



Documento de
Trabajo No. 139

COLECCION HISTORICA



Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica de Colombia

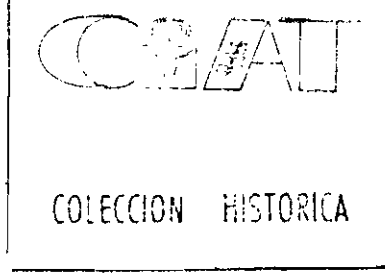
- Adopción de Tecnología -

Octubre, 1994

HD
9235
.C3
H46
e.3



Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture



Documento de
Trabajo No. 139

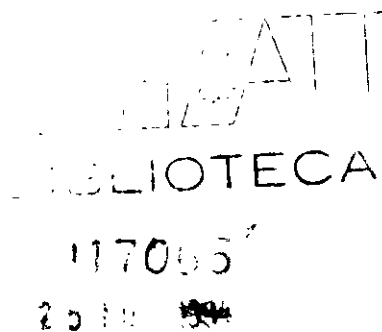
Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica de Colombia

- Adopción de Tecnología -

Guy Henry

Diego A. Izquierdo

María Verónica Gottret¹



Octubre, 1994

¹ Economista Principal, Ex-Asistente de Investigación, y Asociado de Investigación, respectivamente, del Programa de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

El Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Documento de Trabajo No. 139
Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica de Colombia
- Adopción de Tecnología-, 80 p.
Tiraje: 200 ejemplares
Impreso en Colombia
Octubre, 1994

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
3.	METODOLOGIA	8
3.1	Estratificación de la Muestra	9
3.2	Elaboración de la Encuesta	10
3.3	Muestreo de la Población	10
3.4	Ejecución de la Encuesta	11
4.	RESULTADOS	14
4.1	Modos de Tenencia de Tierra y Distribución del Area de Finca	14
4.2	Adopción de Tecnología de Producción	22
4.2.1	Adopción de variedades mejoradas	23
4.2.2	Adopción de prácticas culturales	31
4.2.3	Uso de insumos	39
4.3	Análisis de los Factores que Influyeron en la Adopción de Tecnologías de Producción de Yuca	43
4.3.1	Importancia de los mercados	49
4.3.2	Acceso a programas gubernamentales	51
4.3.3	Características de la finca	55
4.3.4	Características del agricultor	56
4.4	Efectos de la Adopción de Tecnología	57
4.4.1	Efecto de la adopción de tecnología de producción en la productividad del cultivo de yuca	57
4.4.2	Cambio en la utilización de la yuca como consecuencia de la adopción de tecnología de secado de yuca	60
4.4.3	Efecto de la adopción de tecnologías de producción y utilización de yuca en los ingresos de los productores	63
4.4.4	Cambio en la dedicación al trabajo en la finca, de la señora de la casa	65

5.	CONCLUSIONES E IMPLICACIONES	67
5.1	Conclusiones	67
5.2	Implicaciones	69
6.	APENDICE - MODELO LOGISTICO DE ADOPCION DE TECNOLOGIA	73
7.	REFERENCIAS	77

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias al trabajo conjunto de funcionarios del ICA y el CIAT. La conceptualización y ejecución de la encuesta estuvo a cargo del Ing. Rafael Orlando Díaz, Ex-Asociado de Investigación del Programa de Yuca. Esta encuesta no hubiera sido posible sin la colaboración de los Ingenieros Agrónomos Fabián Jiménez, Enrique Mejía, Hugo Vaca, Pablo Martínez Escudero, Evelio Peñalosa, Juvenal Pinto, Misael Montes, Jaime Mullet, Próspero Esparragoza, Rafael Moreno, José Alfredo Jiménez, Alvaro Mestra, Gilberto Negrete y Adalberto Contreras, y los demás funcionarios del ICA que hayan contribuido a la realización de este trabajo y cuyos nombres hayamos omitido involuntariamente; de los prácticos de los CRECED-ICA de la Costa Atlántica, quienes realizaron el trabajo de campo. Por otro lado, los autores desean agradecer a Pedro Pablo Perdomo, Consultor Estadístico de la Unidad de Biometría del CIAT y a la Unidad de Estudios Agroecológicos por su valiosa colaboración en el diseño de la muestra.

Un agradecimiento especial para Norbey Marín, Asistente Estadístico del Programa de Yuca, don Fabio Nelson Motta, por su apoyo logístico y para Carlos Chilito por el trabajo de análisis de los datos. Finalmente, se agradecen los comentarios de todos los colegas del Programa de Yuca que ayudaron a mejorar la calidad de este documento, y la valiosa colaboración de Maruja Rubiano por su apoyo en la edición y publicación del mismo.

1. INTRODUCCION

La yuca se ha caracterizado como un cultivo que se produce bajo condiciones marginales y que provee de alimento e ingresos a las familias de pequeños agricultores en la mayoría de los países en desarrollo, además de ser una fuente de calorías bastante barata. Durante la década de los setenta y principios de los ochenta, para el caso de Latinoamérica, la yuca se utilizaba principalmente en su forma fresca para consumo humano y animal en la finca. Además, era vendida tradicionalmente para consumo humano como yuca fresca en áreas urbanas, y sólo una mínima parte de la producción se procesaba para la producción de almidón. El mercado más importante era el de yuca fresca para el consumo humano, pero también el de mayor riesgo debido a la inestabilidad de sus precios. Esta inestabilidad en los precios se debía principalmente a la rápida saturación del mercado.

Para el caso de Colombia, el gobierno creó, en 1976, el Fondo de Desarrollo Rural Integrado (DRI) con el objetivo de aumentar la producción de alimentos básicos, mejorar el bienestar de los pequeños agricultores, y asistirlos en la compra de insumos y en el mercadeo de sus productos. El Fondo DRI tenía como mandato coordinar las actividades de las agencias del gobierno responsables del crédito, la organización campesina, la capacitación a nivel nacional y la investigación agrícola.

La Costa Atlántica² se puede considerar como la zona productora de yuca mas importante en Colombia, ya que en esta zona se siembra el 49% del área cultivada con yuca lo cual representa el 48% de la yuca producida en el país. El Fondo DRI, con el objeto de aumentar los ingresos de los pequeños productores en esta región, realizó varios intentos para aumentar la producción de yuca en esta región, pero los resultados no fueron completamente exitosos. Aunque la producción aumentó cuando se abrieron líneas de crédito, el mercado fresco se saturó rápidamente, los precios tuvieron una baja drástica y muchos de los agricultores ni siquiera cosecharon su producto debido a que los costos de cosecha eran más altos que el precio que iban a recibir por ésta. Debido a esto, los agricultores estaban temerosos de invertir en un cultivo con tan altos riesgos de mercado (Pérez-Crespo, 1991).

El resultado de este primer intento del Fondo DRI de aumentar la producción, a través del aumento en la disponibilidad de crédito y el desarrollo y la adaptación de nuevas tecnologías de producción, mostró que para el caso de productos con orientación al

² Para objeto de simplificación en el texto, el término de Costa Atlántica, en este estudio, incluye los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena, Sucre, y los departamentos de Santander y Norte de Santander, a no ser que se especifique lo contrario.

mercado, como lo es la yuca en Colombia y en América Latina, el desarrollo de nuevas tecnologías de producción no era suficiente para mejorar el nivel de vida de los agricultores. Estos, a pesar de poder aumentar sus rendimientos mediante la adopción de nuevas tecnologías de producción, no podían encontrar buenos mercados para su producto. Para superar estas limitaciones en la comercialización de yuca, era necesario desarrollar nuevos productos, que redujeran la perecibilidad del producto, y a la vez abrir nuevos mercados, con una demanda más elástica, para los productos basados en la yuca. Por lo que se concluyó que, mientras existieran limitantes para la comercialización de la yuca, no habría demanda por tecnologías mejoradas de producción (Pérez-Crespo, 1991). Debido a esto, se buscó una metodología que integrara la investigación en los aspectos de producción, utilización, mercadeo y consumo de yuca, situación que se definió como "Proyecto Integrado de Yuca". Un Proyecto Integrado combina contribuciones de los centros de generación y transferencia de tecnología, de los organismos financieros y de instituciones de desarrollo social, para movilizar recursos humanos y formar líderes locales que difundan nuevos conocimientos dentro de un mismo proyecto de desarrollo rural (Pérez Crespo, 1991). El primer paso fue el de analizar el potencial de demanda para productos alternativos elaborados con yuca. Por lo tanto, si bien las prioridades del Programa de Yuca del CIAT continuaron siendo la generación de tecnología de producción de bajo costo, se puso un mayor énfasis en el desarrollo de tecnología de conservación de yuca fresca, para consumo humano, y en el secado de trozos de yuca, para ser usadas en alimentos balanceados para animales (CIAT, 1983).

El Fondo DRI pidió al programa de yuca del CIAT colaboración para el desarrollo y adaptación de la tecnología de utilización de yuca y la realización de un estudio con el objetivo de determinar la demanda potencial de los trocitos de yuca seca, para sustituir cereales importados en la industria de concentrados para alimentación animal. Esta colaboración entre el CIAT y el Fondo DRI, originó la instalación del proyecto piloto de secado natural de yuca para la alimentación animal. Este proyecto empezó a finales de 1980, en el Municipio de Betulia en el Departamento de Sucre, con la construcción y operación de un patio de secado natural de yuca con una área de secado de 300 metros cuadrados, la capacitación de agricultores y técnicos en tecnologías de producción y procesamiento, el establecimiento de los convenios de comercialización de los trozos de yuca seca, como materia prima para las industrias de alimentos balanceados y la conformación de un equipo multi-disciplinario y multi-institucional de dirección del proyecto (Cock, 1989).

