT.** 1992. Cassava Program 1987-1991. Cropping Systems. Working Document. Cali colombia.169-191.
- Corporacion Colombiana De Investigacion Agropecuaria, Corpoica.** 1995. Estudio base para la identificación de líneas de acción del trabajo en biotecnología con pequeños y medianos productores agropecuarios en la Costa Atlántica. 50 p.
- Ghosh, S.P. et. al.** 1987. La yuca en sistemas de producción con estratos múltiples. Documento archivo CIAT 36712, 5-8p.
- Harper, J.L.** 1961. Approaches to the study of plant competition, **In: Mechanisms in Biological Competition**, (F.L. Milthore, ed.), *Symp.Soc. Exp. Biol.* 15 :1-39
- . 1964. The nature and consequences of interference amongs plants, **In: Genetics Today, Proc. XI Int. Cong. Genet.** 2 :465-482.
- Hoag, R.E.** 1983. Soils Management Report. Monterrey Forestal S.A. International Soil Management Corporation. Cary, North Carolina, U.S.A. 66p
- Leihner, D.** 1983. Yuca en cultivos asociados, manejo y evaluación. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali, Colombia. 79p.
- Mead, R.** 1986. Statistical methods for multiple cropping. **In: Multiple Cropping Systems.** (Ed :Charles Francis).Macmillan Publishing Company. New York. 317350.
- Muller, C.H.** 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetation* 18 :348-357.

ARROZ

Preparación de suelos y adecuación predial para el cultivo de arroz secano en La Mojana

^{Vespa} Carlos Sánchez¹, ^{M.} Clodoaldo Arrieta², ^{Gomez} Margarita Ramírez³, Virginia Montiel¹,
Rodrigo Garcés¹, Benjamín Rivera¹, Mauro Palacio¹, Julio Benavidez¹.

RESUMEN

La región de la Mojana está enmarcada por los ríos Cauca, San Jorge y Magdalena en su brazo de Loba y las estribaciones de la Serranía de Ayapel. Sus 476.000 hectáreas están comprendidas en jurisdicción de los departamentos de Sucre, Bolívar, Córdoba y Antioquia. El cultivo de mayor importancia económica es el arroz (*Oryza sativa*), que presenta deficiencias de manejo de suelos por preparación con rastras pesadas, pastoreo entre ciclos de cultivo y escasez de prácticas de adecuación predial. El inadecuado manejo del suelo ha ocasionado compactación que se manifiesta en rendimientos decrecientes de la producción e incremento en uso de insumos químicos. Existen métodos de descompactación de suelos y adecuación predial probados en otras zonas arroceras, pero no usados en la región. El objetivo del trabajo fue la validación en dos localidades de los métodos de preparación de suelos con arado de discos, arado de cinceles y labranza mínima y dos métodos de adecuación predial para aprovechamiento de la precipitación con piscinas rectangulares y con caballones en curvas a nivel, comparados con el manejo tradicional del cultivo en la zona. Los tratamientos con arado de discos y cinceles fueron los de mayor rendimiento por cuanto crearon condiciones del suelo favorables para el desarrollo del cultivo. En el experimento sobre aprovechamiento de la precipitación no se presentaron diferencias significativas de los rendimientos entre los tratamientos innovados con el manejo tradicional porque las altas precipitaciones no permitieron que las prácticas propuestas mostraran sus ventajas con respecto al manejo tradicional.

Palabras claves: compactación de suelos, adecuación predial, arroz secano mecanizado, preparación de suelos.

ABSTRACT

Key Words : Soil compaction, mechanized rainfed rice, soil tilling, Mojana region.

INTRODUCCIÓN

La región de la Mojana situada en la Costa Caribe de Colombia, es un conjunto de ecosistemas sujeto a

inundaciones periódicas, en el cual la principal actividad agrícola es el cultivo de arroz secano (entre 15.000 y 25.000 ha/año), con una participación en la producción nacional de 12.5% en área sembrada y

- 1 Investigador CORPOICA Programa Agrícola, Regional 2. Centro de Investigaciones Turipaná, AA. 602 Montería, Colombia.
- 2 Estudiante Ingeniería Agrícola, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.
- 3 Coordinadora programa Nacional Manejo Integrado de Suelos y Aguas, CORPOICA, Tibaitatá AA. 240142, Las Palmas, Santafé de Bogotá, Colombia.

10% en producción (Puentes B. 1995). Los rendimientos promedio en los últimos 10 años apenas llegan a 3.5 t/ha, inferior al promedio del país que es de 5.4 t/ha. (Fedearroz, 1995).

Se presentan deficiencias en preparación de suelos por uso continuo de rastras pesadas y a humedades inadecuadas del suelo, lo cual está ocasionando alta compactación manifestada en rendimientos decrecientes de la producción e incremento en el uso de insumos químicos. Tampoco hay adecuación predial para lograr un eficiente aprovechamiento de las precipitaciones, ni cultivos alternativos para una rotación adecuada. Estas deficiencias se convierten en limitantes tecnológicas de la producción de arroz en la región bajo estudio (Vargas Z, J.P. 1986).

El pastoreo de las socas es un problema complementario al de la mecanización por la compactación que causa el pisoteo del ganado.

Los requerimientos hídricos del cultivo se satisfacen con la precipitación únicamente, por lo que es muy importante que el suelo tenga buena capacidad de almacenamiento de agua (Forero S., J.A. 1986).

Estos problemas crean la necesidad de validar métodos de preparación de suelos y aprovechamiento de la precipitación buscando alternativas de captación de aguas lluvias y mantenimiento de la humedad del suelo (Tascón E. y García E. 1985).

Los objetivos del trabajo fueron la comparación de la preparación de suelos con arado de discos, de cinceles y labranza mínima, con el método de labranza tradicional, tomando como índices de referencia las propiedades físicas del suelo y agronómicas del cultivo y la evaluación de los mecanismos de aprovechamiento del agua lluvia de piscinas con caballones en curvas a nivel y piscinas rectangulares, tomando como base los rendimientos de arroz.

Este trabajo presenta avances de las investigaciones sobre el manejo de suelos y agua para mejorar la producción de arroz seco mecanizado en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se instalaron en dos localidades representativas de las condiciones fisiográficas de la región. Implementando una metodología de investigación participativa que buscaba hacer del agricultor un sujeto activo en el proceso investigativo y crearle inquietudes que contribuyan al desarrollo del sector agrícola en la región de La Mojana, se seleccionaron fincas para desarrollar los experimentos:

- ◆ **Localidad 1.** Finca La Esperanza, vereda Mata de Pica, municipio de Guaranda., con suelos vertic tropaquepts.
- ◆ **Localidad 2.** Finca Santa Elena, correg. Boca de Las Mujeres, municipio de Majagual, con suelos pluvaquentic eurotropepts.
- ◆ **Experimento 1.** Comparación de métodos de preparación de suelos para el cultivo de arroz seco, con los tratamientos: arado de cinceles, arado de discos, labranza mínima y labranza tradicional. Área de parcela de 0.5 ha.
- ◆ **Experimento 2.** Evaluación de mecanismos de aprovechamiento de la precipitación en el cultivo de arroz seco mecanizado: piscinas con caballones en curvas a nivel, piscinas rectangulares y sistema tradicional (sin adecuación). Área de parcela de 0.5 ha.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones para el experimento uno y tres tratamientos con tres repeticiones para el experimento dos.

En el Experimento 1 se realizaron registros antes de la preparación del suelo y cuando el cultivo avanzaba su ciclo vegetativo, de las propiedades físicas: densidad aparente, infiltración y grado de compactación del suelo. Además se tomaron como referencia algunas características agronómicas del cultivo tales como altura de plantas, longitud radicular y el rendimiento y sus componentes con tres unidades de muestreo por repetición.

En el Experimento 2, la evaluación se basó en el rendimiento del cultivo, aunque se registró la altura de plantas, componentes del rendimiento e índice de cosecha.

La caracterización de los suelos consistió en analizar las principales características físicas y químicas como: pH, materia orgánica, Fósforo, Potasio, conductividad eléctrica, densidad aparente, infiltración y textura, además se determinó el grado de compactación del suelo con el índice de cono o resistencia a la penetración, mediante el uso del penetrómetro de cono, con el cual en cada sondeo se registraban lecturas cada 3.5 centímetros.

Preparación del suelo: La preparación de suelos con arado de discos se hizo con un pase profundo (25-30 cm) complementado con dos pases de rastra pesada y uno con rastrillo.

En el tratamiento de arado de cinceles se dio un primer pase a profundidad de 20 cm y un segundo a 45 grados y mayor profundidad y se complementó con dos pases de rastra y un pase de rastrillo. En la

Loc. 2, este tratamiento no se pudo realizar debido a las condiciones críticas de humedad del suelo.

En labranza mínima se efectuó quema química con el herbicida Round Up y se sembró al voleo manual con semilla pregerminada.

La labranza tradicional consistió en hacer cuatro pases con rastra pesada y dos pases con rastrillo de discos. Los suelos del experimento 2 se prepararon de igual manera.

En ambos experimentos se utilizó la variedad mejorada Oryzica 1 con 180 Kg/ha de semilla. La siembra se realizó con voleadora, exceptuando el tratamiento con labranza mínima.

Trazado y construcción de caballones

En el tratamiento de piscinas con caballones en curvas a nivel, se trazaron 2-3 por parcela. En el tratamiento de piscinas rectangulares, cada parcela se dividió en tres piscinas de tal manera que guardaran proximidad con las dimensiones recomendadas por la literatura (ancho: 20 metros; largo: 100 metros para suelos con pendientes menores del 3% y texturas finas). Los caballones se construyeron con una base de 30 cm y altura de 25 cm con un caballoneador.

Manejo agronómico del cultivo

Se realizó según los requerimientos del cultivo en cada localidad, dentro de los parámetros generales del manejo integrado del cultivo, sin apartarse de ciertas circunstancias de manejo tradicional de la zona. Aproximadamente un 70% del lote permaneció inundado.

Cosecha y rendimiento real

Se realizó con cosechadora o combinada y parcela por parcela. Se contó el número de bultos, se pesaron y se les determinó el contenido de humedad. Los pesos referenciados al 14% de humedad y 0% de impurezas dan el rendimiento real.

Análisis estadístico

Consistió en la realización del análisis de varianza, la diferencia mínima significativa y la prueba de comparaciones múltiples de Duncan a las principales variables.

Análisis económico

Se usó el método de los presupuestos parciales. Los costos de producción analizados corresponden a los que normalmente se generan en un cultivo, sin considerar los gastos extras exigidos por la categoría de investigación.

RESULTADOS Y ANALISIS

Caracterización físico-química

El análisis químico de suelos es una práctica poco conocida por los agricultores, lo cual no ha permitido hacer planes de nutrición y fertilización que se ajusten a las necesidades del cultivo. Los resultados y su análisis según las recomendaciones de Montenegro, (1990), se presentan a continuación (Tabla 1).

Reacción del suelo o pH

El rango óptimo para el cultivo de arroz es 5.6 - 6.4; en ambas localidades el pH está dentro del intervalo de tolerancia adecuado para el normal desarrollo del cultivo.

Materia orgánica

La materia orgánica es considerada la llave de la fertilidad del suelo, ya que proporciona nutrientes y contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas y biológicas del mismo. En los suelos estudiados el contenido de materia orgánica es bajo en la Loc. 1 y en la Loc. 2 apenas logra incluirse dentro del rango medio (2-4%).

En general, los suelos de la región de La Mojana presentan contenidos bajos de materia orgánica a causa del inadecuado uso y manejo. La continua explotación del recurso suelo sin proporcionar las enmiendas necesarias para su recuperación ha deteriorado la fertilidad y otras propiedades.

Bases intercambiables

- ◆ **Calcio y magnesio.** Los contenidos de estos elementos en el suelo se encuentran muy por encima de los niveles críticos y muy por debajo de los niveles tóxicos.
- ◆ **Fósforo.** La disponibilidad en ambas localidades es baja (menor de 10 p.p.m.), e insuficiente

TABLA 1. Análisis químico de los suelos en La Esperanza y Santa Elena.

| Determinación | La Esperanza | Santa Elena |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| pH | 6.3 | 5.7 |
| M.O. (%) | 1.1 | 2.1 |
| Ca/Mg | 1.5 | 3.1 |
| Ca (meq./100 gr de suelo) | 10.0 | 12.6 |
| K (meq./100 gr de suelo) | 0.1 | 0.2 |
| Na (meq./100 gr de suelo) | 0.1 | 0.3 |
| C.I.C. (meq./100 gr de suelo) | 16.8 | 17.2 |
| P (p.p.m.) | 4.5 | 6.6 |
| Fe (p.p.m.) | 120.0 | 110.0 |
| Cu (p.p.m.) | 6.7 | 5.2 |
| Mn (p.p.m.) | 15.3 | 17.4 |
| Zn (p.p.m.) | 1.2 | 1.8 |
| B (p.p.m.) | 0.2 | 0.2 |
| C.E. (ds/m) | 0.2 | 0.4 |

para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo.

- ◆ **Potasio.** Se encuentra en nivel crítico, con contenidos por debajo de las exigencias nutricionales del cultivo de arroz.
- ◆ **Elemento menores.** En ambas localidades los elementos hierro, cobre y manganeso se encuentran en cantidades normales para el cultivo del arroz. El zinc y el boro se encuentran en niveles críticos y debe hacerse fertilización con estos elementos.
- ◆ **Sodio y salinidad.** La conductividad eléctrica presenta valores muy bajos, lo cual indica la no presencia de sales solubles en los suelos de ambas localidades. Los contenidos de Sodio están muy por debajo del 15%, lo cual disminuye los riesgos de problemas de salinidad en los suelos de los lotes estudiados.

Propiedades físicas

Las áreas estudiadas en las dos localidades corresponden a suelos con pendiente menor del 3%, clase textural francoarcilloso o arcilloso, superficiales y con drenaje de regular a malo.

- ◆ **La densidad aparente** presenta valores relativamente altos en los primeros 20 cm del perfil,

mostrando la tendencia a compactarse con la agricultura intensiva y el pastoreo de las socas (Tabla 2).

- ◆ **Resistencia a la penetración.** En la figura 1 se representa el comportamiento de la resistencia del suelo a la penetración a diferentes profundidades antes y después de aplicar los tratamientos en la localidad 1. Se confirma la existencia de problemas de compactación, pues se registraron valores cercanos al crítico (2 Mpa) (Soane, B.D. y Van Duwerkerk, C. 1994).

TABLA 2. Características físicas de los suelos en los primeros 20 cm

| Característica | La Esperanza | Santa Elena |
|-----------------------------------------|--------------|-------------|
| Textura | F.A. | F.A. |
| Densidad Aparente (gr/cm ³) | 1.35 | 1.25 |
| Densidad Real (gr/cm ³) | 2.60 | 2.66 |
| Porosidad (%) | 48.10 | 53.30 |
| Infiltración Básica (cm/hr) | * | 1.30 |

* No se determinó en esa localidad.

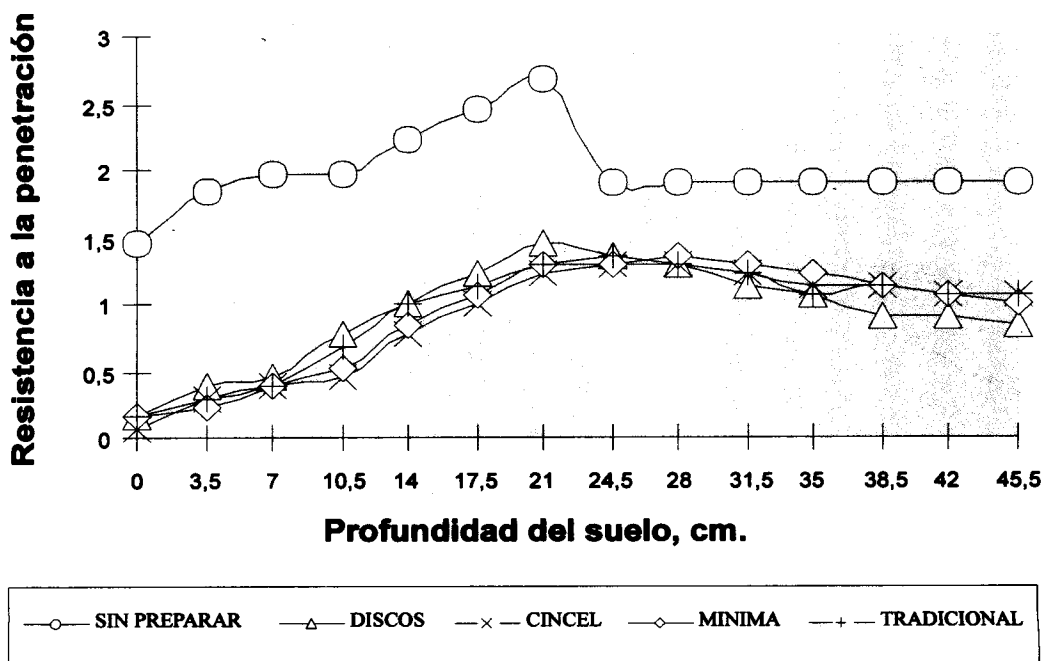


FIGURA 1. Resistencia a la penetración según métodos de preparación de suelos, finca Santa Elena, 1996.

◆ *Velocidad de infiltración.* Es lenta, originando poco almacenamiento de agua en el suelo y abundantes pérdidas por escorrentía.

Cambios en las propiedades físicas de los suelos con los métodos de preparación

Todos los tratamientos redujeron la densidad aparente e incrementaron el porcentaje de porosidad, condiciones altamente favorables para la siembra y el de-

sarrollo de los cultivos, según Montenegro, H. (1990). En la localidad 1, el tratamiento con arado de discos presenta diferencia significativa con relación a los tratamientos de labranza mínima y tradicional en el valor de la densidad aparente. No se registró diferencia entre estos dos últimos tratamientos. En la localidad 2, solo el tratamiento con arado de cincelos presenta diferencias significativas con respecto a los demás, aunque en menor proporción que las variaciones registradas en la localidad 1 (Tabla 3).

TABLA 3. Valores de densidad aparente y porosidad después de la preparación de suelos.

| Tratamiento D.A. | La Esperanza | | Santa Elena | |
|----------------------|---------------|-------|---------------|-------|
| | D.A. (gr/cm³) | n (%) | D.A. (gr/cm³) | n (%) |
| Arado de discos | 1.11 | 57.3 | 1.18 | 55.6 |
| Arado de cincel | * | * | 1.14 | 57.1 |
| Labranza mínima | 1.21 | 53.5 | 1.19 | 55.3 |
| Labranza tradicional | 1.23 | 52.7 | 1.20 | 54.9 |

* Tratamiento no ejecutado.
D.A. = Densidad Aparente. n= Porosidad.

El grado de compactación de los suelos disminuyó en cada uno de los tratamientos, tanto para los suelos en estudio de La Esperanza como de Santa Elena. Aquí se pudo comprobar lo expresado por Wes *et al* (1958), citados por Guerrero (1990), donde manifiestan que la densidad aparente y la resistencia a la penetración están estrechamente relacionados.

Los valores de resistencia a la penetración después de aplicados los tratamientos estuvieron por debajo del valor crítico lo cual prevé la no existencia de ningún tipo de limitante en el suelo para el desarrollo radicular de las plantas de arroz.

Precipitación y humedad del suelo

La mayor precipitación durante el ciclo del cultivo se presentó en el área donde se localiza la finca Santa Elena, pero no siendo demasiado importante la diferencia en relación con la precipitación registrada en La Esperanza. Igualmente, los más altos contenidos de humedad en los tres sistemas de adecuación, se presentaron en Santa Elena. En ambas localidades sobresalió el sistema con piscinas en curvas a nivel (Tabla 4).

TABLA 4. Humedad del suelo en los diferentes mecanismos de aprovechamiento de la precipitación.

| Tratamiento | La Esperanza | Santa Elena |
|-------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Piscinas en curvas a nivel | 42.95 | 43.19 |
| Piscinas rectangulares | 41.25 | 42.90 |
| Sistema tradicional | 39.46 | 40.18 |
| Precipitación durante el ciclo del cultivo (mm) | 1441.5 | 1541.5 |

Rendimiento

Métodos de preparación de suelos

El mayor rendimiento registrado en la Loc. 1 se obtuvo con el tratamiento de arado de discos, el cual arrojó una producción superior a lo comúnmente presentado en la zona. En la labranza tradicional la producción se mantuvo dentro del parámetro normal de la región. El rendimiento obtenido en el tratamiento de labranza mínima fue muy bajo debido a la invasión de malezas.

En la Loc. 2 los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos con arado de discos y con arado de cincel, presentándose producciones muy por encima del promedio general de la zona (Tabla 5). El menor rendimiento correspondió al tratamiento con labranza mínima, el cual, sin embargo, dio una producción aceptable; mientras que el tratamiento con labranza tradicional incrementó su producción en comparación con registros de rendimiento del cultivo de años anteriores en ese mismo lote. Esto se debió a la realización oportuna de labores y a la frecuencia de las lluvias.

Mecanismos de aprovechamiento de la precipitación

Los tratamientos en la Loc. 1 arrojaron producciones altas, sin diferencias significativas, pero sí con respecto al testigo. Sin embargo, el tratamiento con piscinas rectangulares muestra una ligera superioridad (Tabla 5).

En la Loc. 2 no se presentaron diferencias significativas de los rendimientos entre los tratamientos

TABLA 5. Rendimientos del cultivo de arroz obtenidos en los experimentos instalados para La Esperanza y Santa Elena.

| Tratamiento | La Esperanza Rendimiento (Ton/ha.) | Santa Elena Rendimiento (Ton/ha.) |
|----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Arado de discos | 4.3 | 6.0 |
| Arado de cincel | | 6.0 |
| Labranza mínima | 1.1 | 4.3 |
| P. en curvas a nivel | 4.6 | 5.3 |
| P. rectangulares | 5.0 | 5.1 |
| Sistema tradicional | 3.6 | 5.1 |

innovados en relación con el manejo tradicional, debido a la frecuencia y cantidad de lluvias que enmascaró el efecto esperado de los caballones.

RESULTADOS ECONÓMICOS

En ambas localidades los ingresos netos del sistema de labranza innovada (arado de discos y arado

de cincel) fueron superiores a los obtenidos con el sistema tradicional. En la Loc. 2 se registró una rentabilidad muy superior a la obtenida en la Loc. 1. (Tabla 6).

En el sistema de labranza mínima los costos de producción fueron los más bajos, pero en la Loc. 1 la rentabilidad fue negativa, debido al bajo rendimiento.

Los costos de producción para el sistema de labranza tradicional sin adecuación predial no tuvieron mayor diferencia con respecto a los costos bajo ese mismo sistema con adecuación predial. La rentabilidad para estos últimos fue mayor que en los primeros, tanto en La Esperanza como en Santa Elena.

En forma general, los costos de producción en Santa Elena fueron ligeramente superiores que los costos en La Esperanza, incremento que lo establece el transporte debido a la ubicación de la finca Santa Elena en relación con los centros comerciales.

CONCLUSIONES

- ◆ El empleo de los arados de discos o de cincele permite descompactar el suelo mejorando las propiedades físicas, lo que se manifiesta en mejores rendimientos y mejor rentabilidad de la producción de arroz.

TABLA 6. Relación de ingresos netos* y rentabilidad de los tratamientos en las dos localidades. 1996.

| Tratamientos | La Esperanza | | Santa Elena | |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Ingreso Neto | Rentabilidad | Ingreso Neto | Rentabilidad |
| Labranza innovada | 289524 | 30.2 | 724871 | 75.0 |
| Labranza mínima | -468680 | -59.5 | 410552 | 51.7 |
| Tradicional | 244464 | 26.3 | 458567 | 47.3 |
| Adecuación Pred. | 403.402 | 40.8 | 480847 | 49.3 |

* Pesos de 1996 (\$1000/US dollar)

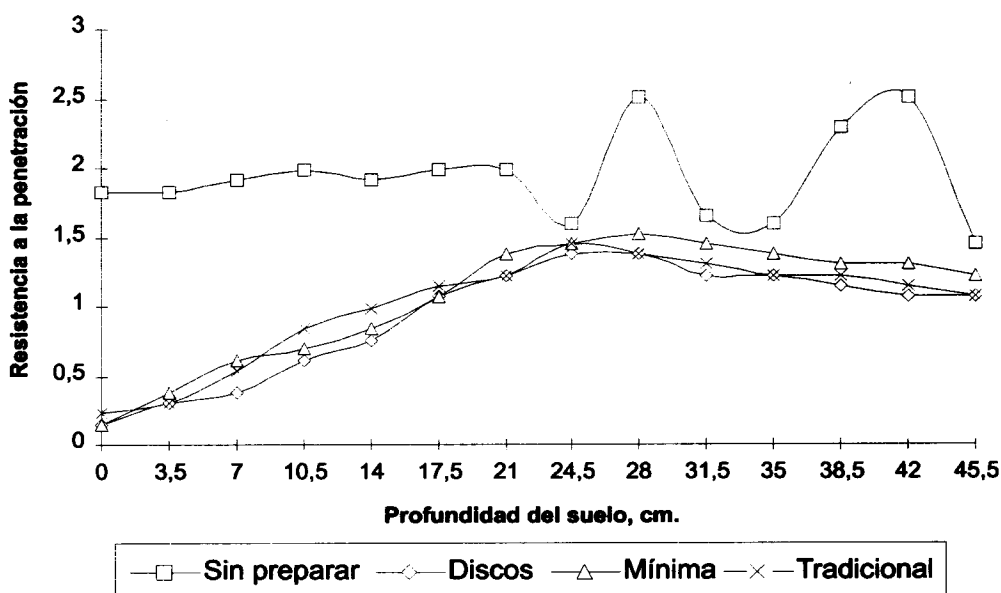


FIGURA 2. Resistencia a la penetración según métodos de preparación del suelo, finca La Esperanza.

- ◆ La labranza mínima puede considerarse como alternativa cuando no se puede hacer una preparación óptima del suelo. Sin embargo, es necesario disponer de una sembradora de precisión para asegurar una buena germinación.
- ◆ Los sistemas de labranza innovada y las piscinas con caballones en curvas a nivel resultaron prácticas técnicamente viables, de buena rentabilidad y fueron socialmente aceptados.
- ◆ La infraestructura en la región es inadecuada para la producción arrocera: la maquinaria agrícola es obsoleta; la disponibilidad de bodegas de almacenamiento es deficiente y el transporte de la finca al centro de acopio requiere cambios de vehículo y medios de transporte que reducen drásticamente la rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Federación Nacional de Arroceros, Fedearroz. (1995).** Subgerencia Técnica. Un paso adelante en investigación y transferencia de tecnología. Santafé de Bogotá.
- Forero S., J.A. (1986).** Métodos de riego por superficie. En: Manual de riego y drenaje. Programa manejo de aguas. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Santafé de Bogotá.
- Guerrero, L. (1990).** Labranza y propiedades físicas del suelo. En: Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santafé de Bogotá.
- Montenegro, H. (1990).** Interpretación de las propiedades físicas del suelo. En: Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Memorias seminario taller Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santafé de Bogotá.
- Puentes, B. (1995).** En: Revista Arroz. Vol. 44 (398). P. 26. Sept - octubre 1995.
- Soane, B. D. y Van Duwerkerk, C. (1994).** Soil Compaction in Crop Production. Elsevier, Netherlands.
- Tascón, E. y García, E. (1985).** Arroz: investigación y producción. Memorias curso capacitación sobre arroz. CIAT. Palmira, Colombia.
- Vargas Z., J.P. (1986).** Análisis de los limitantes tecnológicos del cultivo de arroz en Colombia. En: Revista Arroz. Vol. 35 (345). Noviembre-diciembre, Santafé de Bogotá.

Abonos verdes: Alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos arroceros de La Mojana

Carlos Sánchez¹, Margarita Ramírez², Benjamín Rivera¹,
Rodrigo Garcés¹, Virginia Montiel¹, Gloria Corredor³

RESUMEN

En la región de la Mojana situada en la Costa Caribe de Colombia, la principal actividad agrícola es el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) localizado en suelos con limitaciones por compactación, baja fertilidad, nivel freático alto y ausencia de rotación de cultivos, lo cual ha ocasionado una degradación acelerada. El uso de los abonos verdes es conocido en el mundo para la recuperación de suelos que presentan degradación, pero esta práctica es desconocida por los agricultores de la región. El objetivo del trabajo fue la evaluación de las leguminosas frijol caupí (*Vigna unguiculata*, L. Walp), vitabosa (*Mucuna deeringianum*, L.), canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.) y crotalaria (*Crotalaria spectabilis*, L.), utilizadas como abono verde, por su capacidad de producción de materia seca, adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas, mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos y su efecto sobre la producción de arroz. Se sembraron al inicio de la temporada seca (enero 1996) en dos localidades en parcelas de 1000 m² en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Al inicio de la floración se incorporaron al suelo mediante dos pases cruzados de rastra aradora. Al comienzo de la temporada de lluvias se sembró arroz (*Oryza sativa*) estableciendo subparcelas con tres niveles de nitrógeno (0, 30 y 60 kg N/ha). Las leguminosas presentaron buena adaptación, pero la *Crotalaria* sobresalió por la acumulación de materia seca, mejor control de malezas y buen efecto en el rendimiento de arroz..

Palabras claves: Abonos verdes, arroz, mejoramiento de suelos, región de La Mojana.

ABSTRACT

Within the Mojana region, in the Caribbean coast of Colombia, the main agricultural commodity is rice (*Oryza sativa*) grown in compacted, low fertility soils with high water tables and without crop rotation. This situation has brought about a ever increasing degradation. Although the use of green manure crops is widely known to be a good reclamation practice for degraded soils, it is not known in this region. The aim of this project is to evaluate some bean varieties as green manure crops, namely *Vigna unguiculata*, L. Walp; *Mucuna deeringianum*, L.; *Canavalia ensiformis*, L. and *Crotalaria spectabilis*. These varieties were selected due to their high dry mater production, adaptability to

-
- 1 Investigador CORPOICA Programa Regional Agrícola , Regional 2, Centro de Investigaciones Turipaná, AA. 602 Montería, Colombia.
 - 2 Coordinadora Programa Nal. Manejo Integrado de Suelos y Aguas, CORPOICA, Tibaitatá. AA 240142 Las Palmas, Santafé de Bogotá, Colombia.
 - 3 Investigador CORPOICA, Programa Reg. Agrícola 2 y P. Manejo Integrado de Suelos y Aguas, Tibaitatá. AA 240142 Santafé de Bogotá, Colombia.
-

ANALIZADO

the region's soil and climatic conditions, capacity for improving the yielding capacity of soils and therefore improve rice yields. Twelve 1,000 m² plots were sown at the beginning of the dry season in 1996 at two different locations with a split-plot design with three repetitions. The green manure crops were ploughed in twice with a trailer plough. At the beginning of the rainy season rice was sown (*Oryzica 1*) each plot with three different nitrogen levels (0, 30 and 60 kg/ha). The four leguminous crops adapted well to the local conditions but *crotalaria spectabilis* stood out due to its dry matter accumulation, better weed control and notorious effect on rice yield.

Key Words: Green manures, rice, crops rotation, soils improvement, Mojana region.

INTRODUCCIÓN

La región de la Mojana situada en la Costa Caribe de Colombia, es un conjunto de ecosistemas sujeto a inundaciones periódicas en el cual la principal actividad agrícola es el cultivo del arroz (*Oryza sativa*), en secano mecanizado cultivándose anualmente entre 15.000 ha y 25.000 ha, con rendimientos de 3500 kg/ha, involucrando a unos 1.400 productores medianos y pequeños en áreas entre 2 y 50 hectáreas, localizadas en las terrazas medias y altas, en suelos preparados durante muchos años con rastras pesadas y a humedades del suelo inadecuadas, lo que ha ocasionado compactación, manifestada en rendimientos decrecientes de la producción e incremento en el uso de fertilizantes y herbicidas (CORPOICA, 1996). Además presentan baja fertilidad, nivel freático alto y ausencia de rotación de cultivos, lo cual los ha llevado a una degradación acelerada.

El uso de abonos verdes es una práctica conocida a nivel mundial para la recuperación de suelos que presentan degradación (McDonough J.F. et al, 1995); (Becker M., Ladha J.K. and Ali M., 1995), pero es desconocida por los agricultores de la región.

Mediante una estrategia de investigación participativa en la cual los experimentos se realizaron con los productores en sus fincas, se evaluaron durante 1996 en dos localidades, cuatro especies de leguminosas reportadas en la literatura como adecuadas para abonos verdes (Baird G.B., Rodriguez M., Martínez B. y Suárez G. 1957); (Praguer M. y Angel D., 1989) y (Pandey R.K., 1991), teniendo en cuenta la producción de biomasa y materia seca, adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región, precocidad, mejoramiento de la capacidad productiva del suelo y su efecto en el rendimiento del arroz sembrado después de la incorporación.

Este estudio demostró que las leguminosas evaluadas se adaptan bien: el frijol caupí presentó la más baja cantidad de materia seca acumulada, pero se obtuvo la mejor respuesta en producción de arroz; la

crotalaria sobresalió por su alta producción de materia seca, control de malezas y por su efecto en el rendimiento de arroz, comprobando que se pueden lograr ahorros importantes de fertilizante nitrogenado y con aumento de rendimiento, lo que representa una mayor rentabilidad del cultivo. Sin embargo, la cuantificación de la mejora en propiedades físicas y biológicas del suelo debe ser evaluada durante varios ciclos de cultivo.

METODOLOGÍA

Los experimentos se realizaron durante 1996 en las localidades de Guaranda (Finca La Esperanza, Loc. 1) y Majagual (Finca Santa Elena, Loc. 2), correspondientes a suelos Vertic Tropaquepts y Fluvaquentic Eutropepts (Soil Taxonomy, Departamento de Agricultura de EEUU). Las leguminosas evaluadas fueron: frijol caupí (*Vigna unguiculata*, L. Walp), vitabosa (*Mucuna deeringianum*, L.), canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.) y *crotalaria* (*Crotalaria spectabilis*, L.), las cuales se sembraron en parcelas de 1000 m² en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones.

Los abonos verdes se sembraron al inicio de la temporada seca (enero) y entre 49 y 76 días, al inicio de la floración de cada especie, se incorporaron al suelo mediante dos pases cruzados de rastra aradora. Se tomaron registros de cantidad de forraje verde, materia seca de las leguminosas y de las malezas presentes y los días a incorporación.

Al inicio del periodo lluvioso (mayo), las parcelas se sembraron al voleo con 180 kg/ha de semilla de arroz (*Oryzica 1*) y se establecieron subparcelas con tres niveles de nitrógeno (0, 30 y 60 kg N/ha). El efecto de la incorporación al suelo de las leguminosas en la producción de arroz se midió por el rendimiento de grano comparado con el testigo del agricultor (sin uso de abono verde). Además, se midieron los parámetros agronómicos de altura de plantas y longitud de raíces. Los datos se analizaron estadís-

ticamente mediante la varianza, la diferencia mínima significativa y la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las leguminosas presentaron buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región, pero la especie crotalaria sobresalió ampliamente por su capacidad de acumulación de materia seca, la cual fue de 11.6 t/ha y 10.9 t/ha en periodos de 76 y 70 días después de la germinación en las localidades 1 y 2 respectivamente. Le siguió vitabosa con 7.7 t/ha y 4.7 t/ha; canavalia con 3.1 t/ha y 3.7 t/ha y frijol caupí, con 3.2 t/ha y 1.7 t/ha (55 y 49 días después de la germinación).

El contenido de materia seca de la crotalaria fue de 24% indicando una alta lignificación del material, frente al 10% del frijol caupí. La crotalaria presentó el mejor control de malezas, permitiendo solamente la producción de 0.2 y 0.5 t/ha de materia seca de las malezas en las localidades 1 y 2 respectivamente, frente a 3.5 t/ha de las malezas que crecieron en

asocio con canavalia y 0.7 t/ha del asocio con frijol caupí y vitabosa. (Tablas 1 y 2). Además, las malezas que lograron crecer en asocio con crotalaria no produjeron semillas, como sí ocurrió en los otros abonos verdes.

El efecto de la incorporación de las leguminosas en la producción de arroz se midió por el rendimiento de grano y sus componentes. El análisis de varianza de la Loc. 1 presenta diferencias significativas (5%) para niveles de nitrógeno en las variables rendimiento y altura de planta y diferencias altamente significativas en la longitud de raíz cuando se confrontaron los cuatro abonos verdes. Al realizar la prueba de Duncan (Tabla 3), se observaron los mayores promedios de longitud de raíz (cm) en el tratamiento crotalaria + 30 kg N/ha (12 cm), el cual presentó diferencias significativas con la mayoría de los tratamientos, con excepción de frijol + 30 kg N/ha y vitabosa + 60 kg N, y el menor promedio para el tratamiento canavalia + 0 kg N/ha (7.5 cm).

Los mayores promedios de altura de plantas se obtuvieron con los tratamientos crotalaria con 30 y

TABLA 1. Materia seca (t / ha) de cuatro leguminosas utilizadas como abono verde, finca Santa Elena, Majagual - 1996.

| Especie | Días a incorporar | Materia seca especie | Porcentaje % | Materia seca malezas | Porcentaje % |
|------------|-------------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| CROTALARIA | 76 | 11,6 | 22,1 | 0,2 | 14,8 |
| VITABOSA | 72 | 7,7 | 13,5 | 2 | 18,6 |
| FRIJOL | 55 | 3,2 | 9,9 | 1,5 | 11,2 |
| CANAVALIA | 74 | 3,1 | 18,2 | 3,5 | 20,8 |

TABLA 2. Materia seca (t / ha) de cuatro leguminosas utilizadas como abono verde, finca La Esperanza, Guaranda. 1996.

| Especie | Días a incorporar | Materia seca especie | Porcentaje % | Materia seca malezas | Porcentaje % |
|------------|-------------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| FRIJOL | 49 | 0.8 | 6 | 0.7 | 15 |
| CANAVALIA | 62 | 3.3 | 27 | 0.6 | 17 |
| CROTALARIA | 70 | 10.4 | 26 | 0.5 | 16 |
| VITABOSA | 82 | 4.0 | 13 | 0.7 | 16 |

60 kg N/ha y vitabosa con 60 kg N/ha (94.5, 95.6 y 94.7 cm respectivamente), presentando diferencias significativas (5%) con los tratamientos canavalia con 0 kg N/ha (73.5 cm) y canavalia con 30 kg N/ha (56.9 cm) que presentó el menor promedio.

El más alto rendimiento expresado en kg/ha de grano de arroz (Figura 1), se encontró con el tratamiento vitabosa + 60 kg N/ha (4355 kg/ha), el cual presentó diferencias significativas con los tratamientos vitabosa + 0 kg N/ha (2411 kg/ha), canavalia + 0 kg N/ha (2168 kg/ha) y canavalia + 30 kg N/ha (1743 kg/ha) que tuvo el menor rendimiento. Los tratamientos superaron al testigo del agricultor (110 kg N/ha) con excepción de la sola incorporación de abonos verdes y canavalia con 30 y 60 kg N/ha (Tabla 3).

En la Loc. 2, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas (1%) entre tratamientos para la variable rendimiento de grano y sig-

nificativas (5%) para longitud de raíz y altura de planta debido al efecto de los abonos verdes. La interacción abono verde por nivel de N mostró diferencias significativas en la variable altura de planta. No se detectó diferencia entre niveles de N únicamente.