La Figura 1 muestra las hipótesis que se tenían al comienzo del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica sobre el efecto de éste sobre la adopción de tecnologías de producción y utilización, y sobre el impacto económico y social de esta adopción. En primer lugar las cooperativas de pequeños agricultores adoptan la nueva tecnología de secado de yuca y crean un nuevo mercado para ésta. Este nuevo mercado para la yuca establece un precio piso para las raíces de yuca (en el mercado tradicional) y en cierta medida estabiliza parcialmente los precios.

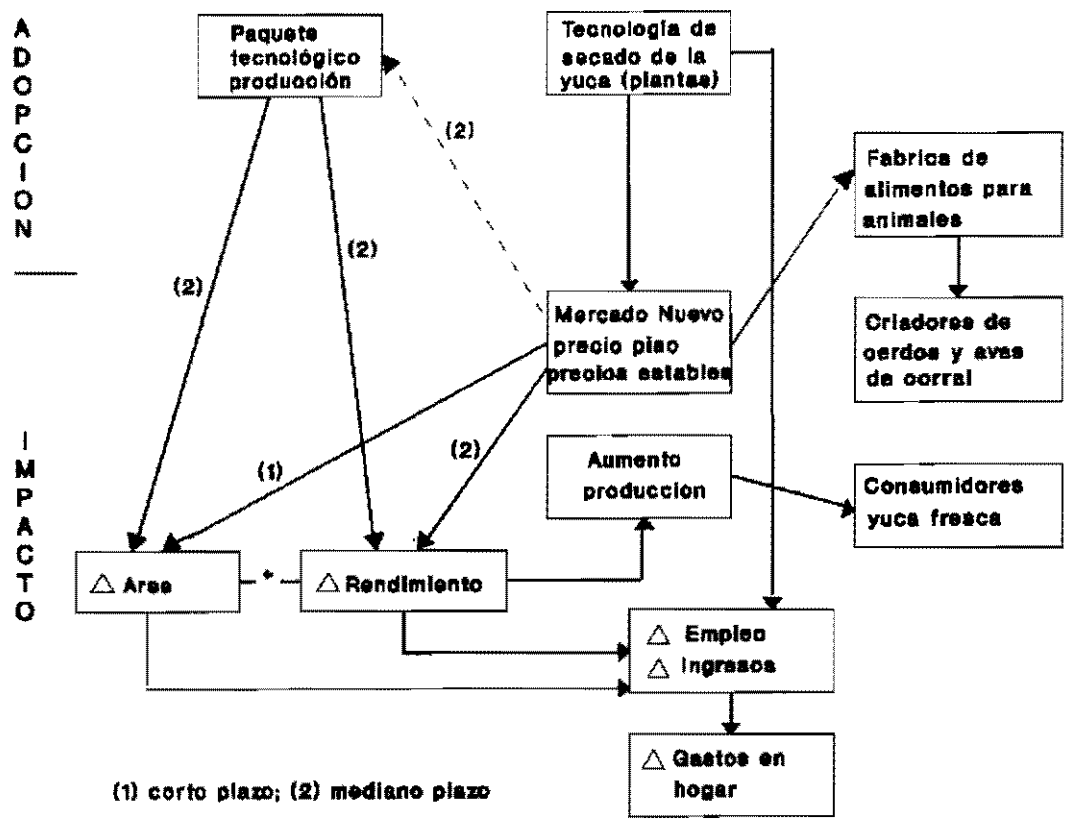


Figura 1. Flujograma de la adopción y del impacto de las tecnologías de la yuca en los proyectos integrados de yuca en Colombia durante 1991.

La estabilización parcial de los precios de la yuca y el aumento en su demanda, ocasionados por el nuevo mercado, tienen efectos directos e indirectos en la producción de yuca. Por una parte, el nuevo mercado, al incrementar la demanda y disminuir el riesgo en los precios, hace que los agricultores aumenten su área sembrada con yuca y en cierta forma produce una adopción espontánea de algunos componentes tecnológicos como el uso de maquinaria para la preparación de la tierra o el uso de pesticidas. De esta manera, se produce un aumento en la producción de yuca en la región.

Por otro lado, la tecnología de secado de yuca tiene un efecto indirecto en la producción de yuca al incentivar al agricultor a adoptar algunos componentes o el paquete tecnológico completo propuesto por las instituciones. La adopción de la tecnología

mejorada de producción genera un aumento aún mayor en la producción de yuca. La instalación de las plantas de secado y el aumento en la producción de yuca crean en última instancia un aumento en el empleo y los ingresos de los productores y procesadores de yuca. Este aumento en ingresos, a su vez crea un aumento del ingreso disponible del hogar, y por consiguiente, un aumento en los gastos en el hogar. Este aumento en los gastos del hogar, en última instancia, debe mejorar las condiciones de vida de los productores de yuca y sus familias en la región.

Otro efecto adicional de la adopción de la tecnología de producción y por consiguiente del aumento en la producción se puede observar a nivel de los consumidores de yuca fresca. El aumento en la producción y la reducción en los costos de mercadeo de yuca, al mermar los desechos debido al nuevo mercado que recibe yuca de menor calidad, disminuye los precios de la yuca fresca en las áreas urbanas y aumenta su disponibilidad, beneficiando a los consumidores urbanos de yuca fresca.

Por otra parte, la producción de yuca seca beneficia a los productores de concentrados para animales ya que representa una fuente más económica de calorías para las dietas y finalmente se vería reflejado en una disminución en el precio de las carnes, beneficiando a los consumidores de carnes también.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El Programa de Yuca del CIAT, en colaboración con instituciones nacionales, ha seguido un proceso de investigación y desarrollo tecnológico que, en su forma mas simple, está compuesto por seis fases (Figura 2). En la sexta fase del ciclo de investigación y desarrollo, se encuentran los estudios de adopción e impacto. Este tipo de estudios han sido utilizados principalmente para evaluar el nivel de aceptación y adopción de las tecnologías desarrolladas y los retornos a la inversión en investigación, viéndose estos como un objetivo final por sí mismos; pero se le ha dado poca importancia al rol que juegan estos estudios como una herramienta para generar información que sirva para retroalimentar a los investigadores, extensionistas, y directores de la investigación. Por lo tanto, los estudios de adopción e impacto deben formar una parte integral del proceso de investigación y desarrollo³.

Los estudios de adopción tienen como objetivo (1) evaluar el nivel y la tasa de adopción para determinar el desempeño de la tecnología, (2) analizar las limitaciones en el sistema de difusión y en el proceso de adopción, y (3) caracterizar los agricultores que adoptaron la tecnología versus los que no la adoptaron. Esta información permite establecer prioridades entre las diferentes actividades de investigación y desarrollo para apoyar la toma de decisiones y la asignación de recursos, y para retro-alimentar a los

³ Para una discusión mas detallada sobre este tema, vease Gottret y Henry (1993).

investigadores de manera que estos puedan ajustar los componentes tecnológicos y metodologías según las necesidades específicas de los diferentes usuarios y de acuerdo con las características de cada región, para de esta manera aumentar la eficiencia y efectividad de los sistemas de investigación y difusión. Adicionalmente, estos estudios generan información detallada para los donantes y políticos, la cual les permite determinar la factibilidad de invertir en proyectos de desarrollo rural en otras regiones con características similares.

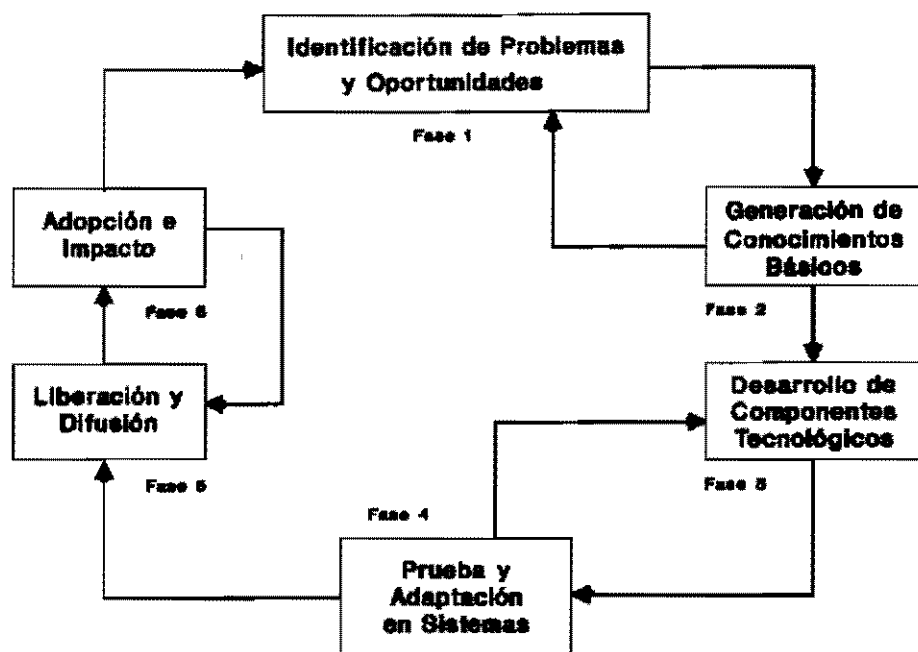


Figura 2. El Ciclo de la investigación y desarrollo del Programa de Yuca del CIAT.

El presente estudio está enmarcado dentro de una serie de estudios de adopción e impacto, macroeconómico y a nivel de hogar campesino, del Proyecto Integrado de Yuca, los cuales están siendo ejecutados por la sección de Economía del Programa de Yuca del CIAT. Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

- 1) Determinar el efecto del Proyecto Integrado de Yuca en la distribución del área de la finca (área en cultivos, área sembrada de yuca, área con pastos, y área en descanso), en la tenencia de la tierra, y en los sistemas de producción de yuca.