El análisis de la prueba de Duncan mostró diferencias significativas en los promedios de longitud de raíz del testigo (14.3 cm) frente a los tratamientos de incorporación de canavalia con aplicaciones de 30 y 60 kg N/ha (17.7 cm), incorporación de frijol con 60 kg N/ha (17.7 cm) e incorporación de vitabosa sin aplicación de N (18 cm) y con 60 kg N/ha (18.7 cm). Los promedios de altura de plantas mostraron diferencias entre el tratamiento de crotalaria + 60 kg N/ha (117.7 cm) y los tratamientos de incorporación de crotalaria sin N (105.7 cm) e incorporación de vitabosa sin N (105.7 cm) y con aplicación de 30 kg N/ha (106 cm).

TABLA 3. Medias del rendimiento, altura de planta y longitud de raíz de arroz Oryzica 1, posterior a incorporación de abonos verdes, finca La Esperanza, Guaranda 1996.

| Especie | Nivel de N. kg /ha | Rendimiento kg/ha | Altura de la planta, cm. | Longitud de la raíz cm |
|------------|--------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|
| CROTALARIA | 0 | 3066 abcd | 86.4 ab | 9.0 bc |
| | 30 | 3561 abc | 94.5 a | 12.0 a |
| | 60 | 3963 ab | 95.6 a | 9.0 bc |
| CANAVALIA | 0 | 2168 cd | 73.5 bc | 7.5 c |
| | 30 | 1743 d | 56.9 c | 7.9 c |
| | 60 | 3209 abcd | 77.4 ab | 8.4 bc |
| FRÍJOL | 0 | 2732 abcd | 84.3 ab | 8.3 bc |
| | 30 | 4069 ab | 85.4 ab | 10.6 ab |
| | 60 | 3963 ab | 93.2 ab | 9.0 bc |
| VITABOSA | 0 | 2411 bcd | 80.9 ab | 8.1 bc |
| | 30 | 3301 abcd | 89.0 ab | 9.4 bc |
| | 60 | 4355 a | 94.7 a | 10.2 abc |
| TESTIGO | 110 | 3287 abcd | 83.4 ab | 8.3 bc |

Promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente

Para la variable rendimiento (kg/ha) (Figura 2), se observaron diferencias debidas al menor rendimiento del testigo (5200) frente a los demás tratamientos, con excepción de incorporación de crotalaria sin N (6179) y con 60 kg N (6305) e incorporación de vitabosa sin N (5978). Todos los tratamientos de incorporación de abonos verdes superaron en rendimiento al testigo del agricultor (110 kg N/ha). El mejor tratamiento fue la incorporación de fríjol con 30 kg N/ha (7161) y superó al testigo en 1961 kg/ha, equivalentes al 27.4% y con 80 kg N/ha menos (Tabla 4).

La producción del testigo fue inusualmente alta, debido al buen manejo agronómico dado por el agricultor. Sin embargo, es notable la ganancia en rendimiento con incorporación de cualquier abono verde, aún sin aplicación de nitrógeno. No hubo diferencias significativas en rendimiento de arroz con la incorporación de frijol y crotalaria y aplicación de 0, 30 o 60 kg N/ha ni al incorporar vitabosa con aplicación de 30 o 60 kg N/ha, pero en todos los tratamientos con 60 kg N/ha hubo volcamiento, lo que sugiere que esta dosis de N es alta. La aplicación de 0 o 30 kg N/ha debe considerarse para la selección del mejor tratamiento, bien sea con crotalaria o con fríjol caupí.

En la localidad 1, el mejor tratamiento fue incorporación de vitabosa y aplicación de 60 kg N/ha. Sin

embargo, es necesario considerar aspectos económicos y ecológicos para la selección de una alternativa de manejo de suelos, considerando la posibilidad de reducir el uso de fertilizante nitrogenado. También debe analizarse otras variables como facilidad de siembra y costo de los abonos verdes, mejor control de malezas y acumulación de materia seca que podría contribuir al mejoramiento del suelo. En este caso, sobresale la crotalaria en ambas localidades.

CONCLUSIONES

Con la incorporación de abonos verdes previo a la siembra de arroz es posible reducir la fertilización química nitrogenada en 80 kg/ha y aumentar el rendimiento de grano en más de 30%, lo que sugiere que esta práctica es una de las más promisorias para la zona.

La crotalaria sobresale como el mejor abono verde para rotación con arroz en la Mojana, por la capacidad de acumulación de materia seca, facilidad de siembra y buen rendimiento de grano de arroz. Pero una mejor definición exige medir durante varios ciclos de cultivo con el fin de conocer la residualidad y aporte de nutrientes y fibra para el mejoramiento de la capacidad productiva del suelo y evaluación de su efecto en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

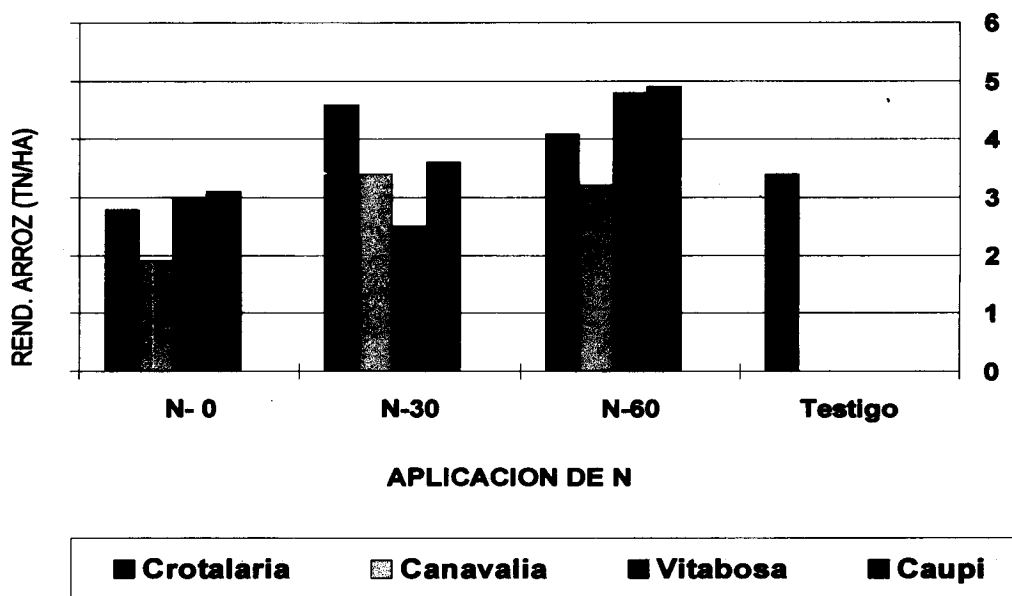


FIGURA 1. Efecto de la incorporación de abonos verdes en el rendimiento de arroz. La Esperanza.

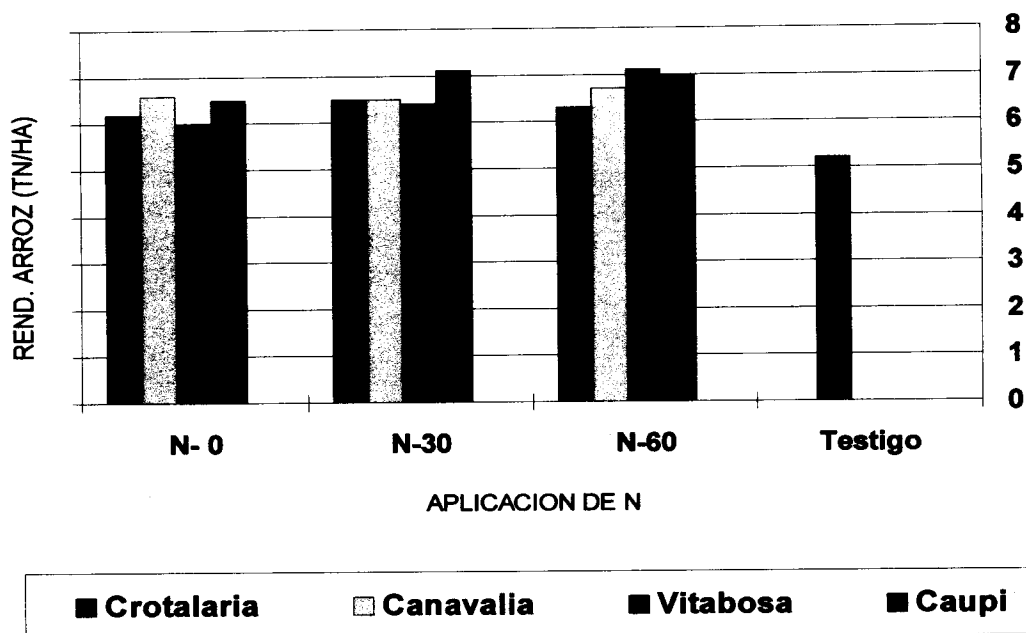


FIGURA 2. Efecto de la incorporación de abonos verdes en el rendimiento de arroz. Santa Elena.

TABLA 4. Medias del rendimiento, altura de planta y longitud de raíz de arroz *Oryzica 1*, posterior a incorporación de abonos verdes, finca Santa Elena, Majagual, 1996.

| Especie | Nivel de N. kg /ha | Rendimiento kg/ha | Altura de la planta, cm. | Longitud de la raíz cm. |
|------------|--------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| CROTALARIA | 0 | 6179 ab | 109.0 ab | 17.3 ab |
| | 30 | 6529 a | 112.7 ab | 15.7 ab |
| | 60 | 6305 ab | 117.7 a | 16.0 ab |
| CANAVALIA | 0 | 6615 a | 105.7 b | 16.7 ab |
| | 30 | 6451 a | 108.7 ab | 17.7 a |
| | 60 | 6770 a | 114.0 ab | 17.7 a |
| FRIJOL | 0 | 6454 a | 115.3 ab | 16.7 ab |
| | 30 | 7161 a | 115.4 ab | 16.8 ab |
| | 60 | 7006 a | 115.7 ab | 17.7 a |
| VITABOSA | 0 | 5978 ab | 105.7 b | 18.0 a |
| | 30 | 6415 a | 106.8 b | 16.0 ab |
| | 60 | 7090 a | 109.7 ab | 18.7 a |
| TESTIGO | 110 | 5200 b | 110.0 ab | 14.3 b |

Promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente

BIBLIOGRAFÍA

- Baird G.B. ; Rodríguez M. ; Martínez B. y Suárez G. (1957)** *Crotalaria juncea*. DIA, Boletín de Divulgación N° 2. Ministerio de Agricultura de Colombia. (23 p).
- Becker M. ; Ladha J.K. and Ali M. (1995)**. Green manure technology : Potential, usage and limitations. A case for lowland rice. *Plant and Soil*. 174 (181-184)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA (1996)**. Caracterización de los sistemas de producción agropecuaria en la región de la Mojana. Informe de avance. Programa Sistemas de producción. Regional 2. Turipaná, Montería.
- McDonugh J.F.; Toomsan B. ; Limpinuntana V. and Giller K.E. (1995)** Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. I. Legume N₂-fixation, production and residual nitrogen benefits to rice. *Plant and Soil* 177, (111-126).
- McDonugh J.F. ; Toomsan B.; Limpinuntana V. and Giller K.E. (1995)** Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. II. Residue decomposition. *Plant and Soil* 177, (111-126).
- Pandey R.K. (1991)**. A primer on Organic-Based Rice Farming. International Rice Research. IRRI. P.O. Box 933, Manila 1099, Phillipines.
- Praguer M. y Angel D. (1989)** Contribución de los Abonos Verdes al mejoramiento de la Calidad de los suelos. Fundatec, Celater, Cali, Colombia. (45 p).

Maíz

TABLA 4. Promedio de rendimiento y otros caracteres agronómicos de 11 cultivares de maíz evaluadas en 11 ambientes.

| Localidad | Rendto. t/ha | Floración días | Alt. plta. (m) | Alt. maz. (m) |
|-------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|
| Tierralta 1 (95A) 1/ | 3.12 d2/ | 51.4 c | 2.24 c | 1.13 C |
| Lorica (95A) | 5.48 ab | 58.1 a | 2.43 b | 1.14 C |
| Cereté 1 (95A) | 6.01 a | 52.7 bc | 2.62 a | 1.17 C |
| Cereté 2 (95A) | 4.65 bc | 59.6 a | 2.37 bc | 1.30 B |
| Carmen de Bolívar (95B) | 2.49 d | 59.1 a | 1.74 e | 0.89 D |
| El Espinal (95B) | 2.66 d | 58.2 a | 2.31 bc | 1.00 Df |
| Cereté 3 (95B) | 5.35 ab | 52.0 bc | 1.85 e | 0.92 D |
| Ciénaga de Oro (95B) | 4.51 bc | 48.8 d | 2.34 bc | 0.95 D |
| Tierralta 2 (95B) | 4.35 c | 51.9 bc | 2.78 a | 1.21 Bc |
| Tierralta 3 (96A) | 5.97 a | 52.8 bc | 2.68 a | 1.46 A |
| Cereté 4 (96A) | 4.65 bc | 53.5 b | 2.01 d | 0.99 D |
| Media general | 4.48 | 54.4 | 2.30 | 1.1 |

1/ Semetre de evaluación

2/ Duncan (P=0.01).

(Tabla 5), seguido por los híbridos experimentales HE-58 (4.75 t/ha) y HE-78 (4.72 t/ha).

Estos no mostraron diferencias significativas entre sí, ni con los demás genotipos en evaluación, pero sí con los testigos locales blancos y amarillos.

La floración femenina varió entre 53 y 56 días. El HR - 661 fue el genotipo más precoz con 53 días

a floración, presentando diferencias altamente significativas con respecto a los demás genotipos blancos. En general, se observó una tendencia de los genotipos amarillos a ser más precoces que los blancos (Tabla 5).

Los cuatro híbridos experimentales HE-03, HE-58, HE-76 y HE-8, presentaron valores cercanos al promedio general en altura de planta y altura

TABLA 5. Valor promedio por genotipo de cuatro características evaluadas en 11 localidades.

| Genotipo | Rendto. t/ha | Floración días | Alt. Plta. (m) | Alt. Maz. (m) |
|------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|
| ICA V-156 | 5.00 a | 55.0 abc | 2.37 ab | 1.16 |
| HE 58 | 4.75 a | 55.1 ab | 2.32 ab | 1.09 |
| HE 78 | 4.72 a | 53.9 bcd | 2.34 ab | 1.08 |
| G 5423 | 4.63 ab | 53.2 cd | 2.23 b | 1.04 |
| Pioner 3000 | 4.56 abc | 55.1 ab | 2.33 ab | 1.16 |
| HE 03 | 4.55 abc | 54.7 abc | 2.27 b | 1.06 |
| HE 76 | 4.55 abc | 54.0 bcd | 2.32 ab | 1.11 |
| ICA V-109 | 4.38 abc | 53.6 bcd | 2.32 ab | 1.15 |
| HR 661 | 4.31 abc | 52.6 d | 2.10 c | 0.92 |
| Media testigo local blanco | 3.95 bc | 56.3 a | 2.46 a | 1.24 |
| Media testigo local amarillo | 3.86 c | 54.6 abc | 2.34 ab | 1.17 |
| Media general | 4.48 | 54.4 | 2.31 | 1.11 |

Duncan (P=0.01).

de mazorca (2.31 y 1.11 m), que no difirieron significativamente con los demás genotipos evaluados, excepto con el HR - 661, que presentó una menor altura de planta y de mazorca con 2.10 m y 0.92 m, respectivamente.

La Tabla 6, muestra los parámetros de estabilidad estimados para rendimiento de nueve genotipos de maíz. En este cuadro, el rendimiento promedio de los genotipos varió de 4.3 t/ha (HR-661), a 5.0 t/ha (ICA V-156), el coeficiente de regresión de 0.97 (HE-78), a 1.20 (ICA V-156) y el desvío de la regresión de 0.06 (Pioneer 3000), a 0.40 (ICA V-109 y HE-58). En este mismo cuadro y en la Figura 1, se muestran las líneas de regresión de los cultivares en los ambientes evaluados, de lo que se deduce que la mayoría de los genotipos evaluados tuvieron coeficientes de regresión estadísticamente iguales a uno similar a la línea de regresión promedio de todos los cultivares. Aunque no hubo diferencia significativa para el rendimiento y la línea de regresión de los híbridos y cultivares mejorados evaluados, ICA V-156, ICA V-109 y HE-58, mostraron una desviación de la regresión significativa. ICA V-109, presentó una clara tendencia a rendir mejor en malos ambientes y el rendimiento de HR

661 estuvo por debajo del promedio general a través de los ambientes.

CONCLUSIONES

Cereté 1 y Tierralta 3, fueron los ambientes que permitieron expresar mejor rendimiento de los cultivares, siendo Carmen de Bolívar y El Espinal, donde se obtuvieron los más bajos rendimientos.

Los híbridos experimentales sencillos HE - 03, HE - 58, HE - 76, HE - 78 fueron similares en rendimiento a los híbridos y variedades comerciales evaluados. Es de destacar el buen comportamiento de la variedad de grano blanco ICA V 156, que mostró el más alto rendimiento a través de ambientes (5.0 t/ha). El híbrido HR661 fue el genotipo con menor altura de planta y de mazorca (2.10 y 0.92 m) y menor rendimiento.

Todos los genotipos presentaron una estabilidad y adaptabilidad similares con una media de rendimiento de 4.48 t/ha. La variedad ICA V-109 mostró mejores rendimientos, mientras que el híbrido HR-661 tuvo el menor rendimiento aunque esto no difirió de valores obtenidos en otros cultivares.

TABLA 6. Medias de rendimiento y parámetros de estabilidad del rendimiento de nueve híbridos de maíz evaluados en 11 ambientes.

| Genotipo | t/ha | β_1 | S 5 | Alt. Maz. m |
|------------------------------|---------------------|-----------|----------|-------------|
| ICA V -156 | 5.00 a ¹ | 1.202 | 0.361 ** | 1.16 |
| HE - 58 | 4.75 a | 1.173 | 0.402 ** | 1.09 |
| HE - 78 | 4.72 a | 0.977 | 0.144 | 1.08 |
| G - 5423 | 4.63 ab | 1.094 | 0.094 | 1.04 |
| Pioner 3000 | 4.56 abc | 1.098 | 0.061 | 1.16 |
| HE - 03 | 4.55 abc | 1.039 | 0.246 | 1.06 |
| HE - 76 | 4.55 abc | 1.088 | 0.078 | 1.11 |
| ICA V - 109 | 4.38 abc | 1.011 | 0.401 ** | 1.15 |
| HR - 661 | 4.31 abc | 1.031 | 0.142 | 0.92 |
| Media testigo local blanco | 3.95 bc | | | 1.24 |
| Media testigo local amarillo | 3.86 c | | | 1.17 |
| Promedio | 4.48 | | | 1.11 |

*,** Significancia $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente.

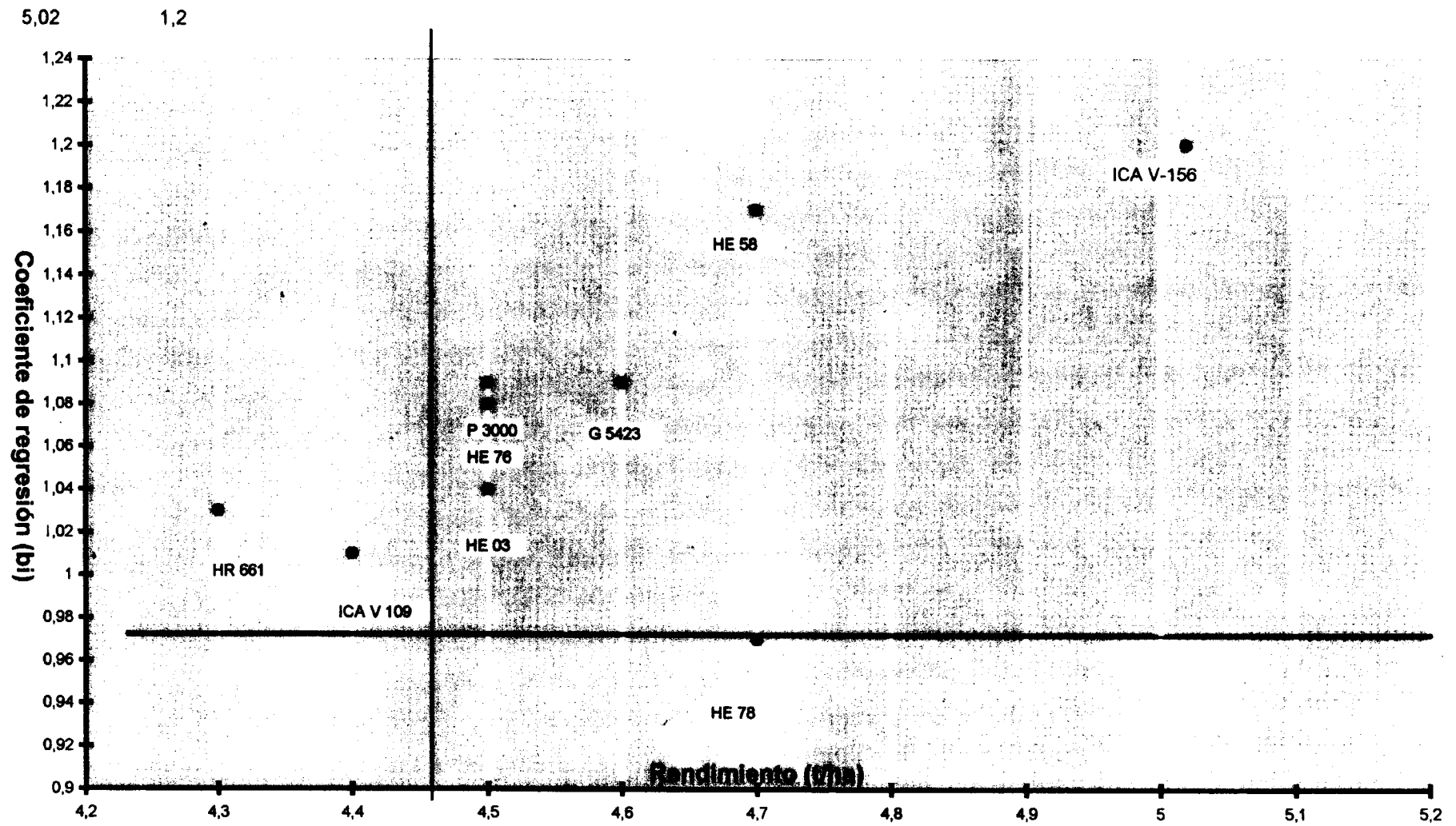


Figura 1. Relación entre el rendimiento y la estabilidad de nueve genotipos de maíz evaluados en 11 ambientes de Colombia.

Reconocimiento

Los autores agradecen a los Ingenieros: Gilberto Negrete, Misael Montes, Andrés Aguas, Francisco Negrete, Félix Hessen de Corpoica; Francisco Santamaría y Juan Carlos Pérez de Fenalce, por su contribución al desarrollo de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Beck D., and S. K. Vasal.** 1993. Our clients, their research capacities, and distributing maize germplasm. Maize Program Special Report. Cimmyt, México, D.F.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Cimmyt).** 1992. Enduring desing for change: An account of CIMMYT's research, its impact and its future directions. México, D.F.
- Córdoba, Hugo.** 1991. Respuestas diferenciales para rendimiento de híbridos de maíz evaluados en ambientes contrastantes de Latinoamérica, PCCMCA 1990. En: Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma para Resistencia a Factores Adversos Bióticos y Abióticos 1990. XXXVII Reunión Anual de PCCMCA República de Panamá. 18 - 21 de marzo de 1991. P 15 - 33.
- Eberhart, S.A.; W. A. Russell.** 1996. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 6: 36-40.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales (Fenalce).** 1996. La hoja económica, No. 39. Santafé de Bogotá. Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT) 1996. Boletín Meteorológico No 8. Departamento de Meteorología. 1 5p.
- Ministerio de Agricultura de Colombia.** 1995. Anuario de Estadísticas del Sector Agropecuario.
- Weber, W.E. and G. Wricke.** 1990. Genotype by environment interaction and its implication in plant breeding. Symposium on genotype by environment interaction and plant breeding. In: Manjit, E and S. Kang. LSU, Agricultural.

ÑAME

Descripción de aspectos productivos, de poscosecha y de comercialización del ñame en Córdoba, Sucre y Bolívar

Carlos Sánchez Vesga¹
Lilian del Pilar Hernández Vásquez²

N

ANALIZADO

RESUMEN

El ñame es un cultivo de pequeños y medianos agricultores, que constituye en muchas regiones la principal fuente de ingresos, de empleo rural y de oferta de alimento a sus pobladores y también es un producto de exportación. Este trabajo presenta un diagnóstico sobre la problemática de los sistemas de producción y comercialización de ñame en los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar. Para su ejecución, se realizaron encuestas socioeconómicas y de comercialización en las principales zonas productoras y centros de mercadeo. Los datos se analizaron usando estadística descriptiva. No se encontraron en Colombia experiencias de aprovechamiento industrial del ñame y son muy pocas las investigaciones orientadas a su valoración como materia prima agro industrial. Existe, sin embargo, un amplio campo de acción para la identificación sistemática de oportunidades tecnológicas que permitan la ampliación del mercado del ñame a nivel nacional.

Palabras claves: cultivo de ñame, mercadeo y comercialización, tecnología de ñame

ABSTRACT

Title: Identification of Problems in Yam Production and Marketing Systems in Córdoba, Sucre and Bolívar Departments of the Caribbean Region in Colombia

Yam production is carried out by medium and small farmers, and it is their main source of incomes, rural employment and basic food, although it is an exportation product, as well. This study shows a diagnosis about the main problems in yam cultivation and their commerce in the departamentos of Córdoba, Sucre and Bolívar. For this purpose, social, economical and of commerce surveys were carried out. Data were analyzed using descriptive statistical methods. It was not possible to find experiences about industrial uses of yam in Colombia and only a few research about the value as raw material for industries. It exist, however, a wide field of possibilities for identification of technological opportunities and applications that will allow amplifying yam market in Colombia.

Key Words: Yam crop, marketing and trade, yam technology.

-
1. CORPOICA, Programa de Investigación Agrícola, Centro de Investigaciones Turipaná, Apartado Aéreo 602, Montería. E-mail: corpoica@monteria.cetcol.net.co
 2. Estudiante de Ingeniería Agrícola, Universidad de Sucre, Sincelejo.
-

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el ñame se usa para alimentación de la población de la Costa Atlántica; es cultivado por pequeños y medianos agricultores y constituye la principal fuente de ingresos y de empleo rural en muchas zonas. Además su exportación a los mercados de Estados Unidos y Europa le genera al país más de US\$2.5 millones anuales.

Para identificar oportunidades de aprovechamiento económico del ñame, como una estrategia para favorecer el desarrollo de los sistemas de producción campesina en los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, se realizó este estudio de identificación de las condiciones actuales de los cultivos y el mercadeo. Se realizó una encuesta socioeconómica y de comercialización. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva

El ñame es un cultivo de bajo nivel tecnológico, sembrado generalmente en asocio, que es intensivo en el uso de mano de obra. La enfermedad foliar conocida como *antracnosis*, que apareció como epidemia en 1990, redujo en más de 70% el área sembrada y la oferta de ñame, aunque a partir de 1993, con buen manejo sanitario y de selección de variedades tolerantes, el área sembrada ha aumentado. La pérdida de peso en almacenamiento y las fallas en comercialización inciden en los precios y la baja rentabilidad para el productor.

La infraestructura de servicios en las zonas productoras es escasa. No hay centros de acopio apropiados para almacenamiento, aunque existe tecnología disponible (Morales, J.E y Vesga, L.D. 1988, y Chamorro, H., y Moreno, F. 1990). La comercialización de ñame es regional para consumo en fresco, aunque una parte se exporta a Estados Unidos, España y Alemania para alimento de la población latina y para uso farmacológico. No hay industrias transformadoras de ñame en Colombia y las investigaciones orientadas a su valoración como materia prima agroindustrial han sido escasas (Pérez P., D. 1990).

Este trabajo constituye un paso en la identificación de las posibilidades técnicas y económicas de aprovechamiento y valoración del ñame, dada la importancia de la producción regional en que están comprometidas las comunidades campesinas.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en las regiones productoras de ñame de Córdoba, Sucre y Bolívar, con la participación de productores. Se identificaron aspectos de la producción, la poscosecha y el mercado del ñame. Además se identificó cualitativamente la demanda de tecnología.

En visitas a fincas se describieron las prácticas agrícolas y de poscosecha, se investigaron parámetros socioculturales, se estableció la disponibilidad y el uso de recursos de producción, se midieron los niveles de producción y productividad de los recursos, y se estableció la estructura de los costos de producción y de los ingresos generados.

La información se captó con una encuesta socioeconómica del cultivo de ñame y una encuesta de comercialización. Dadas las características de uniformidad de la producción, se realizaron 17 encuestas por zona, en fincas definidas con la participación de técnicos de cada zona y se llevaron a una base de datos con el programa EPI INFO 5; a los datos se les hizo análisis de frecuencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aspectos Socioculturales

- ◆ *Tenencia de la tierra y vías de acceso.* Alrededor de 72% de la población posee terreno propio, 16% arriendo y 12% son parceleros. El 98% están ubicados sobre carretables en malas condiciones que encarecen el transporte y ocasionan daño por golpes al producto.
- ◆ *Fuentes de energía, agua y eliminación de aguas negras en las fincas.* De los productores, 65% carecen de una fuente de energía eléctrica, 10% cuenta con energía eléctrica monofásica y 25% con energía eléctrica trifásica. Cerca de 48% de la población obtiene el agua de represas, 8% de algibes, 20% de arroyos, 10% de acueductos y 14% no cuenta con fuente propia de agua. El 70% no tiene infraestructura para eliminación de aguas negras y 30% cuenta con pozos sépticos, lo que sumado a las otras necesidades, constituyen una limitante para el desarrollo agroindustrial.
- ◆ *Infraestructura en finca.* Del total de fincas, 73% cuenta con vivienda propia, en consonancia con el sentido de pertenencia y 27% de las fincas que tienen vivienda cuentan con una bodega o pieza destinada al almacenamiento.

Disponibilidad, Uso y Productividad de los Recursos de Producción

- ◆ **Áreas de cultivo.** De los lotes cultivados con ñame, 78% poseen una extensión entre 0.25 y 5 hectáreas y el 22% restante están entre 5 y 32 hectáreas.
- ◆ **Semillas, fertilizantes fungicidas y herbicidas.** La semilla se separa de la cosecha anterior. No hay comercio de semillas. Solo 17% de los cultivadores fertiliza. Sólo 37% de la población usa fungicidas para el tratamiento de las semillas y 50% usa herbicidas.
- ◆ **Maquinaria, riego y mano de obra.** El 60% de la población mecaniza con maquinaria, pero todos lo hacen con máquinas arrendadas. No se utiliza riego, solo se cultiva ñame en seco. La mano de obra es no calificada, de fácil consecución y se cuenta con el aporte de la familia. El cultivo de ñame espino demanda 124 jornales/ha y el de ñame criollo 116 jornales /ha.
- ◆ **Tutores.** Los productores compran los tutores (varas de madera) a precios elevados, o los consiguen en los rastrojos alrededor del cultivo.
- ◆ **Rendimiento.** En las zonas de estudio el promedio de los rendimientos de ñame espino y ñame criollo es de 12 ton/ha. Cuando se asocia

con yuca y/o maíz, los rendimientos de éstos cultivos son de 13.6 ton/ha y 2 ton/ha respectivamente.

Además, los productores de ñame siembran otros cultivos, pero las especies yuca, maíz, ñame y sus arreglos constituyen el 87% de los cultivados.

Aspectos de Producción

- ◆ **Arreglos del cultivo del ñame:** Los arreglos del cultivo del ñame son tradicionales; la especie *Dioscorea alata* (criollo) es asociada con yuca y maíz y la especie *Dioscorea rotundata* (espino) se cultiva sola o intercalada con yuca o asociada con maíz. El 39% de la población cultiva ñame criollo asociado con maíz y yuca; 16% es ñame espino asociado con yuca; 18% es ñame espino asociado con maíz y 27% es ñame espino o ñame criollo sembrado en el departamento de Bolívar sin asociar.
- ◆ **Variedades sembradas.** En Córdoba y Sucre las variedades sembradas son: criollo, diamante, oso, pico de botella y espino. En Bolívar se siembra ñame espino preferencialmente. La Figura 2. indica los porcentajes en que la población estudiada siembra las variedades de ñame. Sobresalen las variedades oso y espino.

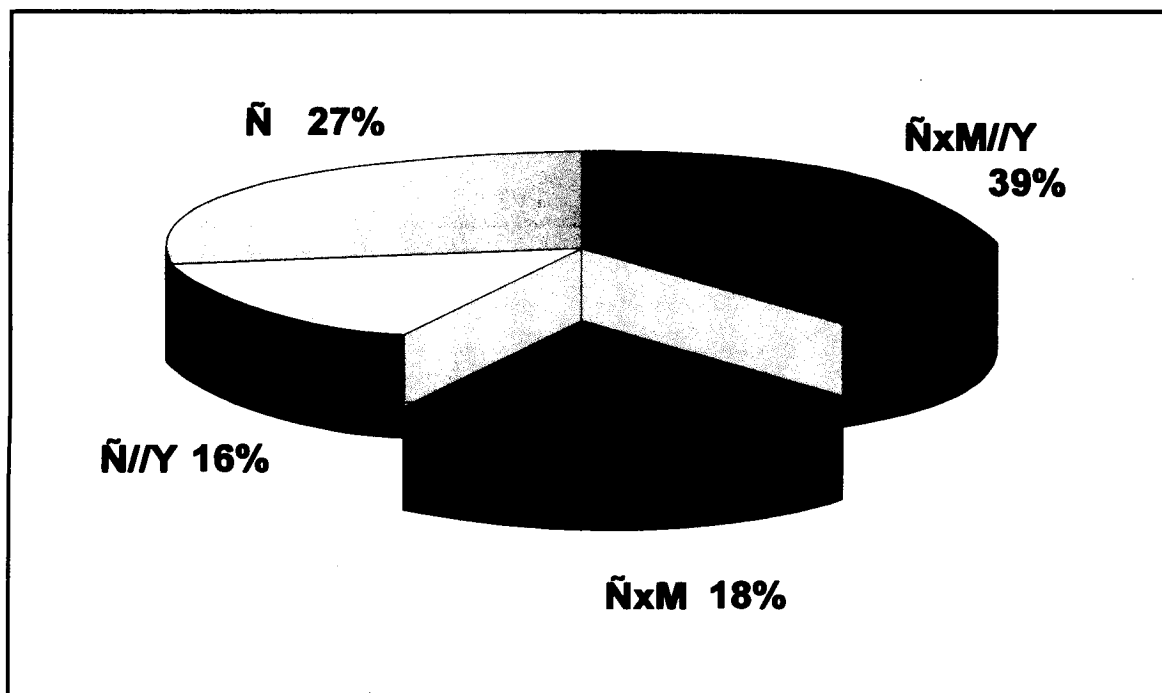


FIGURA 1. Arreglos del cultivo de ñame en la Región Caribe.

Ñ: Ñame M: Maíz Y: Yuca

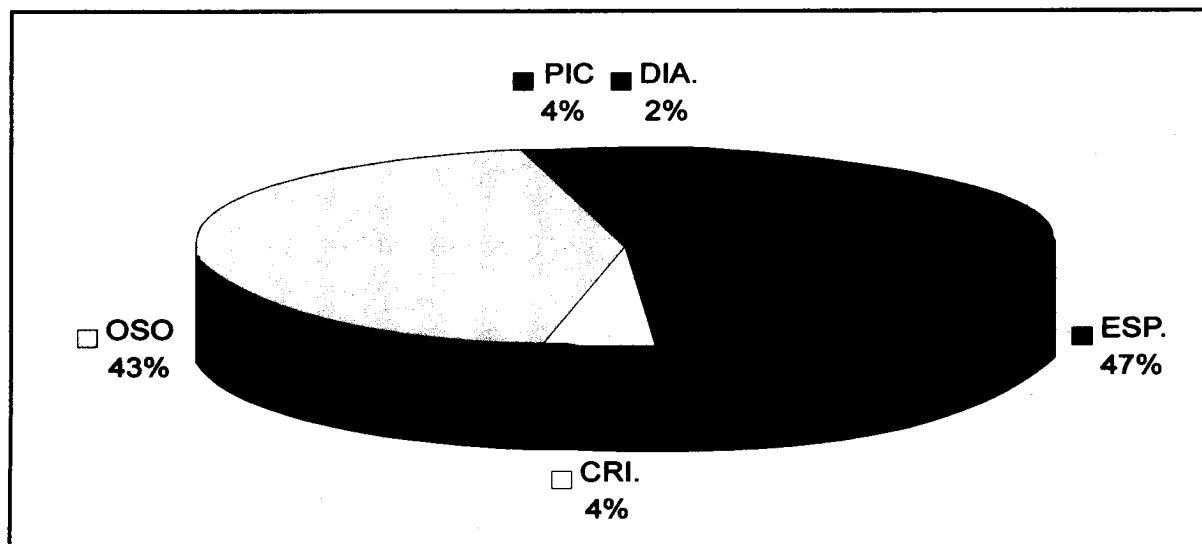


FIGURA 2. Variedades de flama cultivadas en Córdoba, Sucre y Bolívar
 PIC: Pico de botella DIA : Diamante CRI : Criollo ESP : Espino

◆ *Superficie, producción y rendimiento.* La Tabla 1 presenta datos de superficie, producción y rendimientos del cultivo de flama en los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar entre 1987 y 1993. Sobresale la caída en el área sembrada

que pasó de 15.200 hectáreas en 1988 a solo 4140 en 1991 como consecuencia del ataque de la enfermedad *antracnosis*. La reducción fue menor en Bolívar, porque el flama espino es menos susceptible a la enfermedad.

TABLA 1. Superficie, producción y rendimiento de flama.

| Depto. | | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bolívar | *S | 3500 | 3500 | 7600 | 3190 | 4390 | 5155 | 1769 |
| | *P | 33300 | 31500 | 30400 | 20900 | 35120 | 62972 | 24005 |
| | *R | 9514 | 9000 | 4000 | 6552 | 8000 | 12216 | 13570 |
| Córdoba | *S | 6500 | 7700 | 7000 | 927 | 735 | 638 | 3458 |
| | *P | 52000 | 61600 | 48300 | 1824 | 4410 | 4948 | 44380 |
| | *R | 8000 | 8000 | 6900 | 1968 | 6000 | 7755 | 12834 |
| Sucre | *S | 4900 | 4000 | 4500 | 26 | 42 | 283 | 480 |
| | *P | 46600 | 24000 | 22500 | 105 | 504 | 2830 | 5808 |
| | *R | 9510 | 6000 | 5000 | 4038 | 12000 | 10000 | 12100 |

FUENTE : Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 1993-1994

*S : Superficie (ha) *P : Producción (t) *R : Rendimiento (kg/ha)

Prácticas de Producción

Preparación del suelo y siembra

En la producción de ñame criollo se realizan las prácticas de arada, rastrillada, hoyada y siembra; si no se ara, entonces se hace limpieza manual, hoyada y siembra. En ñame espino se hace pica, quema, despalite, hoyada y siembra. Las labores de caballoneo y limpieza mecánica son muy poco utilizadas.

En 50% de las explotaciones se mecaniza la preparación del suelo con una arada y una rastrillada; el resto de las labores se realizan manualmente, incluida la cosecha. La mecanización depende de la topografía del terreno, prevaleciendo sistemas semi mecanizados en áreas planas o ligeramente onduladas; en otros tipos de relieve no se usa la mecanización. En los cultivos asociados no hay un patrón homogéneo sobre cual cultivo se siembra primero ni sobre el tiempo para la siembra de las especies.

El 69% de la población estudiada no trata la semilla. Los que tratan, usan Dithane M-45, aunque algunos utilizan formol.