- 2) Estimar el grado de adopción de los diferentes componentes tecnológicos de producción de yuca. Para este estudio se analizará la adopción de los siguientes componentes: dos variedades mejoradas de yuca, Venezolana y MP12, una variedad mejorada de maíz para siembra en asocio con yuca, el uso de prácticas culturales como la densidad de siembra, la tecnología de almacenamiento de la semilla, la selección y tratamiento de estacas antes de la siembra, y finalmente el uso de insumos como maquinaria, herbicidas, fertilizantes, y pesticidas (Ver **Cuadro 1**).
- 3) Comparar el nivel de adopción entre productores de áreas de influencia del Proyecto Integrado de Yuca, regiones donde existen plantas de secado y buena presencia institucional, y productores de áreas con poca o ninguna influencia del Proyecto.
- 4) Determinar los factores que influenciaron la adopción y/o la no adopción de los diferentes componentes tecnológicos y los agentes de difusión tecnológica.
- 5) Estimar los cambios en rendimiento como consecuencia de la adopción de tecnología mejorada de producción y los cambios en la utilización de esta producción como resultado del establecimiento de las plantas de secado de yuca.
- 6) Obtener un mejor entendimiento de los patrones de adopción de los diferentes componentes tecnológicos en la producción de yuca e identificar los factores que influyeron en la respuesta de los productores de yuca a la nueva tecnología.
- 7) Determinar el impacto institucional del Proyecto Integrado de Yuca en términos del cambio en el acceso a tierra, crédito, y asistencia técnica por los pequeños productores de yuca.

El estudio se encuentra organizado de la siguiente forma: en la primera sección se sintetiza una serie de estudios relacionados con la evaluación de la adopción e impacto del proyecto integrado de yuca. La segunda sección presenta la metodología utilizada en el estudio, la cual incluye la metodología del muestreo, el contenido del cuestionario utilizado, el sistema de recolección de la información, y los análisis realizados. La tercera sección reúne los resultados obtenidos en la encuesta de adopción a nivel de productor de yuca y el análisis de estos resultados. En la cuarta sección se presentan los patrones de adopción de los diferentes componentes tecnológicos y un análisis de los factores que influyeron en mayor o menor grado en la respuesta de los agricultores a la nueva tecnología. Por último la quinta sección presenta una discusión de los resultados del estudio, conclusiones y recomendaciones.

Cuadro 1. Componentes de la tecnología mejorada de yuca liberados en la Costa Norte de Colombia.

Componente Tecnológico	Año de Recomendación ^a	Zona de Recomendación	Institución que Desarrolló la Tecnología	Fuente Principal de Difusión de la Tecnología
Variedad Venezolana (M. Col 2215)	1968	Sucre	Introducción espontánea por los agricultores. Caracterizada, evaluada, y utilizada en pruebas regionales por el CIAT desde 1979.	Los mismos agricultores
Variedad MP12 "Verdecita" (M. Col 1505)	1984	Magdalena	ICA-CIAT	ICA
Variedad mejorada de maíz para asocio con yuca	1979	Córdoba	ICA	ICA
Densidad de siembra	1978	Magdalena	CIAT	ICA
Almacenamiento de semilla	1980	Magdalena	CIAT	ICA
Selección y tratamiento de semilla	1978	Magdalena	CIAT	ICA
Uso de herbicidas para control de malezas	1981	Sucre	CIAT	ICA
Aplicación de fertilizantes (opcional)	1979	Magdalena	CIAT	ICA

^a Para el caso de la prácticas de manejo del cultivo, el año de recomendación es la fecha aproximada en la que se empezaron las pruebas regionales con los agricultores. Este año de recomendación no se puede considerar como el año de liberación ya que estos componentes tecnológicos no fueron liberados oficialmente en una fecha específica, como es el caso de las variedades mejoradas.

3. METODOLOGIA

El presente estudio de adopción de tecnología de yuca se realizó en seis Departamentos de la Costa Atlántica (Córdoba, Sucre, Bolívar, Atlántico, Magdalena, y Cesar) y en los Departamentos de Santander y Norte de Santander. En la Figura 3 se puede apreciar la localización de estos Departamentos en Colombia. En estos ocho Departamentos se produce alrededor del 56% de la yuca producida en Colombia y se siembra el 57% del área con este cultivo (Ministerio de Agricultura, 1992).

El primer paso para la realización de este estudio consistió en la recolección de información acerca de los componentes tecnológicos desarrollados y liberados en el área de estudio y su nivel de adopción. Una vez recolectada la información existente, se realizó un sondeo con los siguientes objetivos:

(1) identificar las principales zonas productoras de yuca, (2) caracterizar a los productores de yuca, (3) identificar los niveles de tecnología existentes, (4) determinar el apoyo necesario para la ejecución del estudio, e (5) identificar las áreas con influencia tecnológica alta, media y baja.

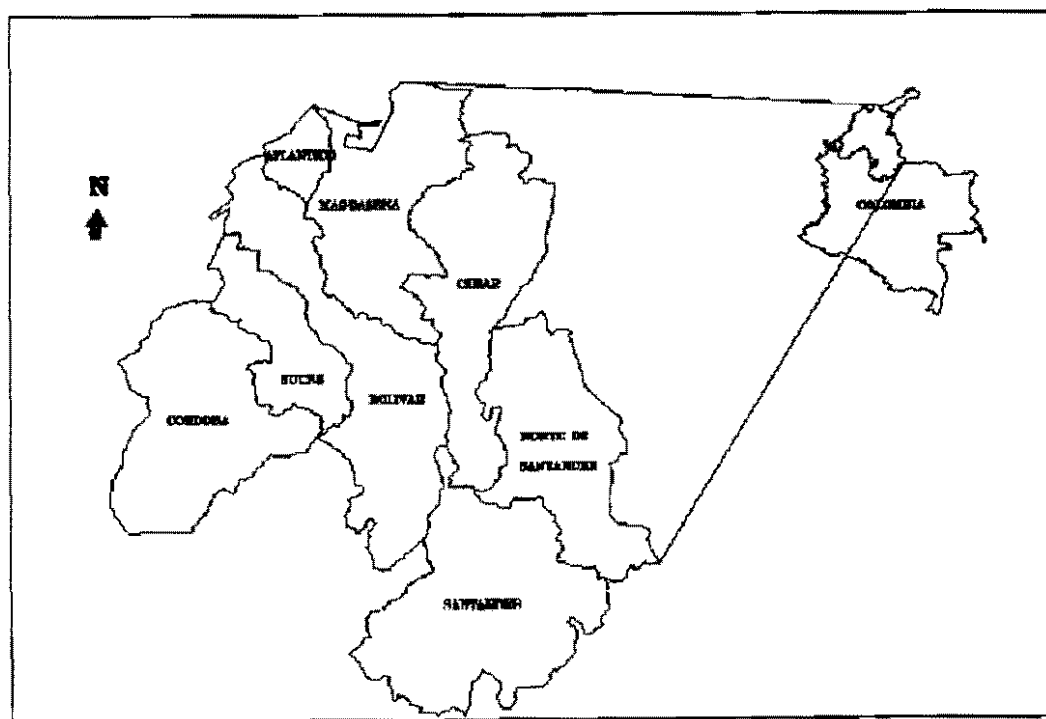


Figura 3. Localización del área donde se realizó el estudio de adopción de tecnología de producción de yuca.

3.1 Estratificación de la muestra

A pesar de que existen varios estudios realizados en la Costa Atlántica antes y durante la introducción de la tecnología de secado de yuca (ver Pinstrup-Andersen y Díaz, 1974 y Janssen, 1985), estos estudios no fueron realizados con el objetivo de servir como base para evaluar la adopción de tecnología de producción de yuca. Debido a esto, no se contó con una información básica completa que permitiera comparar los niveles de adopción antes y después de la introducción de la tecnología de secado, ni su efecto en el mercadeo del producto. Adicionalmente, los estudios realizados no eran representativos de toda la zona de interés.

Debido a esta limitación de información, fue necesario diseñar una metodología de pre-estratificación que permitiera comparar la situación actual de disponibilidad y uso de la tierra, y de adopción de tecnología, con lo que hubiera sido en una situación de no existencia de nuevos mercados para la yuca. La estrategia utilizada en este estudio para poder tener una base de comparación fue la de identificar áreas con diferentes niveles tecnológicos utilizando principalmente dos criterios: presencia institucional, y número y años de operación de las plantas de secado de yuca existentes en cada municipio. Para determinar el grado de presencia institucional en cada municipio se identificaron las oficinas de instituciones de investigación y desarrollo rural, y los proyectos de investigación y desarrollo existentes. De igual manera se identificaron las plantas de secado existentes y los años de operación de éstas en cada municipio de la región. La localización de las principales zonas productoras de yuca y de las plantas de secado instaladas, así como la presencia institucional en la región se puede apreciar en la Figura 4. Esta información permitió la división del área de estudio en tres niveles de influencia tecnológica con las siguientes características:

Nivel 1: Alta tecnología. Municipios en donde se han instalado plantas de secado natural de yuca antes del año 1988 y donde existe una buena presencia institucional, la cual se ha manifestado a través de la investigación en fincas, la visita de técnicos a los cultivos y el acceso a créditos.

Nivel 2: Media tecnología. Municipios donde se han instalado plantas de secado natural de yuca después del año 1988 y en los que las instituciones se han hecho presentes a través de las actividades de secado de yuca con capacitación, investigación a nivel de finca, asesoría de los técnicos a los cultivos y acceso al crédito para el cultivo.

Nivel 3: Baja tecnología. Municipios en donde no se han instalado plantas de secado y en donde la presencia institucional dedicada a hacer investigación y extensión con el cultivo de yuca es bastante baja o está ausente.