Labores culturales

Consisten en la fertilización y la limpieza del cultivo, que incluye la aplicación de herbicidas y deshierbes mecánicos y control de enfermedades. Los fertilizantes se aplican sin conocer las necesidades del cultivo y del suelo. Según la clase de fertilizante, la aplicación se hace al voleo, en banda, localizado, fumigado y surcado a chorro. Los productores utilizan "floral", gallinaza, triple quince y urea y lo aplican entre el primer y el tercer mes después de la siembra.

El 50% de la población en estudio usa herbicidas, siendo los más utilizados Lazo, Dual, Karmex, Gramoxone y Round Up. Se realizan entre dos y cinco deshierbes manuales durante los tres primeros meses del cultivo. No se hace control de enfermedades.

En ñame espino o criollo se realiza, además, la tutorada que se hace a los dos meses de sembrado cuando los bejucos tienen suficiente vigor.

Cosecha

En las zonas estudiadas la cosecha se realiza manualmente después de haber cumplido su ciclo ve-

getativo, cuando la parte aérea está seca. Se emplean 40 jornales por hectárea. Para la especie *alata* se hace a los 10 ó 12 meses. En la especie *rotundata* se hace una primera cosecha a los 6 u 8 meses y se llama la *capada*, que consiste en hacer un corte en la parte superior del tubérculo y extraerlo para comercializarlo dejando la cabeza en el suelo, la cual vuelve a tuberizar y produce en tres meses, cuando la planta muere, un tubérculo de forma irregular que se usa como semilla.

Para la extracción de los tubérculos se utilizan cavadores, barretones o palancas con los cuales se cava alrededor del tallo evitando el mínimo contacto con el rizoma. El ñame espino es menos resistente por lo delicado de su corteza.

Prácticas de poscosecha

El ñame criollo se selecciona por peso y tamaño: el de menos de 2 kilogramos se utiliza para semilla, el ñame con peso entre 2 y 6 kilogramos y con corteza lisa se destina a la exportación, el resto va a los mercados locales y para consumo del productor. De la población estudiada 92% no utiliza empaques o usa costales de las cosechas anteriores sin costo, pero con mayor daño del producto por causa de la fricción y el maltrato del manipuleo; 4% empaca en cajas de cartón y 4% restante lo hace en costales. Solo 21% de la población en estudio limpia y selecciona antes de vender, aunque esto no ocasiona rebajas de precio, pero el acopiador o exportador debe realizar estas labores.

El ñame espino no se almacena, por sus características de pérdida de peso rápida, comercializándose inmediatamente después de la cosecha. El ñame criollo presenta mejores características de conservación, que permiten realizar las labores de selección, clasificación, limpieza y almacenamiento del producto y su comercialización directamente o a través de intermediarios. Comúnmente, el ñame se almacena en una pieza que forma parte de la vivienda del productor. Éstas poseen piso de tierra, paredes de bahareque o de caña y techo de palma; algunos productores colocan pedazos de madera formando un piso sobre el cual arruman. En ambos casos, el productor selecciona el material que usará como semilla en la próxima siembra; el problema de la semilla de ñame almacenada es la germinación, que agota las reservas de carbohidratos.

Se desconoce la existencia de cooperativas de productores de ñame, lo cual dificulta la tarea de comercialización por parte de los productores y facilita la acción de los compradores y la conformación del precio, favoreciendo al comprador. Algunas cooperativas de comercialización de productos agrícolas, que hace ocho años realizaban labores de acopio, acondicionamiento y comercialización de ñame, cesaron esta actividad después de la crisis de 1990.

En la información sistematizada no existe referencia sobre alguna forma de agroindustrialización del ñame en la zona, sin descartar la existencia de pequeñas industrias de conservas caseras y ocasionales, sin trascendencia regional.

Estructura de costos e ingresos de los productores

La semilla y los tutores constituyen 40% de los costos de producción de ñame espino y la mano de obra 30%. En la producción de ñame criollo, la mano de obra ocasiona 40% de los costos (Tablas 2 y 3).

El ñame es un producto de demanda inelástica, con gran variabilidad en los precios de acuerdo con las épocas de recolección; como el productor debe vender en la época de mayor oferta, recibe el precio mínimo, porque no cuenta con infraestructura de almacenamiento apropiada y no posee otros ingresos suficientes que le permitan esperar la época de mejores precios.

TABLA 2. Estructura de costos de producción de ñame criollo.

| Labor | Tipo | Mano de obra | | Insumos, maquinaria, servicios | | | | Costo total | |
|------------------------------|------|--------------|---------|--------------------------------|-------|-----------|---------|-------------|-----------------|
| | | Cant. | Gasto | Nombre | Cant. | U. | \$/u. | Gasto | Categoría |
| 1. Preparación terreno | | | | | | | | 65.000 | Contrato maq. |
| Limpieza | Man | 15 | 64.500 | | | | | 64.500 | Mano obra |
| Arada | Mec | | | Arada | 1 | | 48.000 | | |
| Rastrillada | Mec | | | Rastrillada | 1 | | 17.000 | | |
| 2. Siembra | | | | | | | | 140.000 | Insumos |
| Preparación semilla | Man | 2 | 8.600 | Semilla | 4.000 | No.35 | 140.000 | 120.000 | Servicios |
| Ahoyada | Man | | | | | | | 25.800 | Mano obra |
| Siembra | Man | 4 | 17.200 | Contrato | 4.000 | hoyo 30 | 120.000 | | |
| 3. Fertilización | Man | 2 | 8.600 | Fertilizante | 60 | kg 183 | 11.000 | 11.000 | Insumos |
| | | | | | | | | 8.600 | Mano obra |
| 4. Control de malezas | | | | | | | | 11.000 | Insumos |
| 1er. Raspado | Man | 20 | 86.000 | | | | | 202.100 | Mano de obra |
| 2do. Raspado | Man | 15 | 64.500 | | | | | | |
| 3er. Raspado | Man | 10 | 43.000 | | | | | | |
| Uso herbicidas | Man | 2 | 4.300 | Herbicida | 1 | lt 183.3 | 11.000 | | |
| 5. Control de plagas | | | | | | | | | |
| 6. Control enfermedades | | | | | | | | | |
| 7. Otras labores | | 2 | 8.600 | | | | | 8.600 | Mano obra |
| 8. Cosecha | | 40 | 172.000 | | | | | 172.000 | Mano obra |
| 9. Poscosecha | | 4 | 17.200 | Transporte | 168 | bulto 800 | 134.400 | 134.400 | Contrato |
| | | | | | | | | 17.200 | Mano obra |
| Total costo directo | | | | | | | | | 980200 |
| 10. Administración | | | | | | | | 138.176 | Contrato |
| 11. Arriendo | | | | | | | | 60.000 | Contrato |
| 12. Imprevistos | | | | | | | | 98.020 | 10% costo dicto |
| Total costo indirecto | | | | | | | | | 296196 |
| Total costo | | | | | | | | | 1276396 |

TABLA 3. Estructura de costos de producción de ñame espino

| Labor | Tipo | Mano de obra | | Insumos y servicios | | | Costo total | |
|------------------------------|------|--------------|---------|---------------------|---------------|-------------|------------------|----------------|
| | | Cant. | Gasto | Nombre | Cant. Un. | \$/un Gasto | Gasto | Categoría |
| 1. Preparación terreno | | | | | | | 64.500 | Mano de obra |
| Pica | Man | 10 | 43.000 | | | | | |
| Quema | Man | 1 | 4.300 | | | | | |
| Despalite | Man | 4 | 17.200 | | | | | |
| 2. Siembra | | | | | | | 690.000 | Insumos |
| Preparación semilla | Man | 2 | 8.600 | Semilla | 3.000 sem.180 | 540.000 | 120.400 | Mano de obra |
| Ahoyada | Man | | | Contrato | 3.000 hoyo30 | 90.000 | 103.200 | Servicios |
| Siembra | Man | 5 | 21.500 | Bultos | 6 2200 | 13.200 | | |
| Tutores: corte, trans. | Man | 3 | 12.900 | Tutores | 50 No. 50 | 150.000 | | |
| Clavada | | 12 | 51.600 | | | | | |
| Guiada de tallo | | 6 | 25.800 | | | | | |
| 3. Fertilización | Man | 2 | 8.600 | Fertiliz. | 60 Kg. 183,3 | 11.000 | 11.000 | Insumos |
| | | | | | | | 8.600 | Mano de obra |
| 4. Control de malezas | | | | | | | 11.000 | Insumos |
| 1er. Raspado | Man | 18 | 77.400 | | | | 67.700 | Mano de obra |
| 2do. Raspado | Man | 12 | 51.600 | | | | | |
| 3er. Raspado | Man | 8 | 34.400 | | | | | |
| Uso de herbicidas | Man | 1 | 4.300 | Herbicida | 1 lt. 183,3 | 11.000 | | |
| 5. Control de plagas | | | | | | | | |
| 6. Control enfermedades | | | | | | | | |
| 7. Cosecha | | | | | | | 172.000 | Mano de obra |
| 1era. Cosecha | Man | 10 | 43.000 | | | | | |
| 2da. Cosecha | Man | 30 | 129.000 | | | | | |
| 8. Poscosecha | | | | Transp. | 168 bulto 800 | 13.4400 | 134.400 | Servicios |
| Total costo directo | | | | | | | 1.482.800 | |
| 9. Administración. | | | | | | | 138.176 | Contrato |
| 10. Arriendo | | | | | | | 60.000 | Contrato |
| 11. Imprevistos | | | | | | | 148.280 | 10% cost dirto |
| Total costo indirecto | | | | | | | 346.456 | |
| Total costos | | | | | | | 1.829.256 | |

Los productores venden el ñame criollo entre \$6.000 y \$15.000 por quintal (bulto de 50 kg.). No se observa un precio dominante (Figura 3).

El ñame espino se vende entre \$8.000 y \$18.000 por quintal, con predominio del 27% del precio de \$8.000/quintal, lo que da un valor de \$160.000/t. (Figura 4).

Los ingresos están basados en una producción promedio de 12 t/ha y los precios mínimos de venta

de los productores en ambos casos, lo cual genera, sobre la base de venta de \$120.000.00/t, un ingreso neto de \$13.634/t para ñame criollo y sobre la base de \$160.000.00/t un ingreso neto de \$7.562/t para ñame espino. Los ingresos netos por hectárea de ñame criollo son \$163.608 y para ñame espino \$90.744. Los productores de ñame espino que producen su propia semilla tienen ingresos netos superiores y mejor rentabilidad.

La rentabilidad está dada por :

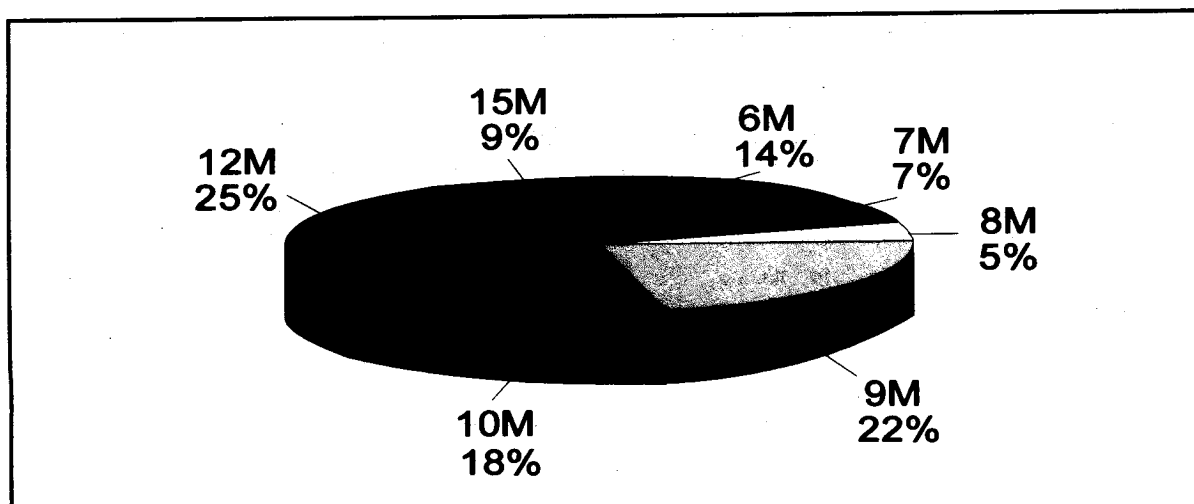


FIGURA 3. Precios de venta por quintal de flume criollo por los productores
M: Miles de pesos.

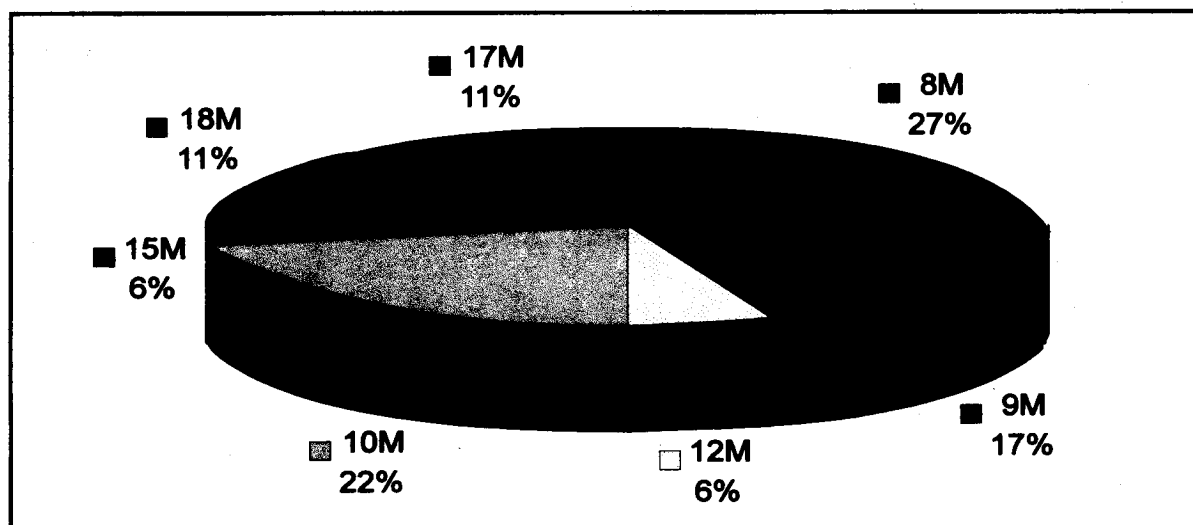


FIGURA 4. Precios de venta por quintal de flume espino de los productores
M: Miles de pesos.

- ◆ Rentabilidad = (Ingresos netos/Costos totales)*100
- ◆ Ingreso neto = (Valor de la producción - Costo de producción)
- ◆ Producción = 12 t/ha
- ◆ Costo de producción = \$1.276.396/ha = \$106.366/t
- ◆ Ingreso neto (flume criollo) = (\$120.000/t - 106.366/t) = \$13.634/t
- ◆ Ingreso neto /ha (flume criollo) = \$163.608/ha
- ◆ Rentabilidad (flume criollo) = [(\$163.608/ha)/(\$1.276.396/ha)]*100 = 12.8%
- ◆ Costo de producción = \$1.829.256/ha. = \$152.438/ton.

- ◆ Ingreso neto (flume espino) = (\$160.000/t - \$152.438/t) = \$7.562/t
- ◆ Ingreso neto/ha (flume espino) = \$90.744/ha
- ◆ Rentabilidad (flume espino) = [(\$90.744/ha)/(\$1.829.256/ha)]*100 = 5.0%

Comercialización

En la comercialización de flume se pueden encontrar diferentes tipos de agentes comercializadores: acopiador, mayorista, cooperativas, minoristas, exportadores y supermercados; prevaleciendo el agente minorista, seguido en su orden por mayoristas y su-

permercados. El producto se vende a través de las compras personales. La Figura 5 muestra el diagrama de flujo que predomina en la comercialización del producto.

Prevalece la compra en efectivo con 54%, a crédito 29% y combinado crédito y efectivo 17%. Los agentes mayoristas y minoristas comercializan diariamente mientras que los exportadores y supermercados lo hacen semanalmente y en algunos casos mensualmente

Los precios de compra del flame criollo varían en un amplio rango, entre \$4.000 y \$17.000 por quin-

tal. El 60% oscila entre \$4.000 y \$7.000 por quintal. El valor más frecuente es \$6.000 (Figura 6).

Los precios de compra del flame espino varían desde \$9000 hasta \$25000 por quintal. Los porcentajes de variación de compra son casi iguales para todos los precios, lo cual revela la demanda inelástica de este producto (Figura 7).

En la venta sigue prevaleciendo el sistema de pago efectivo, lo cual es una consecuencia de la variabilidad de la conformación de precios del producto.

Los precios de venta de flame criollo variaron desde \$5.000 hasta \$20.000, pero 70% varió desde

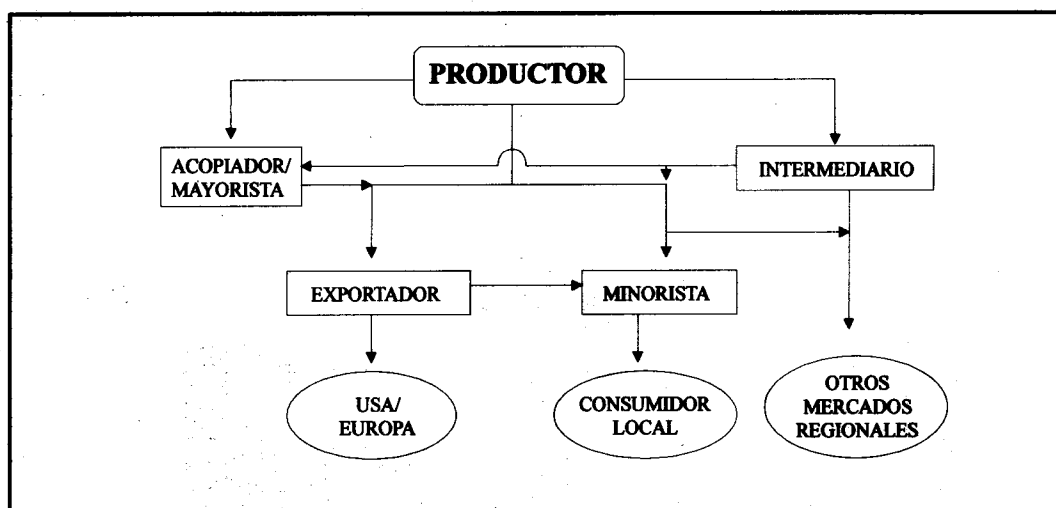


FIGURA 5. Diagrama de flujo de comercialización de flame.

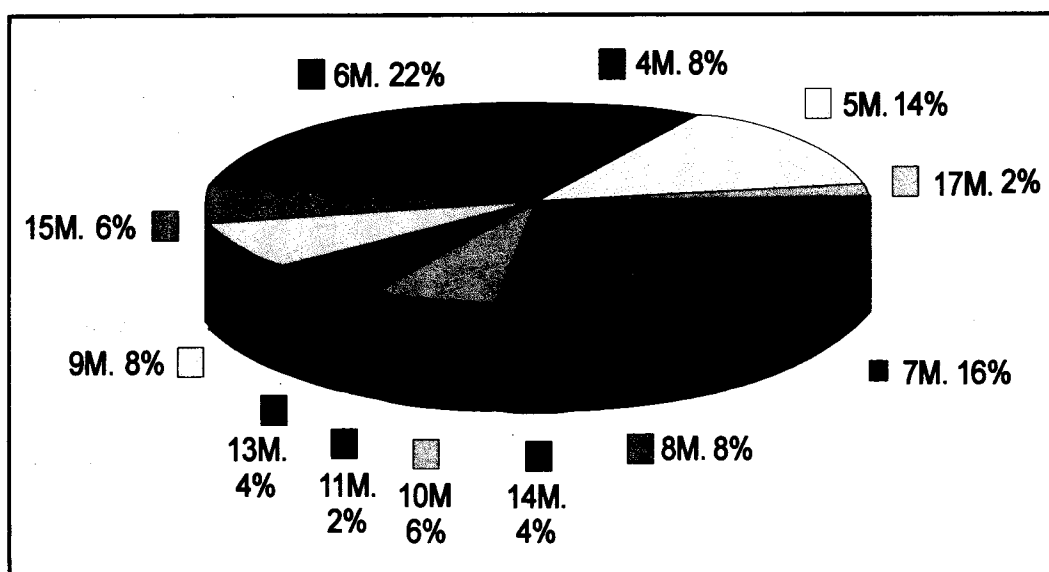


FIGURA 6. Variación de precios de compra por quintal de flame criollo
M: Miles de pesos de 1996.