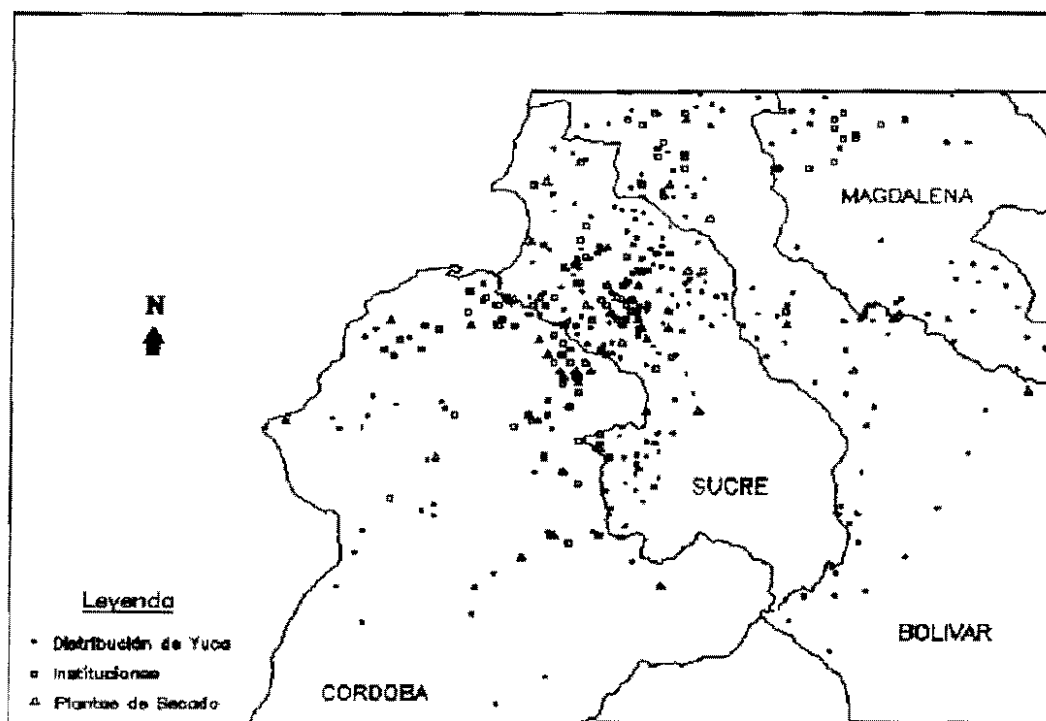


Figura 4. Localización del área de producción de yuca, presencia institucional y plantas de secado en los departamentos de Sucre, Córdoba y Bolívar.

3.2 Elaboración de la encuesta

La encuesta fue elaborada en la Sección de Economía de Yuca del CIAT con la colaboración de otros funcionarios del Programa de Yuca. Esta encuesta contiene 33 preguntas y fue probada en el campo para posibilitar la corrección de problemas en algunas preguntas, si era necesario, y corroborar la viabilidad de realizarla en tiempo prudencial. La encuesta incluyó los siguientes temas de referencia para el estudio: ubicación de la finca, modo de tenencia y uso de la tierra, cultivos y sistemas de producción, rendimiento y utilización de las raíces, canales de mercadeo, acceso a servicios institucionales, cambios realizados en los sistema de producción durante los últimos diez años, caracterización de la unidad familiar, y utilización de la mano de obra familiar y no familiar.

3.3 Muestreo de la población

Dadas las características de la población objetivo -productores de yuca en la Costa Atlántica y los Santanderes- y la poca información disponible -población de agricultores

productores de yuca por municipio y número de fincas por vereda-, se propuso un "muestreo de conglomerados, estratificado, polietápico" con las siguientes características:

Conglomerado. En una primera etapa, la población de agricultores productores de yuca se dividió en 17 Departamentos CRECED (Centro Regional de Capacitación, Extensión, y Difusión de Tecnología), y cada municipio fue clasificado de acuerdo con esta división. La razón principal de esta división es la facilidad operacional para la aplicación y recolección de la encuesta (Perdomo, 1992).

Estratificado. Se definió como variable de estratificación el nivel tecnológico del municipio productor de yuca, de acuerdo con la clasificación y las características ya presentadas.

Polietápico. La muestra se seleccionó, según se muestra en el **Cuadro 2**, en tres fases o etapas:

Primera etapa: Selección de Municipios dentro de cada Departamento CRECED: Se seleccionaron los municipios que conformaron la muestra. La probabilidad de selección fue proporcional al tamaño del municipio en hectáreas cultivadas con yuca. Se seleccionaron 57 municipios de los 139 que conformaron la población total.

Segunda etapa: Selección de veredas: Para cada municipio seleccionado se obtuvo la información de veredas que lo forman y como no existía información sobre número y tamaño de fincas a nivel de vereda, se optó por una asignación constante de veredas, seleccionándose mediante muestreo aleatorio simple, tres veredas por cada municipio seleccionado visitando un total de 174 veredas.

Tercera etapa: Selección de fincas: En cada vereda seleccionada mediante muestreo aleatorio simple y con asignación constante, se visitaron cuatro fincas en donde la yuca era el cultivo principal, para tener en total una muestra de 696 fincas (Perdomo, 1992).

3.4 Ejecución de la encuesta

La ejecución de las encuestas se realizó en colaboración con los expertos agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de los CRECED que tienen su área de influencia en las regiones seleccionadas para el estudio. En cada oficina se organizó un grupo de expertos a los cuales se les dio capacitación en la ejecución de la encuesta. Esta colaboración inter-institucional en la realización de las encuestas permitió la utilización de los criterios técnicos de los funcionarios de ICA para evaluar las respuestas de los agricultores y facilitó la cooperación de los productores debido a la relación de confianza que existe entre los técnicos y los productores. La encuesta se aplicó normalmente al agricultor principal de la familia y el control de la calidad de la información fue realizado revisando diariamente, con los encuestadores, los formularios diligenciados.

Cuadro 2. Departamentos CRECED y municipios donde se realizaron las encuestas, y número de veredas y fincas visitadas.

Departamento	CRECED	Municipio	Estrato	Número de Veredas visitadas	Número de Fincas visitadas	Fincas visitadas por Dpto.
Córdoba	13	Montería	2	6	24	120
		Pueblo Nuevo	3	3	12	
		La Unión	3	3	12	
	14	Tierra Alta	3	3	12	
		Monte Líbano	3	3	12	
	15	Momil	1	2	12	
		Sahagún	1	3	12	
		San Pelayo	2	3	12	
Moñitos		3	3	12		
Sucre	16	San Juan de Betulia	1	3	12	72
		Los Palmitos	1	3	12	
		San Onofre	2	3	12	
		Sincé	3	3	12	
		San Pedro	3	3	12	
19	Buena Vista	3	3	12		
Bolívar	17	San Juan Nepomuceno	1	3	12	108
		San Jacinto	2	3	12	
		El Guamo	3	3	12	
	18	Mahates	2	3	12	
		Arjona	2	3	12	
	19	Villanueva	3	3	12	
		Mompox	3	3	12	
Magangué		3	3	12		
Atlántico	20	Talaiga Nueva	2	3	12	84
		Sabanalarga	1	3	12	
		Luruaco	2	3	12	
		Santo Tomás	2	3	12	
		Polo Nuevo	2	3	12	
		Candelaria	3	3	12	
		Santa Lucía	3	3	12	
Repelón	2	3	12			

Cuadro 2. Departamentos CRECED y municipios donde se realizaron las encuestas, y número de veredas y fincas visitadas (continuación).

Departamento	CRECED	Municipio	Estrato	Número de Veredas visitadas	Número de Fincas visitadas	Fincas visitadas por Dpto.
Magdalena	25	Pivijay	1	3	12	72
		Cerro de San Antonio	2	3	12	
		Sitio Nuevo	3	3	12	
	26	Guamal	3	3	12	
	27	Tenerife	3	3	12	
		Ariguani	3	3	12	
Cesar	21	Robles (La Paz)	3	3	12	96
		Valledupar	3	3	12	
	22	Curumaní	2	3	12	
		Chiriguana	2	3	12	
		Pailitas	3	3	12	
	57	La Gloria	3	3	12	
		San Martín	3	3	12	
		San Alberto	3	3	12	
Santander	50	Valle de San José	3	3	12	84
		Socorro	3	3	12	
		Palmas del Socorro	2	3	12	
		Oiba	3	3	12	
	52	San Vicente de Chucurí	2	3	12	
		Cimitarra	3	3	12	
		Landazuri	3	3	12	
Norte de Santander	54	Sardinata	3	3	12	60
		Cúcuta	3	3	12	
		Salazar	3	3	12	
		Tibú	3	3	12	
		Lourdes	3	3	12	
Totales	17	57	3	173	696	696

4. RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se presentan de la siguiente forma: (1) cambios en el modo de tenencia de la tierra y el área total de la finca, (2) cambios en la utilización de la tierra y en el área sembrada con yuca, (3) nivel de adopción de los diez componentes tecnológicos analizados, las principales razones para su adopción y/o no adopción, y los principales agentes de difusión, (4) análisis de los factores que influyeron en la adopción de tecnologías de producción haciendo uso de un modelo logístico de adopción, y (5) efectos de la adopción de las tecnologías de producción y utilización de yuca en productividad, utilización del producto, ingresos, y en la dedicación de la señora del hogar al trabajo en la finca.

4.1. Modos de Tenencia de Tierra y Distribución del Area de Finca

Para analizar el modo de tenencia de la tierra en la región, en el **Cuadro 3** se pueden apreciar las distintas formas de tenencia de la tierra y el porcentaje de agricultores que son propietarios, arrendatarios, y que trabajan en compañía o tienen otra forma de tenencia de la tierra.

Cuadro 3. Modos de tenencia de la tierra y cambios del área, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
Area promedio de finca (ha)	11.6	10.5	11.7	12.1
Modos de tenencia (%)				
Propia	64.0	69.1	61.8	63.1
Arrendada	17.7	9.6	26.1	15.5
Propia y arrendada	12.5	17.0	7.2	14.1
Compañía	1.9	0.7	1.7	2.6
Otro modo de tenencia	4.0	3.6	3.2	4.7
Modos de tenencia en fincas con área menor a 3 ha.				
Propia	36.8	20.8	38.8	38.8
Arrendada	43.5	58.0	53.6	33.7
Propia y arrendada	8.9	8.7	1.1	14.2
Compañía	1.5	3.0	1.2	1.4
Otro modo de tenencia	9.3	9.5	5.3	11.9

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

Los productores de yuca de la Costa Atlántica son principalmente dueños de su tierra y como segunda alternativa arriendan tierra para la producción de yuca. Aproximadamente 94.2% de los productores de yuca en la Costa Atlántica siembran en tierra propia y/o arrendada. Esta no es necesariamente la situación entre los agricultores que tienen fincas más pequeñas (área de finca menor a 3 ha.). Entre estos agricultores mas pequeños, sólo el 37% son dueños de la tierra y el porcentaje mayor de estos arrienda tierra para sembrar (44%). Por otro lado, 9% de los pequeños productores de yuca (área < 3 ha) siembran en tierra propia y arriendan otro pedazo de tierra para poder aumentar su área sembrada (**Cuadro 3**). Estos resultados muestran, al igual que los de Janssen (1984), que a medida que el tamaño de la finca disminuye, el porcentaje de agricultores que arriendan tierra aumenta y disminuye el porcentaje de tierra en propiedad. Janssen (1984), al inicio del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica, planteó que el alto porcentaje de tierra arrendada en las fincas pequeñas podía restringir las posibilidades de mejorar las condiciones de vida en la región, a través de la introducción de la agroindustria de secado de yuca, debido a que la poca disponibilidad de tierra propia podía disminuir el incentivo de los agricultores de organizarse en cooperativas de secado y participar de los riesgos que implicaba esta inversión. Janssen encontró en 1982 que en las fincas con área menor a 3 ha., sólo el 20% de los agricultores eran dueños de su tierra. Los resultados de la encuesta en 1991, muestran que el porcentaje de productores de yuca, con áreas menores a 3 ha., que son dueños de su tierra ha aumentado al 37%. Este aumento puede estar relacionado con el aumento en la adjudicación de tierras a través del programa de reforma agraria en la región, el cual entregó en la última década 251.569 ha. a agricultores sin tierra (85% de la tierra adjudicada desde su inicio en 1969).

El área promedio de finca de los productores de yuca en la región es de 11.6 ha, pero esta área es menor en el nivel 1 y mayor en el nivel 3 (**Cuadro 3**). Para poder comparar los cambios en el área de finca y la distribución de esta área entre las diferentes actividades de la finca en los últimos ocho años (duración de la fase comercial del Proyecto de Secado de Yuca en la Costa Atlántica), se utilizaron los datos reportados por Janssen (1984). Debido a que estos datos fueron obtenidos en una encuesta realizada en 1982 a agricultores beneficiarios del Fondo DRI y las parcelas de estos agricultores no superaban las 20 ha., para este propósito se utilizaron sólo las encuestas de agricultores con fincas de 20 ha. o menos (578 observaciones). A pesar de que en todos los Departamentos de la Costa Atlántica analizados, el área de finca disminuyó, con excepción de Sucre (Departamento donde el programa de Reforma Agraria entregó en los últimos cinco años 56,571 ha. de tierra de acuerdo a datos reportados por el INCORA), el área sembrada con yuca aumentó en términos absolutos en Bolívar y Sucre y aumentó en los tres Departamentos como porcentaje del área total de la finca. Mientras que en Córdoba, Sucre, y Bolívar el área sembrada con yuca representaba en 1983 el 22, 20, y 15% del área de la finca, respectivamente, para 1991, representaba el 51, 25, y 39% del área total (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Cambio en el área promedio de la finca y la utilización de la tierra en algunos departamentos de la Costa Norte de Colombia, durante el período 1983-1991.

Departamento	Area total	Area cultivo	Area yuca	Area pasto	Area rastrojo/ descanso
	Ha				
Bolívar 1982 ^a	11.2	3.3	1.7	3.8	4.1
1991 ^b	6.2	2.7	2.4	2.2	1.2
% cambio	-44.3	-18.2	41.2	-42.1	-70.7
Córdoba 1982	9.7	3.3	2.1	4.5	1.8
1991	8.7	3.6	2.1	4.4	0.6
% cambio	-10.3	9.1	0.0	-2.2	-66.7
Sucre 1982	7.4	2.8	1.5	3.9	0.7
1991	8.9	3.6	2.2	3.6	0.4
% cambio	20.3	28.6	46.7	-7.7	-42.9

^a Fuente: Utilización de la tierra e importancia de la yuca en la finca DRI, en los departamentos del Atlántico, Bolívar, Córdoba, y Sucre. En Tercer Informe del Proyecto Cooperativo DRI, ACIDI, CIAT-Septiembre, 1984.

^b Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991. (Sub-muestra de fincas con área \leq 20 ha).

Esto muestra que la introducción de la tecnología de secado de yuca, la cual ha creado un mercado alternativo para la yuca, aumentando su demanda y estabilizando su precio, ha creado un incentivo en la región para aumentar el área sembrada con yuca y a la vez ha aumentado su importancia dentro de la distribución de la tierra. El aumento en el área sembrada con yuca, al no haber un aumento en el área de la finca, ha sido a costa de una disminución significativa en el área en descanso y en potreros.

Por otra parte, la Figura 5 muestra las principales razones que dieron los agricultores para disminuir el tamaño de su finca. La principal causa para esta disminución en área de finca, fue el aumento en la demanda de tierra en la región que forzó a muchos agricultores que trabajan en tierra arrendada a disminuir su área por la dificultad de conseguir tierra o por el aumento en los costos de arriendo. Además, otros factores que influyeron en la disminución del área de finca fueron las dificultades financieras, por las que el agricultor perdió su tierra al ser embargada por la Caja Agraria o la tuvo que vender, y la división entre hermanos.

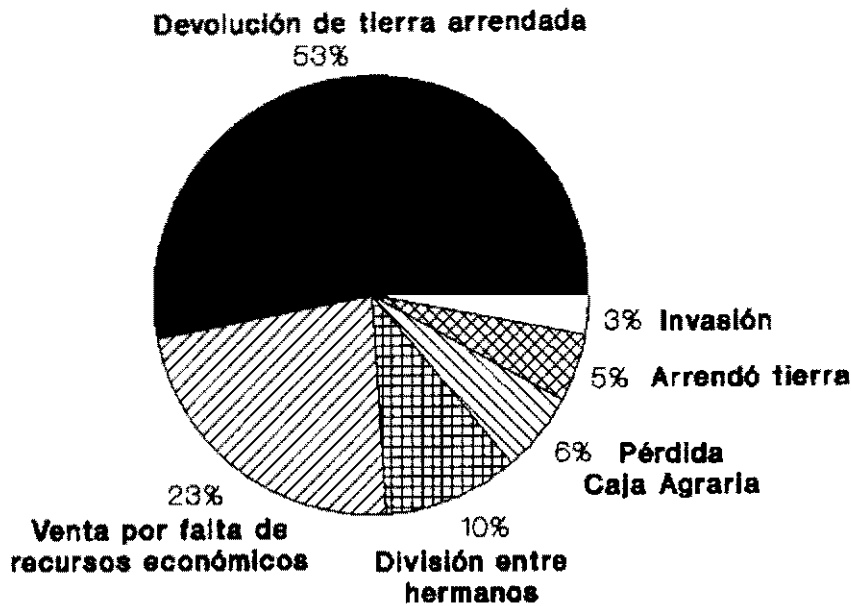


Figura 5. Razones para disminuir el área de la finca. Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

El **Cuadro 5**, muestra la utilización que los productores le dan a su tierra para toda la muestra y por nivel tecnológico. En términos de área en cultivo, no se observa ninguna diferencia significativa por nivel tecnológico, aunque el porcentaje del área cultivada de la finca es mayor en el nivel 1 que en el nivel 2 y 3. El área cultivada representa en promedio 33% del área de la finca. Por otro lado, el área dedicada tanto a pastos como a descanso es menor en el nivel 1 que en los niveles 2 y 3. Esto muestra que los agricultores de nivel 1 usan la tierra de una forma más intensiva, lo que en parte puede deberse a que en promedio poseen un área menor de tierra.

En cuanto a los cambios ocurridos en los últimos diez años, un mayor porcentaje de agricultores aumentaron su área cultivada y disminuyeron su área en pastos y descanso en los niveles 1 y 2 que en el nivel 3 (**Cuadro 5**). La razones que dan los agricultores para aumentar su área de cultivo y disminuir su área en pastos y en descanso, se pueden observar en la Figura 6. La principal razón en los tres casos es aumentar el área sembrada con yuca. El aumento en el área de cultivo, para 16% de los agricultores, es visto como un medio de aumentar ingresos. El 36% de los agricultores que dicen que

aumentaron su área en cultivo debido a una mayor disponibilidad de tierra, recibieron ésta a través del INCORA. Para los agricultores del nivel 1, este porcentaje alcanza al 51%, mientras que para los del nivel 3, sólo el 17% de los agricultores con mayor disponibilidad de tierra la obtuvieron a través del INCORA. Esto muestra que los productores de yuca en el nivel 1 han tenido un mayor apoyo del INCORA para obtener tierras propias o definir la situación legal de éstas.