\$5.000 hasta \$10.000. El restante 30% varía de \$12000 hasta \$20000 y son los precios de venta de cooperativas que envían el producto a San Andrés, Maicao, Barranquilla y Cartagena y por los exportadores que despachan a Estados Unidos y recientemente a España (Figura 8). En cuanto al flame espinoso, el precio de venta varió \$9.000 hasta \$33.000, con una frecuencia de variación uniforme (Figura 9).

Los minoristas y supermercados empaquetan en bolsas plásticas; los exportadores y cooperativas utilizan cajas de 25 kilogramos, lo cual permite un mejor manejo y embalaje del producto. En la comercialización prevalece como medida de mercadeo el quintal correspondiente a 50 kilogramos.

El almacenamiento de flame es una labor casi exclusiva del agente mayorista que también limpia,

clasifica, selecciona, empaqueta y transporta el producto de conformidad con las exigencias de los distintos mercados.

De hecho, en el país no existe una industria transformadora de flame; las informaciones obtenidas al respecto indican que la industria farmacéutica y la de harina podrían ser el destino final de los excedentes del flame. Sin embargo, las exportaciones de tubérculos durante los años 1991 a 1994 son crecientes (Tabla 4).

En general, la comercialización de flame está centralizada a nivel regional y la penetración del consumo de este producto en áreas distintas a la Costa Atlántica es muy limitada y requiere de una gran campaña de divulgación del potencial de las características de uso del producto, sin lo cual el consumo seguirá siendo regional.

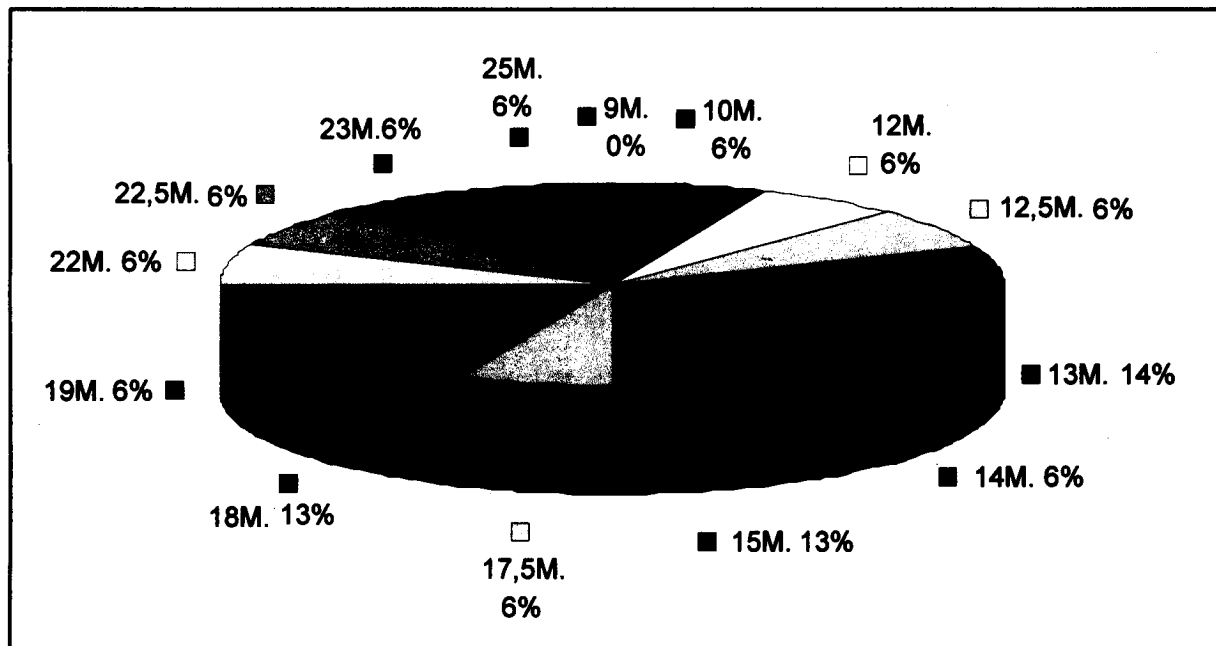


FIGURA 7. Variación de precios de compra del flame espinoso
M: Miles de pesos de 1996.

TABLA 4. Exportaciones de flame fresco en el periodo 1991 - 1994.

| AÑO | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Volumen, kg. | 2.746.182 | 1.341.011 | 2.502.361 | 3.742.912 |
| Valor, US\$ | 2.544.150 | 1.063.255 | 1.476.305 | 2.417.955 |

FUENTE : Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 1993-1994

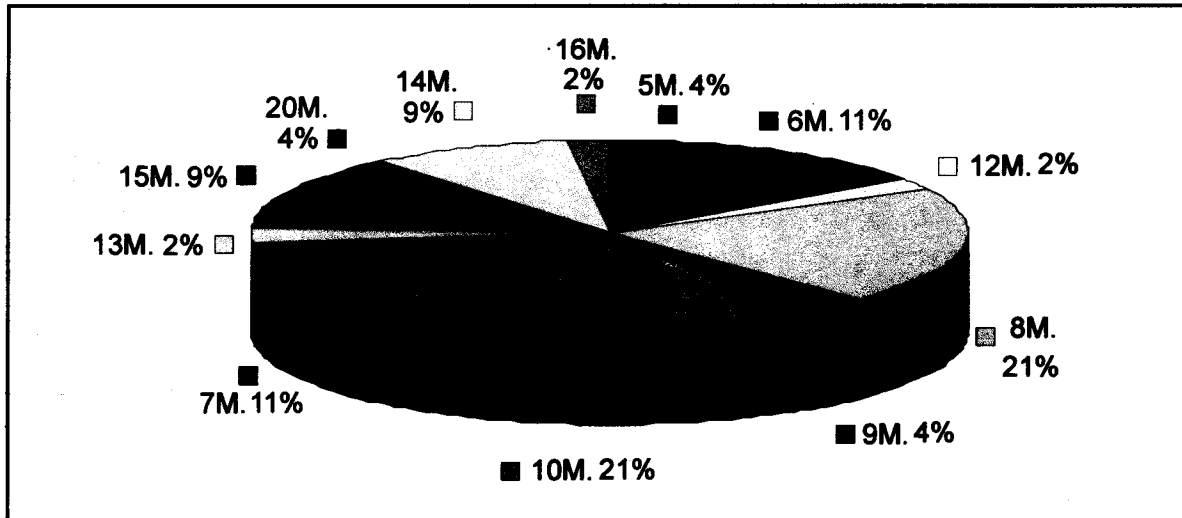


FIGURA 8. Variación de precios de venta del fiamme criollo
M: Miles de pesos de 1996.

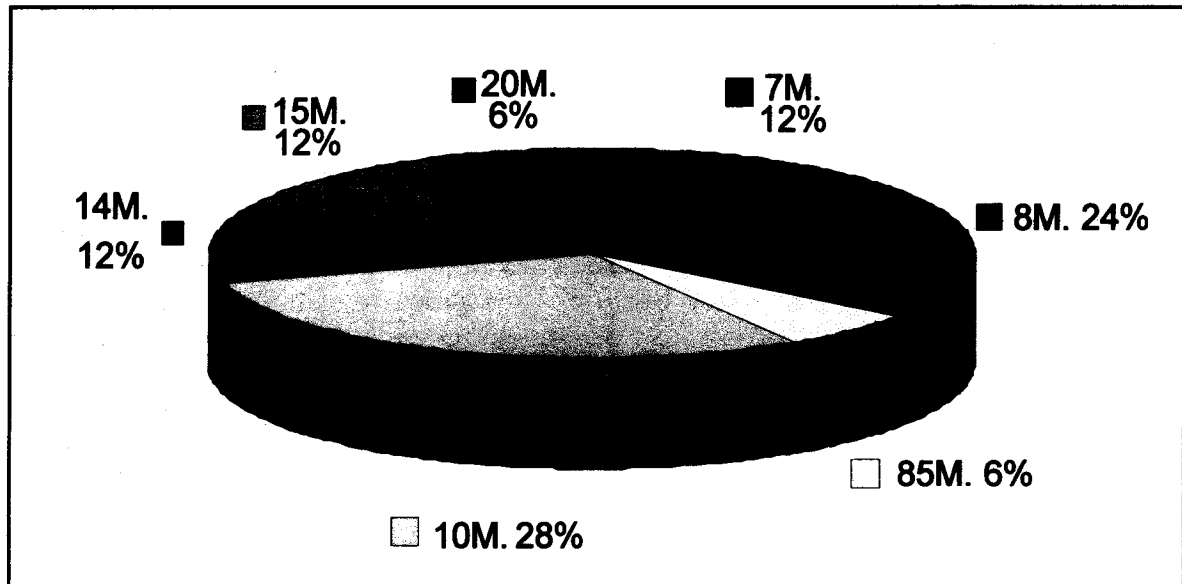


FIGURA 9. Variación de precios de venta del fiamme espinillo
M: Miles de pesos de 1996.

Problemática de la producción y mercadeo de fiamme

Preparación del suelo, siembra y sostenimiento del cultivo

Las labores de tumba y quema del lote realizadas en las zonas de altas pendientes favorecen la erosión y degradan las propiedades químicas y físicas del suelo. La escasez de maquinaria (en áreas mecaniza-

bles) retarda el momento de siembra, lo cual afecta el desarrollo normal del cultivo.

La falta de tratamiento adecuado de la semilla y la baja calidad de ésta, son causales de posteriores enfermedades del cultivo, como la quemazón del follaje. En lo referente a la fertilización, los productores que realizaron esta labor no conocían las necesidades nutricionales del cultivo ni el estado del suelo. No se aplican controles a los cultivos afectados por enfermedades.

La tutorada contribuye a la degradación ambiental por el corte de árboles para usarlos de soporte.

Poscosecha

Se presentan altas pérdidas en almacenamiento porque se desconocen las técnicas apropiadas.

Aspectos socioculturales

El mal estado de las vías carretables de las zonas productoras, contribuye al deterioro del producto por causa de los golpes. La población no cuenta con la infraestructura de servicio necesaria, lo cual genera una gran limitante para el desarrollo agroindustrial.

Costos de producción e ingresos generados

En general, la gran cantidad de mano de obra utilizada y el valor de la semilla de ñame espino elevan los costos de producción.

Los precios actuales son casi los mismos de hace cinco años mientras que los costos de producción han ido en aumento; por eso la rentabilidad es muy baja.

Comercialización

No existe una estructura de soporte como crédito para producción y almacenamiento, lo cual obliga a vender el producto casi inmediatamente después de la cosecha y a su vez no permite escoger el mejor canal de comercialización. La forma y el tamaño del ñame se han convertido en un problema de la comercialización, porque se exigen formas uniformes y tamaños no mayores de 6 kg por unidad.

DEMANDA DE TECNOLOGÍA

Preparación del suelo, siembra y sostenimiento del cultivo

Se requiere erradicar la práctica de tumba y quema y transferir tecnologías de mejoramiento y conservación del suelo y de uso de tutores vivos. Las técnicas de producción, tratamiento y conservación de

semilla de ñame espino y de variedades tolerantes a la *antracnosis*, deben fomentarse.

Igualmente, se necesita difundir la tecnología de manejo integrado del cultivo que incluya las recomendaciones de fertilización de acuerdo con las condiciones del suelo y los requerimientos del cultivo.

Prácticas de poscosecha

Transferencia sobre los sistemas de almacenamiento adecuado con pérdidas reducidas. Los sistemas de almacenamiento deben ser comunitarios a través de cooperativas que controlen la comercialización.

Posibilidades de obtención de productos a nivel de población rural y cooperativas.

Comercialización

Debería crearse un gremio de productores de ñame que ayude a captar mercado para asegurar el destino de la producción.

CONCLUSIONES

- ◆ El cultivo de ñame se siembra tradicionalmente y en asocio y genera alta mano de obra de niveles sociales bajos. Es un cultivo de bajo nivel tecnológico y los esfuerzos para su fomento y desarrollo adecuado son escasos.
- ◆ No se cuenta con centros de acopio ni bodegas apropiadas para almacenamiento, a pesar de que existe tecnología disponible para el caso.
- ◆ Las pérdidas de peso por respiración y brotación en almacenamiento, que llegan a 40 % del peso inicial, unidas a una mala comercialización, inciden en los bajos precios del producto y en bajas tasas de rentabilidad para el productor. La variedad criollo presenta menos problema de manejo que el espino y es más resistente al manipuleo.
- ◆ Es escasa la infraestructura de servicios de las áreas donde se siembra el ñame y contribuye a colocar al cultivo como una producción de segundo nivel.
- ◆ Los problemas de antracnosis de finales de 1990 causaron la reducción del área sembrada y la oferta del ñame en los dos años siguientes. Sin embargo, a partir de 1993, con mejor manejo sanitario y selección de variedades se han logrado recuperar lentamente las áreas de producción.

RECOMENDACIONES

- ◆ Fomentar el desarrollo del cultivo apoyado con transferencia de nuevas tecnologías.
- ◆ Fomentar el uso de sistemas de almacenamiento y acopio que permitan almacenar el producto con pérdidas de peso reducidas.
- ◆ Crear un gremio de productores de ñame que les permita conservar y mejorar el mercado existente, y proyectarlo hacia el interior del país y hacia el consumo internacional.
- ◆ Identificar las agroindustrias, los usos potenciales y los mercados futuros.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray, del Programa Nacional de Maquinaria y Poscosecha de Corpoica, quien lideró el proyecto "Identificación de posibilidades de acondicionamiento y transformación de tubérculos autóctonos", financiado por Pronatta, y del cual este trabajo forma parte.

BIBLIOGRAFÍA

- Morales, J.E. y Vesga, L.D. 1988.** Evaluación de pérdidas de ñame bajo diferentes sistemas de almacenamiento. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba. Montería. 97 p.
- Moreno, F., y Chamorro, H. 1990.** Proyecto de almacenamiento de ñame para la Cooperativa de San Cayetano - Bolívar. Programa especial de energía de la Costa Atlántica - Pesenca. ICA. Barranquilla. 29 p.
- Pérez P., David. 1990.** Determinación de parámetros para el secado de ñame. Tesis de grado ingeniería agrícola. Facultad de ingeniería, Universidad de Sucre, Sincelejo. 78 p.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

BATATA

Caracterización morfológica de 52 introducciones de la colección nacional de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en la Región Caribe colombiana

Rafael Gutiérrez, Wilson Arrieta y Antonio López M.¹ antes

RESUMEN

Durante el año 1995, se realizó la descripción sistemática de 52 clones de *Ipomoea batatas* (L.) Lam de la colección mantenida y conservada por Corpoica en el centro de Investigaciones «El Carmen», ubicado en el municipio El Carmen de Bolívar (Bolívar) Colombia, a 9°51' de latitud norte y 78°18' de longitud O, a 154 msnm., temperatura media de 28°C, humedad relativa del 70% y precipitación promedio de 1.100 mm.

El tipo de suelo donde se realizó la siembra fue un typic eutropec údico e isohipertérmico de textura arcillosa. Se evaluaron 46 características de raíces tuberosas, tallos, hojas, flores y cápsulas de batata, mediante el uso de descriptores de *I. batatas* aprobadas por el International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR). La descripción se hizo utilizando la distribución de frecuencias de las características por grupos y el agrupamiento se realizó basado en un procedimiento de agrupamiento jerárquico multivariado empleando el método de la varianza mínima de ward; se calculó el valor discriminativo «D» para seleccionar descriptores cualitativos.

Se realizaron 2 tipos de agrupamiento. El tipo 1 basado en 46 descriptores seleccionando 8 grupos. El tipo 2 también con 8 grupos, considerando nueve descriptores de importancia agronómica. El valor discriminativo «D» permitió separar descriptores con alto valor discriminativo en el agrupamiento tipo 1, los cuales fueron: Pigmentación del peciolo, forma del lóbulo central de la hoja, color de la hoja madura, color de la hoja inmadura, forma de raíz tuberosa, defecto de la superficie de la raíz tuberosa, color predominante de la peridermis de la raíz, color secundario de la peridermis de la raíz tuberosa, color predominante de la pulpa de la raíz, color secundario de la pulpa de la raíz tuberosa y distribución del color secundario de la pulpa de la raíz tuberosa.

Palabras claves: Descripción sistemática, agrupamiento jerárquico, valor discriminativo, descriptores, batata, camote, *Ipomoea batatas*.

INTRODUCCIÓN

Diversos institutos han venido desarrollando planes de colección, caracterización, mantenimiento y evaluación de germoplasma. Dichos estudios han per-

mitido seleccionar materiales con características agronómicas deseables, que se ponen a disposición en programas de mejoramiento genético para la obtención de variedades e híbridos con altos rendimientos que contribuyen a solucionar los problemas alimentarios de la humanidad.

1 Ingenieros Agrónomos particulares e investigador C3 de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria con sede en Turipaná, Cereté-Córdoba, Apartado Aéreo 602 y 603; E-mail: corpoica.monteria.cetcol.net.co,

Huaman *et al*, 1991 sostienen que la batata está entre los 3 principales cultivos de tuberosas a nivel mundial. Es un alimento importante para países en vía de desarrollo y ha sido largamente ignorado por la investigación en el pasado. Debido a que los esfuerzos de colección han sido escasos, el germoplasma disponible para los mejoradores tenía una base genética muy estrecha; inclusive existe la amenaza de erosión genética en Latinoamérica.

Dada la importancia que representa la batata en el mundo, poco se ha hecho en Colombia a nivel de investigación de esta especie; por ello el presente trabajo tuvo como objetivo realizar la caracterización morfológica de 52 introducciones de *Ipomoea batata* (L) Lam., de la colección mantenida por Corpoica en el Centro de Investigaciones «El Carmen» y conocer los grados de similitud y disimilitud inter e intra grupos de clones como medida a ser utilizada en programas de mejoramiento genético.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el centro de investigación «El Carmen», propiedad del ICA, ubicado en el municipio del Carmen de Bolívar, departamento de Bolívar, Colombia, a 9°51' de latitud Norte y 78°18' de longitud Oeste; a 154 msnm, temperatura media de 28°C, humedad relativa de 70% y precipitación promedio de 1.100 mm. El tipo de suelo correspondió a un typic eutropec údico e isohipertérmico de textura arcillosa, con mediana fertilidad.

El material clonal correspondió a 52 introducciones de la colección nacional de *Ipomoea batatas*, mantenidas y conservadas por Corpoica en el Centro de Investigaciones «El Carmen». El material clonal se propagó a partir de raíces tuberosas, las cuales, a los 20 días, produjeron el material de siembra (esquejes). El esqueje con 3 ó 4 raíces se trasplantó al campo definitivo.

El suelo se preparó en caballones de 40cm de alto y separados a 90cm cada introducción se sembró en parcelas únicas de 20 plantas en dos surcos de 10 plantas cada uno, separados a 0.9 m y 1 m entre plantas; entre una parcela y otra se dejó un surco libre.

El control de malezas se realizó con glifósato en dosis 3,4 l/ha antes del trasplante de los esquejes y luego se hicieron 4 deshierbas manuales a machete; no se aplicó fertilizante ni se controló plagas y enfermedades.

Se utilizaron 46 descriptores de raíces tuberosas, tallos, hojas, flores y cápsula de *Ipomoea batatas* aprobados por el International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR) (3). El registro del carácter cobertura del suelo se realizó a los 60 días después del trasplante; los caracteres de tallos, hojas, flores y cápsula se registraron a los 120 días después del trasplante y los caracteres de la raíz tuberosa se registraron a los 138 días después del trasplante. Los descriptores relacionados con longitud o tamaño fueron registrados en 5 plantas de cada introducción.

Los datos se procesaron con el software SAS versión 6, utilizando un procedimiento de agrupamiento jerárquico multivariado basado en el algoritmo de Ward, 1963 que define y tipifica grupos de clones; como medida de similitud se utilizó el R² semiparcial. El número de grupos se seleccionó utilizando los estadísticos pseudo F y pseudo T². El método de Ward une los grupos para minimizar la semejanza en cada nivel de jerarquía bajo los siguientes supuestos: mezcla normal multivariada; matrices iguales de covarianza esférica y probabilidades de muestras iguales.

Se realizaron dos tipos de agrupamiento. El agrupamiento tipo 1 se realizó con 46 descriptores. El agrupamiento tipo 2 se realizó con nueve descriptores relacionados con características de valor agronómico (Tabla 1) (Huaman, 1972; López, 1991).

El cálculo de valores discriminativos de los descriptores cualitativos para separar grupos de clones se determinó usando el índice «D» de Pankhurt definido por Engels, 1974, el valor «D» se basa en el número de pares de taxa que puedan ser separados (numerador) y el número total de pares (denominador); para una característica con 2 estados, la fórmula es:

$$D = \frac{n_I * n_{II}}{N(N-1)}$$

Donde **D** es el valor discriminativo del descriptor; n_I es el número de clones mostrado en el estado I; n_{II} es el número de clones mostrados en el estado II y N es el número total de clones. Una fórmula general para una descripción con k estados se utilizó en el agrupamiento tipo 1.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_i n_j}{N/2}$$

TABLA 1. Descriptores utilizados en la descripción sistemática en los agrupamientos tipo 1 y tipo 2.

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Enroscamiento | Color secundario de la piel |
| Tipo de planta* | Color predominante de la pulpa de la raíz |
| Cobertura del suelo | Color secundario de la pulpa |
| Longitud del entrenudo | Distribución del color secundario de la pulpa de la raíz |
| Diámetro del entrenudo | Hábito de floración |
| Color predominante de los tallos | Color de la flor |
| Color secundario de los tallos | Ancho de la flor |
| Pubescencia del ápice de los tallos | Largo de la flor |
| Perfil general de la hoja | Forma del limbo de la flor* |
| Número de lóbulos de la hoja | Igualdad de longitud de los sépalos |
| Tipo de lóbulos de la hoja | Número de venas de los sépalos |
| Forma del lóbulo central de la hoja | Pubescencia de los sépalos |
| Tamaño de la hoja madura* | Color de los sépalos |
| Pigmentación de las nervaduras del envés de la hoja* | Color del estigma |
| Color de la hoja madura* | Color del estilo |
| Color de la hoja inmadura | Posición del estigma |
| Longitud del peciolo | Color del estilo |
| Pigmentación del peciolo | Posición del estigma |
| Forma de la raíz reservante* | Producción de cápsulas con semillas |
| Defecto de la superficie de la raíz reservante* | Formación de raíz reservante |
| Grosor de la corteza de la raíz reservante* | Unión de la raíz reservante con el tallo |
| Color predominante de la piel de la raíz reservante* | Oxidación de las raíces reservantes |
| Intensidad del color predominante de la piel de la raíz reservante | Producción de látex en las raíces |

* Descriptores utilizados en el agrupamiento tipo 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor discriminativo de descriptores cualitativos en el agrupamiento tipo 1

Con base en el valor discriminativo «D», se seleccionaron 12 variables con alto valor «D» (Tabla 2). Estos descriptores fueron los que permitieron obte-

ner mayor diferencia entre grupos de la población en estudio. De las 12 variables seleccionadas, 5 concuerdan con 8 utilizadas por Huaman, 1987, que son imprescindibles para diferenciar cultivares de *I. batatas*. También concuerdan con 11 descriptores de los 20 utilizados por López, 1991, seleccionados por el mismo valor «D». El alto valor «D» está relacionado directamente con el número de estados del descriptor; por tanto entre más estados tenga, mayor es el valor discriminativo del descriptor.

TABLA 2. Descriptores con mayor valor discriminativo «D» en el agrupamiento tipo 1

| Descriptor | Estados | «D» |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|
| Pigmentación del peciolo (PIPE) | | 0.90632 |
| Forma del lóbulo central (FOLOBC) | 10 | 0.91765 |
| Pigmentación nervadura envés de la hoja (PIGNEV) | 6 | 0.90632 |
| Color de la hoja madura (COHOMA) | 9 | 0.90632 |
| Color de la hoja inmadura (COHOIN) | 9 | 0.90632 |
| Forma de la raíz reservante (FORR) | 9 | 0.90632 |
| Defecto de la superficie de la raíz. (DESUPR) | 9 | 0.90632 |
| Color predominante de la piel de la raíz (COPPR) | 9 | 0.90632 |
| Color secundario de la piel de la raíz (COSPR) | 10 | 0.91765 |
| Color predominante de la pulpa (COPPU) | 9 | 0.90632 |
| Distribución del color secundario de la pulpa (DICOSP) | 10 | 0.91765 |
| Color secundario de la pulpa (COSPU) | 10 | 0.91765 |

RELACIÓN ENTRE LOS AGRUPAMIENTOS

Tomando como base el criterio de selección para el número de grupos el estadístico seudo T^2 y la distribución de individuos por grupos, se seleccionaron 8 grupos de clones en los 2 agrupamientos (Tabla 3).

En el agrupamiento tipo 1, el grupo 3 concentró el mayor número de clones (14 individuos), seguido de los grupos 2 y 6 con 8 clones cada uno, el grupo 5 concentró solo 3 clones, la distribución de los clones por grupos no fue equitativa. El agrupamiento tipo 2 por su parte concentró el mayor número de clones

en el grupo 2 (11 individuos), seguido de los grupos 1 y 4 con nueve clones cada uno, el grupo 8 concentró solo 3 clones. El agrupamiento fue diferente dependiendo del número y clase de descriptores, lo cual indica que es necesario definir claramente los descriptores que permitirán obtener diferencias claras entre grupos.

La relación existente es que el clon 86-1134 permaneció en el mismo grupo 1 a pesar de estar en diferentes agrupamientos, este mismo fenómeno ocurrió con los clones 861224, 861226, 821236 que ocuparon el mismo grupo 3 y los clones 910010 ubicado en el grupo 6 y el clon 900018 localizado en el grupo 7.

TABLA 3. Clones por grupos en los dos tipos de agrupamiento.

| AGRUPAMIENTO TIPO 1 | | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 | Grupo 6 | Grupo 7 | Grupo 8 |
| 861120A | 910003 | 861151 | 861103 | 871806 | 900019 | 900017 | 861141 |
| 900009 | 861277 | 861120 | 861107 | 910001A | 900010 | 900012 | 900013 |
| 861134 | 910004 | 861132 | 861111 | 910001 | B.R.J. | 861245 | 910002 |
| 900009A | 861491 | 900006 | 900020 | | 861088 | 900018 | 861093 |
| | 900003 | 861131 | 861160 | | 900014 | | 861477 |
| | 900007 | 861129 | | | 861083 | | 900005 |
| | | 861259 | 861224 | | | | 910010 |
| | | 900004 | 861236 | | | | 900001 |
| | | | 861226 | | | | |
| | | | 900008 | | | | |
| | | | 961134 | | | | |
| | | | 871807 | | | | |
| | | | 861122 | | | | |
| | | | 861219 | | | | |
| AGRUPAMIENTO TIPO 2 | | | | | | | |
| 861120 | 861093 | 861224 | 861277 | 861134 | 861103 | 900010 | 861132 |
| 900008 | 861141 | 861088 | 910004 | 900009A | 900013 | B.R.J. | 00001 |
| 861129 | 861111 | 861226 | 861250 | 900009 | 900020 | 900014 | 61083 |
| 861122 | 900002 | 861236 | 861151 | 861112A | 861160 | 900019 | |
| 861131 | 900017 | 871806 | 900003 | | 861245 | 900018 | |
| 861134 | 900012 | | 900007 | | 910010 | | |
| 900006 | 861107 | | 861491 | | | | |
| 861219 | 861477 | | 910002 | | | | |
| 871807 | 900005 | | 900004 | | | | |
| | 910001A | | | | | | |
| | 910001 | | | | | | |

RELACIÓN ENTRE GRUPOS DE CLONES

En el dendrograma obtenido en el agrupamiento tipo 1 (Figura 1), al pasar de 8 a 3 grupos, el R^2 semipar-

cial pasa de 0,03 a 0,06 lo que demuestra un aumento del 100% la varianza pero en baja magnitud; esta baja magnitud indica que existe poca disimilitud en la formación de los conglomerados, es decir, los grupos difieren muy poco en sus características morfológicas.

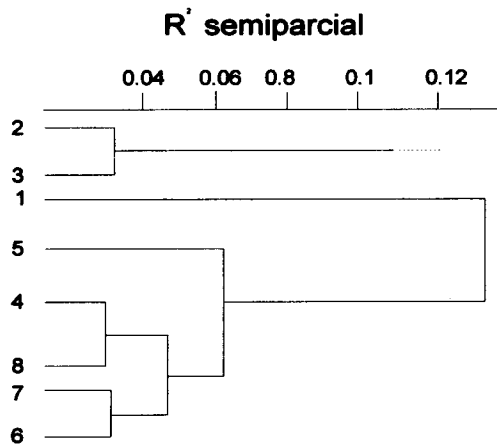


FIGURA 1. Dendrograma del agrupamiento tipo 1.

En el dendrograma del agrupamiento tipo 2 (Figura 2), al pasar de 3 a 8 grupos, el R^2 semiparcial cambia de 0,145 a 0,025; esta variación es más amplia comparada con la del tipo 1, lo que indica una mayor disimilitud entre los grupos.

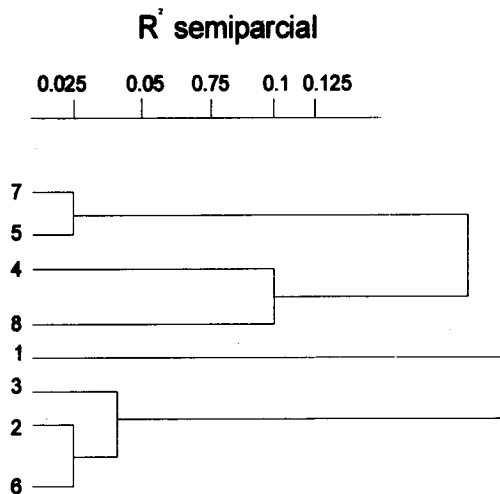


FIGURA 2. Dendrograma del agrupamiento tipo 2.

CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS

La medida de similaridad R^2 semiparcial, señala el nivel de conformación de los grupos y la variación relativa entre ellos. A medida que aumenta el R^2 semiparcial el número de grupos es menor, lo cual indica menor similitud entre ellos. El dendrograma del agrupamiento 1, los ocho grupos fueron conformados a un cambio de R^2 de 0.04, lo cual indica poca variación entre grupos (Figura 3).

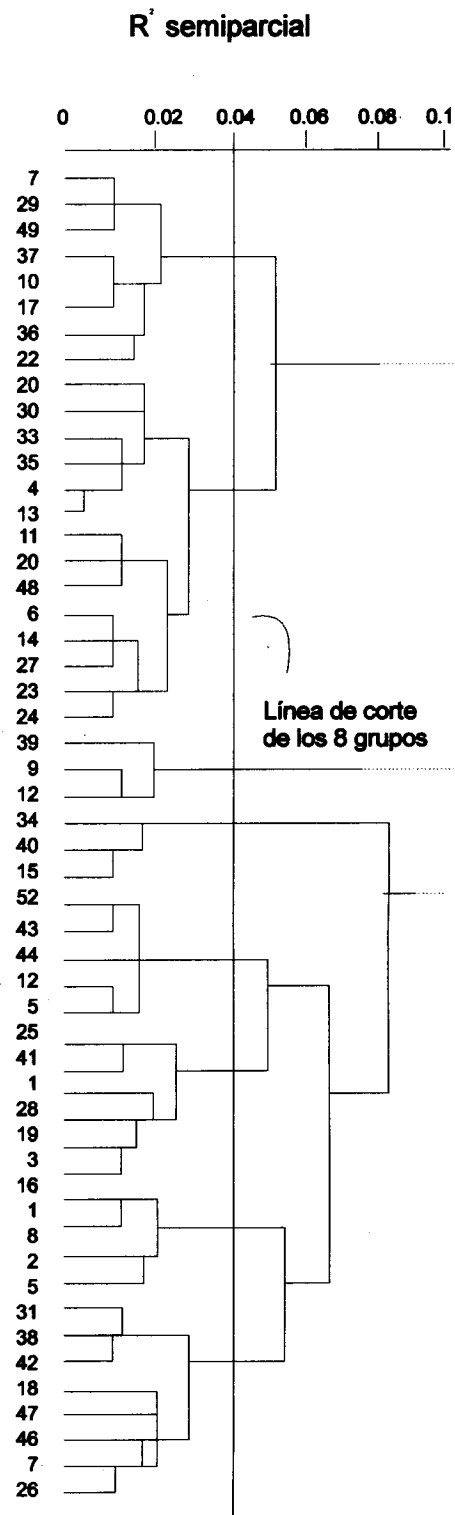


FIGURA 3. Dendrograma del agrupamiento tipo 1.

En el agrupamiento tipo 1 se seleccionaron 8 grupos de clones (Tabla 4). El grupo 1 constituido por 4 clones, todos de raíces con peridermis de color mo-

TABLA 4. Porcentajes de clones del agrupamiento tipo 1 según descriptores discriminativos.

| DESCRIPTORES | GRUPOS | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 (4) | 2 (8) | 3 (14) | 4 (5) | 5 (3) | 6 (8) | 7 (4) | 8 (6) |
| PIGMENTACIÓN DEL PECIOLLO | | | | | | | | |
| verde | | | | | | | | |
| vermota | | 87.5 (9) | 35.7 (5) | 100 (5) | 100 (3) | 50 (4) | 25 (1) | 33.3 (2) |
| vermoha | | 12.5 (1) | 35.7 (5) | | | | | |
| vermotaho | | | 28.5 (4) | | | | | |
| vermamopc | 75 (3) | | | | | | | |
| total morado | 25 (1) | | | | | | | |
| FORMA DEL LÓBULO CENTRAL HOJA | | | | | | | | |
| dentado | | | | | | 25 (2) | | |
| triangular | | 12.5 (1) | 35.7 (5) | 40 (2) | | 50 (4) | 25 (1) | |
| semielíptico | 75 (3) | 50 (4) | 57.4 (8) | 60 (3) | 100 (3) | 25 (2) | 75 (3) | 50 (3) |
| elíptico | | 12.5 (1) | | | | | | |
| lanceolado | 25 (1) | 25 (1) | 7.14 (1) | | | | | |
| COLOR DE LA HOJA MADURA | | | | | | | | |
| verde | 100 (4) | 87.5 (7) | 78.5 (11) | 100 (5) | 100 (3) | 62.5 (5) | 50 (2) | 16.6 (1) |
| verde bordes morados | | 12.5 (1) | 21.4 (3) | | | 37.5 (3) | 50 (2) | 83.3 (5) |
| COLOR DE LA HOJA INMADURA | | | | | | | | |
| verde bordes morados | | | | | 66.6 (2) | 25 (2) | | 33.3 (2) |
| ligeramente morada | | 12.5 (1) | 21.4 (3) | 100 (5) | 33.3 (1) | 50.4 (4) | 50 (2) | 33.3 (2) |
| mayormente morada | 100 (4) | 62.5 (5) | 78.5 (11) | | | 25 (2) | | 33.3 (2) |
| morada en ambas superficies | | 25 (2) | | | | | | |
| PIGMENTACIÓN DE LAS NERVADURAS | | | | | | | | |
| verde | | | 21.4 (3) | 100 (5) | 100 (3) | 62.5 (5) | 75 (3) | 83.3 (5) |
| moradas en la base de la ppal. | | | | | | 25 (2) | | |
| Manchas moradas en varias | | | | | | 12.5 (1) | 25 (1) | |
| nerv. Ppal. mayormente morada | | 12.5 (1) | 71.4 (1) | | | | | |
| todas parcialmente moradas | 75 (3) | 87.5 (1) | 71.4 (10) | | | | | 16.6 (1) |
| todas totalmente moradas | 25 (1) | | | | | | | |
| FORMA DE LA RAÍZ | | | | | | | | |
| redonda | | 25 (2) | | | | 50 (4) | 25 (1) | |
| redonda elíptica | 25 (1) | 50 (4) | 7.14 (1) | 60 (3) | | 12.5 (1) | | 16.6 (1) |
| elíptica | 25 (1) | | 7.14 (1) | | | | | |
| ovada | | 12.5 (1) | 64.2 (9) | | | 25 (2) | | 16.6 (1) |
| abovada | 50 (2) | 12.5 (1) | | | | | 25 (1) | 16.6 (1) |
| larga oblonga | | | | | 66.6 (2) | | | |
| larga elíptica | | | 7.14 (1) | 40 (2) | | | | |
| larga irregular | | | 14.2 (2) | | 33.3 (1) | 12.5 (1) | 25 (1) | 50 (3) |
| DEFECTOS DE LA SUPERFICIE RAÍZ | | | | | | | | |
| ausente | 25 (1) | 50.0 (4) | | | | 12.5 (1) | | 16.3 (1) |
| piel de cocodrilo | | | 7.14 (1) | 80 (4) | 33.3 (1) | 12.5 (1) | | 66.6 (4) |
| venas | | 37.5 (3) | 78.5 (11) | 20 (1) | 33.3 (1) | 62.5 (5) | 25 (1) | 16.6 (1) |
| constric. Horizontales superfi | | | | | | | 50 (2) | |
| constric. Horizontales profund | | | 7.14 (1) | | | | | |
| hendiduras longitud. superficie | 75 (3) | 12.5 (1) | 7.14 (1) | | 33.3 (1) | 12.5 (1) | 25 (1) | |
| COLOR PREDOMINANTE PERIDERMIS RAÍZ | | | | | | | | |
| blanco | | | | | | 37.5 (3) | | |
| crema | | | | | 33.3 (1) | 12.5 (1) | 25 (1) | |
| amarillo | | | | | 33.3 (1) | | 75 (3) | 66.6 (4) |
| anaranjado | | | | 80 (4) | | | | 33.3 (2) |
| rosado | | 37.5 (3) | | 20 (1) | | 25 (2) | | |
| rojo | | 50.0 (4) | 14.2 (2) | | | | | |
| rojo morado | | 12.5 (1) | 35.7 (5) | | 33.3 (1) | 25 (2) | | |
| morado oscuro | 100 (4) | | 50.0 (7) | | | | | |
| COLOR SECUNDARIO PERIDERMIS RAÍZ | | | | | | | | |
| ausente | 100 (4) | 100 (8) | 78.5 (11) | | 100 (3) | 100 (8) | 100 (4) | 83.3 (5) |
| blanco | | | 21.4 (3) | 60 (3) | | | | 16.6 (1) |
| rojo | | | | 40 (2) | | | | |
| COLOR PREDOMINANTE DE LA PULPA | | | | | | | | |
| blanco | | 37.5 (3) | 92.8 (3) | | 33.3 (1) | 25 (2) | | |
| crema | | 50 (4) | 7.14 (1) | | 66.6 (2) | 37.5 (3) | 50 (2) | 50 (3) |
| crema oscuro | | 12.5 (1) | | 40 (2) | | 25 (2) | | 33.3 (2) |
| amarillo pálido | | | | 60 (3) | | | 25 (1) | |
| amarillo oscuro | | | | | | 12.5 (1) | 25 (1) | 16.6 (1) |
| fuerte pigmentación con antocianinas | 100 (4) | | | | | | | |
| DISTRIBUCIÓN COLOR SEC. DE LA PULPA | | | | | | | | |
| ausente | | | 85.7 (1)2 | | 33.3 (1) | 12.5 (1) | | 16.6 (1) |
| anillo delgado en la corteza | | | | | | | | 16.6 (1) |
| anillo ancho en la corteza | | 80 (8) | 14.2 (2) | 40 (2) | 33.3 (1) | 50 (4) | 75 (3) | |
| manchas esparcidas | | | | 20 (1) | | | | |
| anillo delgado en la pulpa | | | | | | 12.5 (1) | | |
| anillo ancho en la pulpa | 50 (2) | | | | | 12.5 (1) | | 66.6 (4) |
| anillo y otras áreas pigmentadas en secciones longitudinales en la mayor parte de la pulpa en la totalidad de la pulpa | 50 (2) | | | 40 (2) | 33.3 (1) | 12.5 (1) | 25 (1) | |

NOTA: Número entre paréntesis, representa el número de clones.

rado oscuro y pulpas fuertemente pigmentadas con antocianinas, se presentaron 3 formas de raíces: redonda elíptica, elíptica y abovada.