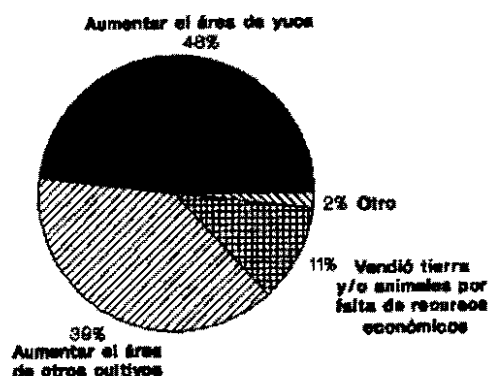
Cuadro 5. Utilización de la tierra y cambios en la utilización, según nivel de influencia tecnológica.

	Totales	Nivel		
		1	2	3
		----- ha -----		
Area promedio de la finca	11.6	10.5	11.7	12.1
Area en cultivos	3.8 (32.8) ^a	3.8 (36.2)	3.8 (32.5)	3.7 (30.6)
Area en pastos	5.7 (49.1)	5.2 (49.5)	5.8 (49.6)	5.9 (48.8)
Area en descanso	1.8 (15.5)	0.7 (6.7)	1.7 (14.5)	2.3 (19.0)
Area otros	0.3 (2.6)	0.8 (7.6)	0.4 (3.4)	0.2 (1.6)
Area sembrada con yuca	2.0	2.2	2.2	1.8
		----- % -----		
Porción del área cultivada que está sembrada de yuca	53.2	57.9	57.6	48.6
Productores que aumentaron el área cultivada	41.4	45.9	50.6	32.2
Productores que disminuyeron el área en pastos	14.7	14.9	21.3	9.8
Productores que disminuyeron el área en descanso	30.6	41.0	44.3	17.1

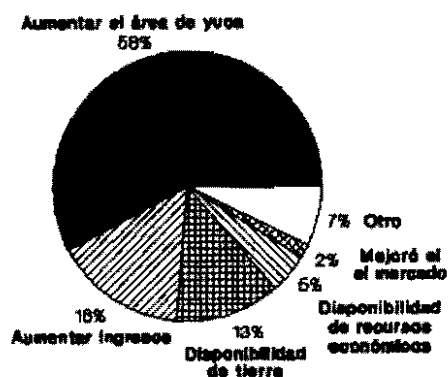
^a Cifras entre paréntesis son porcentajes del área total de la finca.

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

Razones para disminuir el área de pastos



Razones para aumentar el área de cultivo



Razones para disminuir área en descanso

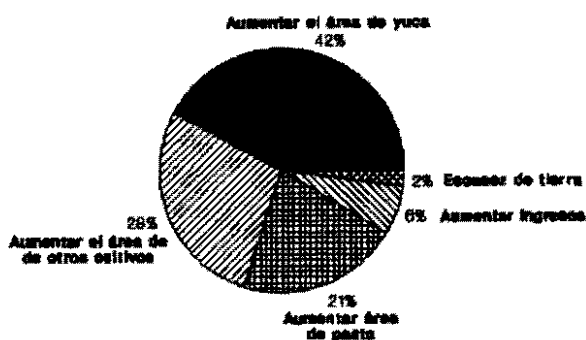


Figura 6. Razones para cambiar el uso de la tierra en los últimos diez años. Encuesta de adopción del tecnología, Economía de Yuca, 1991.

En términos del rol de la yuca en la finca, ésta es más importante entre los agricultores de nivel 1 y 2 que entre los agricultores de nivel 3 (**Cuadro 5**). El sistema de cultivo más común entre los productores de yuca es el asocio yuca/maíz; en general, 72% de los agricultores siembran yuca en asocio con otros cultivos. En cuanto al sistema de

producción, existen diferencias significativas entre niveles tecnológicos. Mientras que el 84% de los agricultores en el nivel 1, siembran yuca en asocio con maíz, sólo el 51% de los agricultores lo hacen en el nivel 3. Lo contrario ocurre con el sistema de monocultivo, el porcentaje de agricultores que siembran en monocultivo en el nivel 1 (8%) es menor que el porcentaje de agricultores que siembran en monocultivo en el nivel 3 (37%). La razón para esta diferencia en el sistema de cultivo de yuca es que, en el nivel 3, se incluye una mayor proporción de municipios de los Santanderes donde la presencia del monocultivo es mayor que en la Costa Atlántica. Se cree que esta diferencia puede deberse, en parte, a la distribución de las lluvias. En los Santanderes las lluvias están mejor distribuidas a través del año que en la Costa, y por lo tanto los agricultores pueden sembrar dos cultivos de yuca al año y su flujo de capital es bastante bueno. Por el contrario, en la Costa Atlántica, las lluvias se encuentran concentradas entre los meses de Abril y Mayo, por lo que el agricultor necesita sembrar la yuca en asocio con otros cultivos que pueda cosechar antes de la yuca. De esta manera, el agricultor puede mejorar su flujo de capital por lo que prefiere sembrar la yuca en asocio.

Por otra parte, el porcentaje de agricultores que aumentaron su área sembrada con yuca es mayor en el nivel 1 que en el nivel 2 y 3. 52% de los agricultores en el nivel 1 aumentaron su área sembrada con yuca, mientras que sólo el 39 y 29% de los agricultores en los niveles 2 y 3 aumentaron su área sembrada con yuca, respectivamente (**Cuadro 6**).

En la Figura 7 se pueden apreciar las principales razones que dan los agricultores para aumentar su área sembrada con yuca. Aproximadamente el 50% de los productores de yuca que aumentaron su área con yuca lo hicieron porque piensan que el mercado para la yuca mejoró y/o por la existencia de las plantas de secado como una alternativa para mercadear su producción. La disponibilidad de tierra también fue una razón importante para este aumento en el área sembrada con yuca. Este mayor acceso a tierra, en la mitad de los productores, fue gracias a tierras obtenidas a través del INCORA. Para el caso específico del nivel 1, 98% de los productores de yuca que aumentaron su área sembrada de yuca por el mejor acceso a tierra fueron beneficiarios del INCORA. La sustitución de la yuca por el ñame, debido a la "antracnosis" en el ñame, también fue una causa importante para el aumento en el área sembrada con yuca, así como las mayores facilidades de crédito y/o recursos económicos para sembrar yuca.

Como era de esperarse, ahora existe un mayor porcentaje de productores de yuca que siempre cosechan toda el área que siembran, que hace diez años. El porcentaje de agricultores que cosechan siempre la misma área sembrada aumentó del 60 al 84% (**Cuadro 7**). También cabe destacar que el mayor porcentaje de los agricultores que cosechan siempre toda el área sembrada se encuentra en el nivel 1, aunque antes era mayor en el nivel 3. En los últimos diez años, 32% de los productores que antes nunca, o a veces, cosechaban la misma área que sembraban, ahora la cosechan siempre.

Cuadro 6. Sistemas de producción y cambios del área sembrada de yuca, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
	----- ha -----			
Area cultivada con yuca	2.02	2.20	2.19	1.80
Monocultivo	0.56 (28.0) ^a	0.18 (8.2)	0.69 (31.5)	0.66 (36.7)
Asocio yuca/maíz	1.20 (59.0)	1.84 (83.6)	1.16 (53.0)	0.91 (50.5)
Asocio yuca/ñame	0.09 (4.5)	0.00 (0.0)	0.13 (5.9)	0.11 (6.1)
Asocio yuca/maíz/ñame	0.05 (2.5)	0.01 (0.5)	0.11 (5.0)	0.02 (1.1)
Asocio yuca/otros	0.12 (6.0)	0.17 (7.7)	0.10 (4.6)	0.10 (5.6)
	----- % -----			
Productores que aumentaron su área sembrada con yuca	37.4	51.6	39.3	28.8
Productores que disminuyeron su área sembrada con yuca	15.0	14.7	16.8	13.9

^a Las cifras entre paréntesis son porcentajes del área total sembrada con yuca.

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

La principal razón que dan los agricultores para este cambio es que ahora existe una mayor demanda por la yuca, especialmente por la existencia de la plantas de secado (Cuadro 7).

Por lo tanto se puede concluir que en general el área en cultivo y el área sembrada de yuca ha aumentado significativamente, especialmente como consecuencia del mejor mercado que existe actualmente para la yuca después de la introducción de la tecnología de procesamiento. Por otro lado, no solo se ve un aumento en el área sembrada con yuca, sino que ahora hay un mayor porcentaje de agricultores que cosechan toda su área sembrada. Mientras que antes muchos agricultores se veían forzados a dejar la yuca sin cosechar por la falta de mercados o porque el precio de la yuca no lo justificaba, ahora esta situación parece ser la excepción. Este aumento en el área

sembrada con yuca, en la situación de la Costa Atlántica donde el área promedio de finca ha disminuido, ha sido principalmente a costa de una reducción en el área de pasto y el área en descanso o rastrojo. Esto muestra que actualmente se está haciendo un uso más intensivo de la tierra en la región. A pesar de esto, cabe destacar que los agricultores continúan con su práctica tradicional de sembrar yuca en asocio con otros cultivos a pesar de la ampliación del mercado de la yuca.

Razones para aumentar el área de yuca

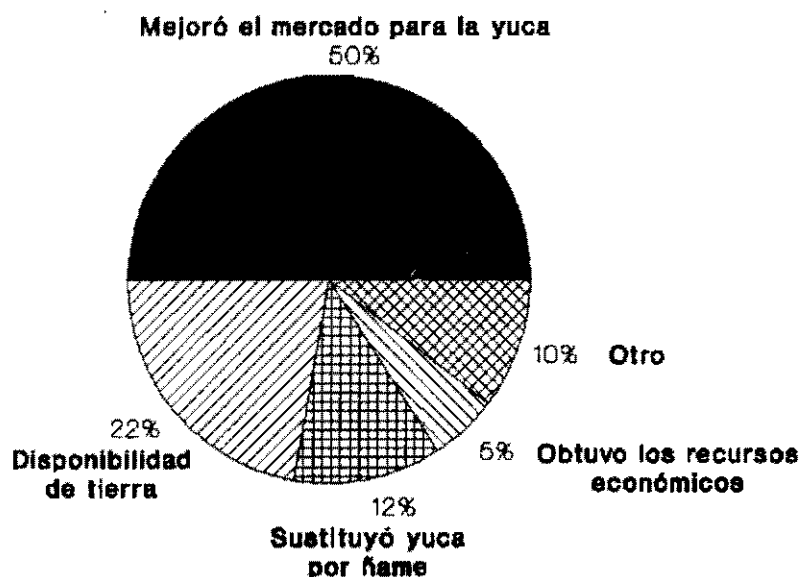


Figura 7. Razones para aumentar el área sembrada de yuca en los últimos diez años. Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

4.2 Adopción de Tecnología de Producción

Para poder determinar en qué medida la introducción de la tecnología de procesamiento creó un incentivo para la demanda y adopción de tecnologías mejoradas de producción de yuca, en esta sección se hará una evaluación de la adopción de diferentes componentes tecnológicos y el cambio en esta adopción en los últimos ocho años. En la segunda parte de esta sección se analizarán los factores que afectaron la adopción de los diferentes componentes tecnológicos.

Cuadro 7. Comparación del área de yuca cosechada con referencia al área cultivada, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
Productores que cosechan la misma área que siembran siempre	84.2	90.5	75.9	87.1
Productores que anteriormente cosechaban la misma área que sembraban siempre	60.0	58.9	55.7	63.8
Productores que antes cosechaban la misma área que sembraban a veces o nunca y ahora la cosechan siempre	31.8	39.1	33.5	26.7
Razones del cambio				
Mayor demanda para la yuca y/o por la planta de secado	83.6	79.9	95.7	71.3
Antes tenía mas pérdidas por sequía	7.9	20.1	0.0	6.3
Ahora alimenta animales con yuca en la finca	3.9	0.0	4.2	7.4
Otro	4.6	0.0	0.1	15.0

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

4.2.1 Adopción de variedades mejoradas

Adopción de variedad Venezolana. La variedad Venezolana es una variedad que fue introducida en la región, de forma más bien espontánea en 1968, por agricultores que venían del Estado Zulia (Venezuela) donde habían ido a trabajar. Esta variedad fue caracterizada por el CIAT e introducida en el banco de germoplasma como M Col 2215, y luego fue sometida a evaluación, por la sección de Mejoramiento de Yuca del CIAT, en ensayos de rendimiento y pruebas regionales desde 1979 (Cuadro 1). Debido al buen comportamiento de esta variedad, esta fue recomendada y promovida por las instituciones como parte del Proyecto Integrado de Yuca (Lozada y Luna, 1983).

La Figura 8 muestra el porcentaje de agricultores que plantaron variedad Venezolana por año en forma acumulativa. Este porcentaje menos el porcentaje del año anterior representa el porcentaje de agricultores que plantaron variedad Venezolana por primera

vez en un año específico. Diez años después de que la variedad fue introducida en la región, sólo 6.5% de los agricultores la estaban sembrando.

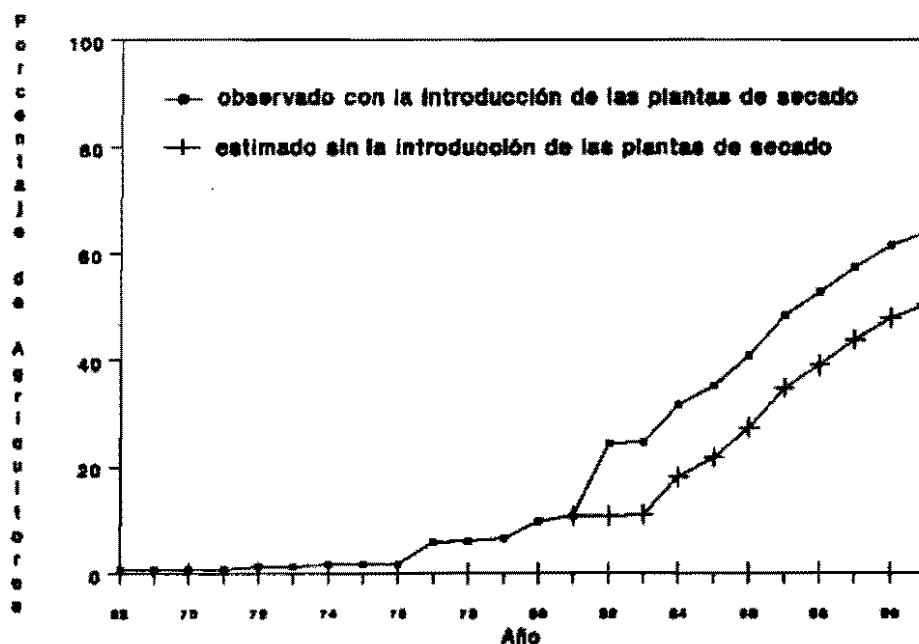


Figura 8. Porcentaje de agricultores sembrando variedad Venezolana por año. Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

En 1981, el año en que se introdujo la tecnología de secado de yuca en la región, se observa un desplazamiento de la curva de adopción y comienza la etapa de aceleración de esta curva. Esta etapa de aceleración generalmente comienza cuando la variedad nueva introducida se va adoptando y existe un mayor conocimiento de su comportamiento en el campo y su rentabilidad. En el caso de la variedad Venezolana el nivel de adopción está actualmente llegando a estabilizarse ya que se observa una disminución en el ritmo de adopción. Actualmente, 64% de los productores en la zona están sembrando variedad Venezolana pero se estima que sólo 50% de los agricultores la estarían sembrando si no se hubieran establecido las plantas de secado de yuca. Por otra parte, en el Cuadro 8 también se puede observar una diferencia significativa en el nivel de adopción desde la introducción de la variedad y en los últimos ocho años entre los agricultores de diferentes niveles tecnológicos. Mientras 93% de los productores de yuca en el nivel 1 siembran variedad Venezolana, sólo el 48% lo hacen en el nivel 3, y de los agricultores que siembran esta variedad, 82% la sembraron por primera vez en los últimos ocho años (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de agricultores que usan variedad Venezolana por nivel de influencia tecnológica, 1991.

	Total	Nivel		
		1	2	3
		----- % -----		
Agricultores que usan variedad Venezolana	64.4	92.5	67.2	48.0
Agricultores que usan variedad Venezolana hace ocho años o menos	52.8	87.2	57.3	37.2

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

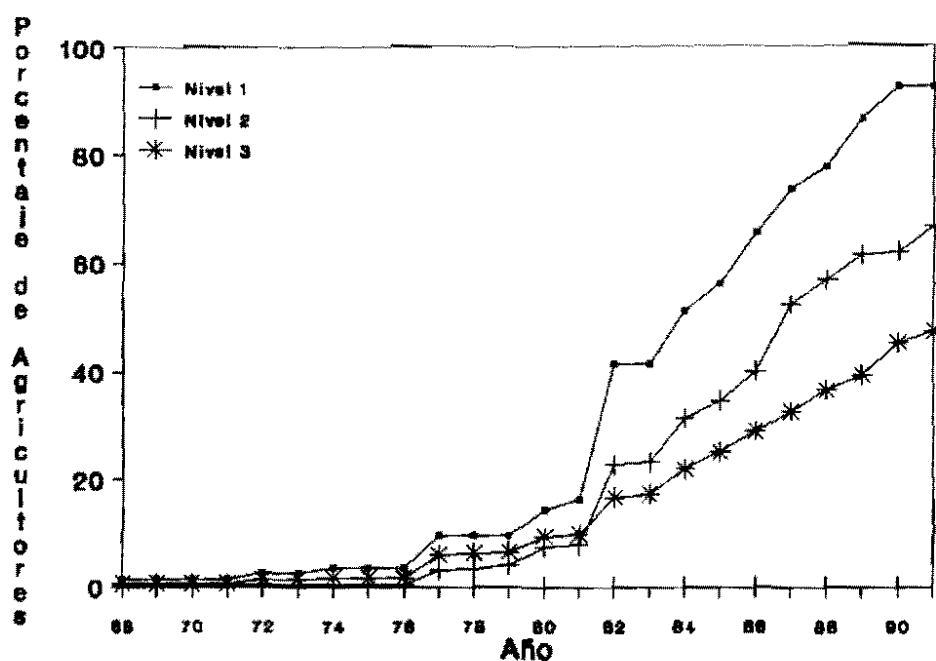
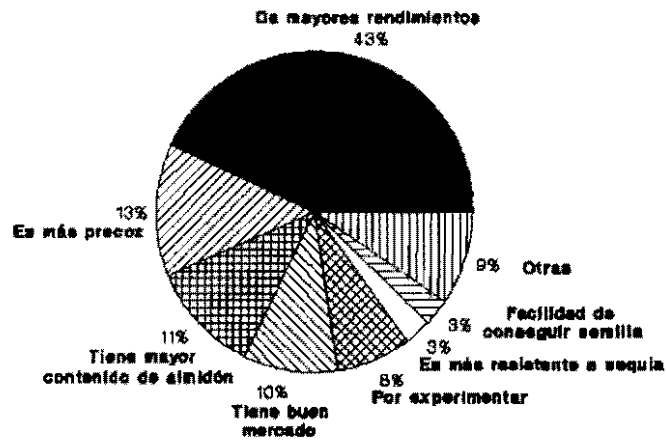


Figura 9. Porcentaje de agricultores sembrando variedad Venezolana por año y por nivel tecnológico. Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

En la Figura 9 se pueden apreciar las diferencias entre las curvas de adopción por nivel tecnológico. Estas curvas muestran no sólo que el nivel de adopción es mayor en el nivel 1, sino también que el desplazamiento de esta curva, aparentemente causado por la introducción de las plantas de secado, es también mayor en el nivel 1.