Todos los clones de este grupo tienen las hojas inmaduras de color mayormente moradas y hojas maduras con color verde. El 87,8% de los clones del grupo 2 tienen el peciolo y la hoja madura de color verde en igual proporción, de 8 clones del grupo el 50% tuvo raíz de forma redonda-elíptica, el 25% de forma redonda y el 25% restante dividida entre ovada y abovada. El 50% de los clones no presentaron defecto en la superficie de la raíz, con igual proporción la raíz de piel color roja y la pulpa de color crema.

El grupo 3 concentró el mayor número de clones (14 individuos). El 78,5% de sus clones mostró hojas maduras de color verde. El 71,4% de los clones presentaron todas las nervaduras del envés de las hojas parcialmente moradas. El color de la piel se registró morado oscuro en un 50% de los clones, rojo-morado en el 5,7% y rojo en el 14,2%. El 92,8% de los individuos son de pulpa blanca y el 78% de los clones tienen venas en la superficie de la raíz. La bondad de este grupo es su alta variabilidad morfológica en sus raíces, lo que a su vez ofrece mayores oportunidades en el uso de sus individuos.

El grupo 4 presentó sus 5 clones con peciolo de color verde y hojas inmaduras de color ligeramente moradas, hojas maduras de color verde y nervaduras del envés también verdes. El 80% de los clones mostraron raíces con peridermis parecido a la piel de cocodrilo y con igual proporción el color anaranjado de la peridermis. El 60% de los individuos tienen la pulpa de color amarillo pálido y el mismo 60% de sus clones con forma redonda elíptica en la raíz tuberosa. Este grupo puede tener mucha utilidad en programas de selección, ya que poseen individuos con raíces tuberosas de buena calidad comercial, como es la forma, el color de la peridermis y de la pulpa.

El grupo 5, concentra el menor número de clones (3 individuos), los clones presentaron peciolo, hojas maduras y nervaduras del envés de color verde. El color de la peridermis varió entre crema, amarillo y rojo morado; dos clones con pulpa de color crema y uno de color blanco.

El grupo 6 tuvo 8 clones de los cuales el 62,5% mostraron venas como defecto en la superficie de la raíz y hojas maduras de color verde en igual proporción. La forma de la raíz fue variable entre redonda, redonda elíptica, ovadas y largas irregulares. EL color de la peridermis de la raíz también fue muy variable,

al igual que el color de la pulpa. Este grupo se caracterizó por su alta variabilidad morfológica.

Al grupo 7 pertenecen 4 clones, el 75% de ellos presentaron hojas con el lóbulo central semielíptico. EL 75% de los clones mostraron raíz tuberosa de color amarillo en la peridermis, la pulpa de la raíz fue de color crema y amarillo. Los 4 clones del grupo son de interés en mejoramiento, tomando como criterios de selección el color de la peridermis y el de la pulpa por tener estos altos contenidos en beta caroteno (2).

Grupo 8, las hojas maduras de los clones del grupo fueron verdes en 83% y con igual proporción, hubo individuos con pigmentación verde en las venas en el envés. La forma de la raíz fue muy variable y la peridermis de la raíz tuberosa mostró 2 colores, amarillo y anaranjado con un 66,6% y 33,3% de los clones respectivamente. EL 50% de los clones mostraron raíz con pulpa de color predominante crema y como color secundario amarillo en un 83% de los clones. El grupo 8 es otro de los que tienen utilidad en mejoramiento por las cualidades aceptables de sus raíces.

Agrupamiento tipo 2. Este agrupamiento se realizó con base en 9 descriptores y debido a la similitud por estos caracteres, los clones se agruparon muy tempranamente en el proceso de unión y conformación de los grupos (Figura 4). La similitud entre los grupos de este agrupamiento es mucho mayor que la del tipo 1; es decir las variaciones reducidas del R^2 semiparcial de éste agrupamiento, muestran un alto grado de similitud inter e intra grupo de clones. La Tabla 5 contiene el porcentaje de cada uno de los grupos con relación a los estados de dichos descriptores.

Al grupo 1 correspondieron 9 clones; el 55,5% de ellos tuvieron ramas principales extremadamente dispersas el 33,3% con ramas principales semierectas y el 11,1% restante con ramas principales erectas, estos clones pertenecientes a los dos últimos porcentajes tienen importancia en mejoramiento como materiales excelentes en cultivos asociados. El 88,8% de los clones del grupo tiene raíz de forma ovada. El color de la peridermis de la raíz fue principalmente rojo - morado y morado oscuro, ambos con un 44,4% de los clones, todos los individuos del grupo tienen la corteza muy gruesa en la raíz tuberosa y la pulpa blanca. Batatas con corteza gruesa en la raíz tuberosa son resistentes al manipuleo y transporte, por ello esta característica es importante en programas de selección.

El grupo 2 se caracterizó por ser el más numeroso, con 11 clones; el 63,3% de ellos con ramas princi-

pales dispersas. La raíz tuberosa fue muy variada destacándose la forma larga elíptica con un 54,4% de los clones, la peridermis de la raíz con colores amarillo y anaranjado fueron las más predominantes en los clones con 54,5% y 36,3% respectivamente; todos los clones tuvieron corteza muy gruesa en la raíz.

El color de la pulpa fue muy variado encontrándose cremas, crema oscuro, amarillo pálido, amarillo oscuro. El color de la raíz amarillo y anaranjado en la pulpa y peridermis así como la corteza muy gruesa son las características más sobresalientes de este grupo, que pueden ser utilizadas como recurso genético en programas de mejoramiento.

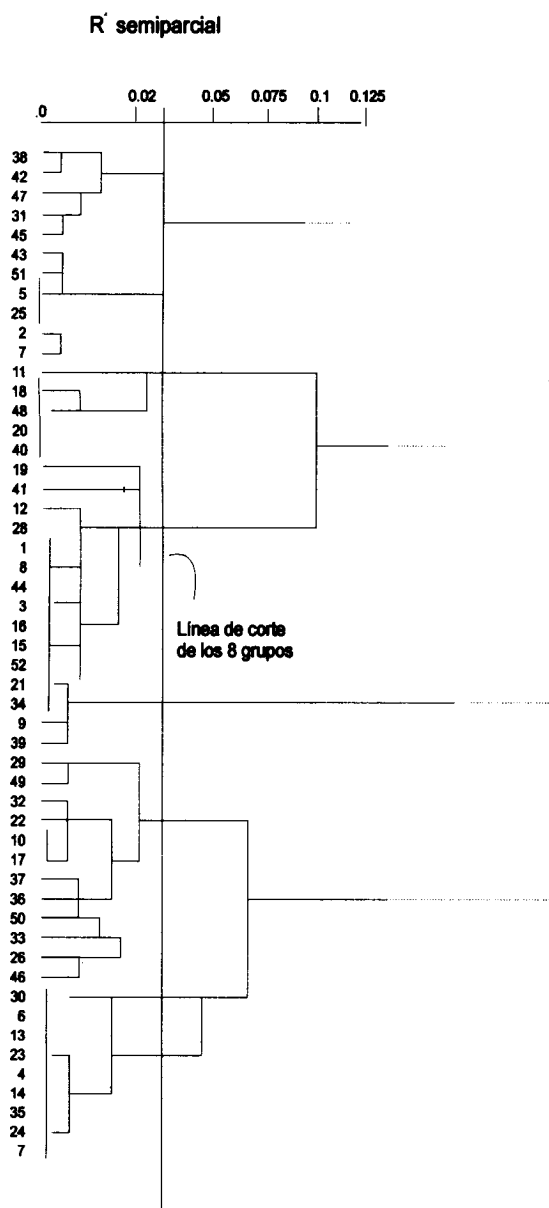


FIGURA 4. Dendrograma del agrupamiento tipo 2.

Grupo 3. El 60% de los 5 clones del grupo tuvo ramas principales semirectas y el 40% dispersas. El 80% de los clones tienen raíces tuberosas de forma largas irregulares. EL 60% de los clones presentaron color rojo morado en la peridermis de la raíz y el 40% restante de color morado oscuro. Todos los clones presentaron raíz reservante con corteza muy gruesa y pulpa de color blanco sin color secundario en ella.

El 55,5% de los clones del grupo 4 registraron ramas principales semirectas y el 44,4% dispersas. El grupo mostró 4 formas de raíces ovada, abovada, redonda y redonda elíptica, siendo esta última forma la más predominante con el 55% de los clones. El color rojo de la peridermis predominó en el 55,6% de los clones, se encontraron 3 grosos diferentes en la corteza de la raíz. En los 9 clones del grupo, intermedia, gruesa y muy gruesa, así como también 3 colores diferentes en la pulpa: Blanco, crema y crema oscuro, con predominio del crema en el 55,6% de los clones.

El grupo 5 concentró 4 clones, 3 de ellos (75%) presentaron ramas principales semirectas de gran interés en cultivos intercalados. El % de los clones tuvieron raíces tuberosas de forma abovada y el 50% restante dividido entre clones con raíces de forma redonda elíptica y elíptica. Todos los individuos del grupo presentaron peridermis en la raíz de color morado oscuro y la pulpa de color pigmentado con antocianina.

Seis clones concentró el grupo 6, el 83,3% de ellos presentaron hojas con lóbulos superficiales y el 66,6% mostraron hojas maduras de color verde. El 50% de los clones tienen ramas principales semirectas, la raíz tuberosa mostró 3 formas diferentes en los clones abovada (50%), elíptica (25%) y redonda elíptica (25%). El color de la peridermis de la raíz fue amarillo, anaranjado y rosado, cada estado con 2 clones, 3 clones presentaron corteza gruesa y los otros 3 corteza muy gruesa en la raíz tuberosa. El 50% de los individuos mostraron pulpa de color crema en la raíz.

Grupo 7. caracterizado por presentar todos sus 5 clones con hojas maduras y nervaduras del envés de color verde. Las raíces tuberosas presentaron formas redonda (40%), ovada (40%) y abovada (20%) en los clones, estas formas son deseables ya que según Huaman, 1991, facilitan el empaque y transporte y además son determinantes de una aceptable calidad comercial. El 40% de los individuos tienen color blanco en la peridermis y también un 60% con individuos de pulpa de color crema en la raíz tuberosa.

El grupo 8 con solo 3 clones fue el menos numeroso, 2 de ellos presentaron ramas principales semierectas y otro con ramas dispersas. Todos los clones del grupo mostraron raíz tuberosa con corteza muy gruesa, cualidad que le da a la raíz resistencia al manipuleo y

transporte. La forma redonda en la raíz tuberosa se encontró en el 66,6% de los clones, la forma ovada en el 33,33% restantes, los colores encontrados en la peridermis fueron rosado, remojado y morado oscuro. Dos clones mostraron pulpa de color crema.

TABLA 5. Porcentaje de clones del agrupamiento Tipo 2 según nueve descriptores.

| Descriptores | GRUPOS | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|----------|-----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 1 (9) | 2 (11) | 3 (5) | 4 (9) | 5 (4) | 6 (6) | 7 (5) | 8 (3) |
| TIPO DE PLANTA | | | | | | | | |
| erecta | 11 (1) | | | | | | 20 (1) | |
| semierecta | 33.3 (3) | 27.3 (3) | 60 (3) | 55.6 (5) | 75 (3) | 50 (3) | 60 (3) | 66.7 (2) |
| dispersa | | 63.4 (7) | 40 (2) | 44.4 (4) | 25 (1) | 16.7 (1) | 20 (1) | 33.3 (1) |
| Extremadamente dispersa | 55.5 (5) | 9.1 (1) | | | | | | |
| TIPO DE LÓBULOS DE HOJA | | | | | | | | |
| sin lóbulos | | | | | | | | 33.3 (1) |
| muy superficiales | | | 20 (1) | | | | 40 (2) | 33.3 (1) |
| superficiales | 100 (9) | 45.5 (5) | 80 (4) | 33.3 (3) | | 83.3 (5) | 60 (3) | 33.3 (1) |
| moderadamente profundos | | 45.5 (5) | | 44.4 (4) | 100 (4) | 16.7 (1) | | |
| profundos | | | | 22.2 (2) | | | | |
| muy profundos | | 9.1 (1) | | | | | | |
| PIGMENTACIÓN NERVADURAS | | | | | | | | |
| verde | | 90.9 (10) | 80 (4) | | | 66.7 (4) | 100 (5) | 33.1 (1) |
| moradas la base de la N. ppal. | | | | 11.1 (1) | | 16.7 (1) | | 33.1 (1) |
| manchas moradas en varias nerv. Ppal. Mayormente morada | | 9.1 (1) | | 73.8 (7) | 75 (3) | | | |
| todas parcialmente moradas | 100 (9) | | 20 (1) | | 25 (1) | | | |
| todas totalmente moradas. | | | | | | | | |
| COLOR DE LA HOJA MADURA | | | | | | | | |
| verde | 77.8 (7) | 45.5 (5) | 60 (3) | 88.9 (8) | 100 (4) | 66.7 (4) | 100 (5) | 66.7 (2) |
| verde con bordes morados | 22.2 (2) | 54.5 (6) | 40 (2) | 11.1 (1) | | 33.3 (2) | | 33.3 (1) |
| FORMA DE LA RAÍZ | | | | | | | | |
| redonda | | | | 22.2 (2) | | 16.7 (1) | 40 (2) | 66.7 (2) |
| redonda elíptica | | | | 55.6 (5) | 25 (1) | 83.3 (5) | | |
| elíptica | 11.1 (1) | | | | 25 (1) | | | |
| ovada | 88.9 (8) | 9.1 (1) | | 11.1 (1) | | | 40 (2) | 33.3 (1) |
| abovada | | 9.1 (1) | | 11.1 (1) | | | 20 (1) | |
| larga oblonga | | 18.2 (2) | | | 50 (2) | | | |
| larga elíptica | | 54.5 (6) | 20 (1) | | | | | |
| larga irregular | | 9.1 (1) | 80 (4) | | | | | |
| COLOR PREDOMINANTE PULPA | | | | | | | | |
| blanco | | | | | | | 60 (3) | |
| crema | | 9.1 (1) | | | | | 40 (2) | |
| anaranjado | | 54.5 (6) | | | | | | |
| rosado | | 36.4 (4) | | 33.3 (3) | | 33.3 (2) | | 33.3 (1) |
| rojo | 11.1 (1) | | | 55.9 (5) | | 33.3 (2) | | |
| rojo morado | 44.4 (4) | | 60 (3) | 11.1 (1) | | 33.3 (2) | | 33.3 (1) |
| morado oscuro | 44.4 (4) | | 40 (2) | | 100 (4) | | | 33.3 (1) |
| GROSOR DE LA CORTEZA | | | | | | | | |
| intermedia (2-5 mm) | | | | 22.2 (2) | | | 20 (1) | |
| gruesa (3-4 mm) | | | | 55.6 (5) | 25 (1) | 50 (3) | 40 (2) | |
| muy gruesa (>4 mm) | 100 (9) | 100 (11) | 100 (5) | 22.2 (2) | 75 (3) | 50 (3) | 40 (2) | 100 (3) |
| COLOR PREDOMINANTE PULPA | | | | | | | | |
| blanco | 100 (9) | | 100 (5) | 33.3 (3) | | | | 66.7 (2) |
| crema | | 45.5 (2) | | 55.6 (5) | | 16.7 (1) | 60 (3) | 33.3 (1) |
| crema oscuro | | 18.2 (2) | | 11.1 (1) | | 50 (3) | 20 (1) | |
| amarillo pálido | | 18.2 (2) | | | | 33.3 (2) | | |
| amarillo oscuro | | 18.2 (2) | | | | | 20 (1) | |
| fuertemente pigmentada | | | | | 100 (4) | | | |
| COLOR SECUNDARIO PULPA | | | | | | | | |
| ausente | 88.9 (8) | | 100 (5) | | | | | 33.3 (1) |
| blanco | | | | 44.4 (4) | | 16.7 (1) | 80 (4) | 33.3 (1) |
| crema | 11.1 (1) | 27.3 (3) | | 33.3 (3) | | 33.3 (2) | | 33.3 (1) |
| amarillo | | 72.7 (8) | | 22.2 (2) | | 33.3 (2) | | |
| anaranjado | | | | | 25 (1) | 16.7 (1) | 20 (1) | |
| rosado | | | | | 75 (3) | | | |

NOTA: Número entre paréntesis, representa el número de clones.

CONCLUSIONES

1. El valor discriminativo «D» permitió separar descriptores con alto valor discriminativo en el agrupamiento tipo 1. Los descriptores con mayor valor «D» fueron: Pigmentación del peciolo, forma del lóbulo central, de la hoja, pigmentación de las nervaduras del envés de la hoja, color de la hoja madura e inmadura, forma de la raíz tuberosa, color predominante y color secundario y distribución del color secundario de la pulpa de la raíz tuberosa.
2. El agrupamiento tipo 2 presentó mayor rango de varianza en la conformación de los conglomerados comparados con el agrupamiento tipo 1, pero tuvo mayor similitud dentro de sus grupos de clones, lo que indica homogeneidad en sus grupos debido al menor número de caracteres morfológicos utilizados.
3. En el agrupamiento tipo 1, los grupos con mayor diversidad morfológica entre sus clones fueron el 2,3,6,7, y 8 los grupos más homogéneos fueron el 1,4 y 5.
4. La población presentó alta variabilidad en las siguientes características: Pigmentación del peciolo, pigmentación de las nervaduras del envés de la hoja, forma de la raíz reservante, color predominante de la peridermis de la raíz reservante, color secundario y distribución del color secundario de la pulpa de la raíz reservante.
5. Teniendo en cuenta el agrupamiento tipo 2 que esta basado en descriptores de alto valor agronómico, todos sus grupos poseen varios clones con características deseables en fitomejoramiento de batata, pero se destacan los grupos 1,2,4 y 5.

LITERATURA CITADA

- Engels, J.M.N.** 1974. A systematic description of cacao clones. 1 the discriminate value of quantitative characteristics. *Euphytica* (Holanda) 32: 377 - 385.
- Huaman, Z.** 1987. Notas sobre recursos fitogenéticos de *Ipomoea batatas* y especies afines. **En:** Curso internacional sobre introducciones y mantenimiento in vitro de recursos fitogenéticos de *I. batatas* y especies afines (Julio, 6 - 17, 1987) Cip a Fonaiaip.
- **et al.** 1991. Descriptores de batata (*Ipomoea batatas*) aprobados por el IBPGR. Lima (Perú) Cip Aurdc.
- 1991. Colección de germoplasma de batatas en Latinoamérica. **En:** Revista Diversity. Vol. 7 n 1 y 2 p50 - 51.
- López, A.J.** 1991. Descripción sistemática y parámetros genéticos para características cualitativas y cuantitativas en la colección de batatas (*Ipomoea batatas* (L) J Lam.) del CATIE. Turrialba, (Costa Rica) CATIE p.128 Tesis (Magister Scientiae).
- Ward J.H.** 1963. Hierarchical grouping to optimize and objective function. **En:** Journal of the American Statistical Association, p.236 - 244.