Razones que dan los agricultores para sembrar Variedad Venezolana



Fuentes de difusión de Variedad Venezolana

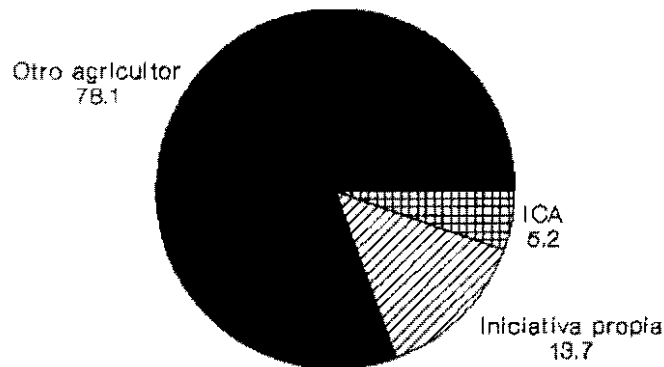


Figura 10. Razones que dan los agricultores para usar variedad venezolana y fuente de difusión. Encuesta de adopción, Economía de Yuca, 1991.

En la Figura 10, se presentan las razones más importantes que dieron los agricultores para sembrar variedad Venezolana y las fuentes de difusión de la variedad. La razón principal que dan los agricultores para sembrar variedad Venezolana es que produce mayores rendimientos. Otras razones importantes que dan los agricultores para sembrar esta variedad son la precocidad, el mayor contenido de almidón y el buen mercado para este tipo de yuca. Aunque esta variedad fue difundida y promovida por el ICA, aunque no introducida por esta institución, la principal fuente de difusión de la variedad fueron los mismos agricultores, seguidos por el ICA.

Adopción de variedad MP12. A diferencia de la variedad Venezolana que fue introducida por los mismos agricultores aunque en gran medida difundida por las instituciones, la variedad MP12 (CMC 76) fue introducida por el ICA y el CIAT, también desde Venezuela (Universidad Central), y luego fue liberada oficialmente en julio de 1984 por la Sección de Yuca y Ñame del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Toro, 1984).

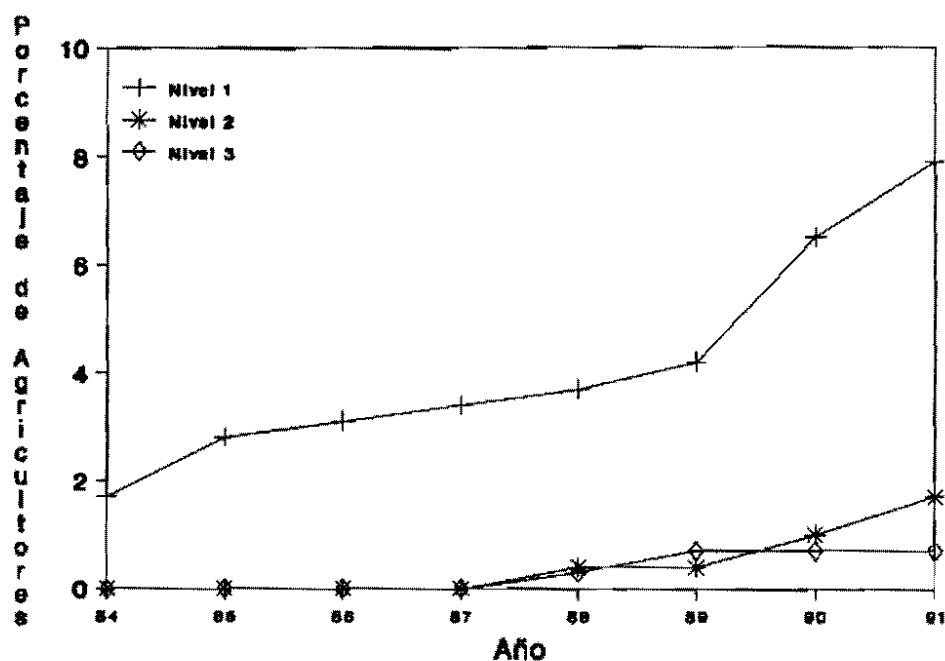


Figura 11. Porcentaje de agricultores sembrando variedad MP12 por año y por nivel tecnológico. Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

En la Figura 11, se puede observar el porcentaje de productores de yuca sembrando variedad MP12 desde que esta variedad fue introducida oficialmente en el año 1984 por el ICA. El proceso de adopción de esta variedad, a diferencia del caso de la variedad Venezolana, se encuentra en su primera fase. En esta fase los agricultores empiezan a experimentar con la nueva variedad pero se conoce poco sobre su comportamiento en el campo, su aceptación en el mercado, y su rentabilidad. En el caso de la yuca, que no se reproduce por semilla sino por material vegetativo, a diferencia de los granos, es lógico pensar que esta primera fase del proceso de adopción es mas bien lenta debido a la poca disponibilidad de semilla. En el caso de la variedad Venezolana esta fase duró alrededor de diez a doce años y esto puede estar relacionado con la dificultad de multiplicar y diseminar la semilla.

Para el año 1991, sólo 2.5% de los productores de yuca estaban sembrando variedad MP12 y el 88% de estos productores la empezaron a sembrar en los últimos ocho años. Además, existen grandes diferencias en el nivel de adopción entre los tres niveles de tecnología. Mientras 8% de los productores de yuca en el nivel tecnológico 1 siembran variedad MP12, sólo 1.7 y 0.4% de los agricultores la siembran en los niveles 2 y 3, respectivamente (**Cuadro 9**).

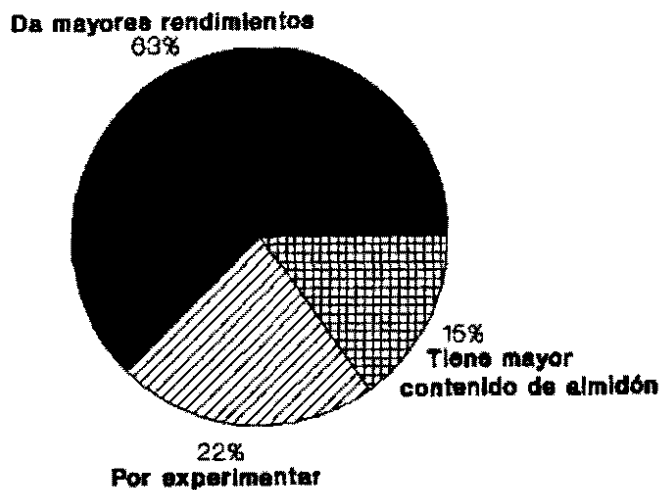
Cuadro 9. Porcentaje de agricultores que usan variedad MP12 por nivel tecnológico, 1991.

	Total	Nivel		
		1	2	3
	----- % -----			
Agricultores que usan Variedad MP12	2.5	7.9	1.7	0.4
Agricultores que usan Variedad MP12 hace ocho años o menos	2.2	6.6	1.7	0.4

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

La principal razón que dan los agricultores para sembrar variedad MP12 es que da mayores rendimientos. Otras razones que dan los agricultores para sembrar esta variedad son su alto contenido de almidón y por experimentar (Figura 12). Esta última razón confirma que el proceso de adopción de esta variedad se encuentra en su primera fase en la que muchos de los agricultores están empezando a experimentar con la nueva variedad pero que todavía no conocen bien su comportamiento. Por otra parte, la baja disponibilidad de estacas de esta variedad en la región, limita la experimentación con la variedad por parte de los agricultores y esto hace que su adopción sea todavía mas lenta. Como era de esperarse el principal medio de difusión de esta variedad fue el ICA ya que esta institución fue la que introdujo la variedad en la región. Por otro lado, también se puede observar que los agricultores ya están empezando a difundir la variedad entre ellos mismos en la medida que la disponibilidad de estacas lo permite.

Razones que dan los agricultores para sembrar Variedad MP12



Fuentes de difusión de la Variedad MP12

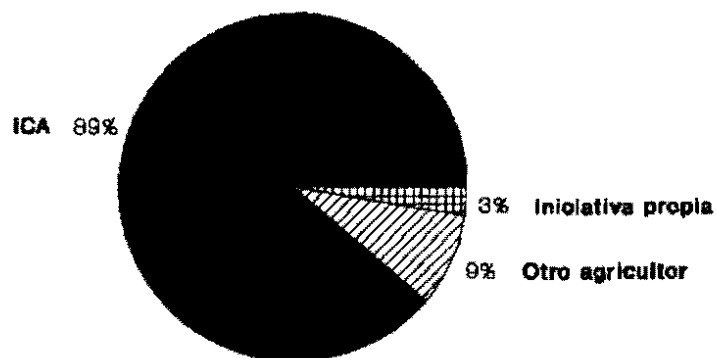


Figura 12. Razones que dan los agricultores para usar variedad MP12 y fuente de difusión. Encuesta de adopción, Economía de Yuca, 1991.

Adopción de variedad mejorada de maíz en asocio con yuca. Debido a que la mayoría de los agricultores en la región (59%) siembran yuca en asocio con maíz, y el 84% cultivan este asocio en el nivel tecnológico 1, el Proyecto Integrado de Yuca incorporó dentro de la tecnología mejorada de producción de yuca el uso de una variedad mejorada de maíz que compitiera menos con la yuca y que a la vez tuviera un mayor rendimiento que la variedad de maíz que se sembraba en la región tradicionalmente.

El proceso de adopción de la variedad mejorada de maíz, en asocio con yuca, se encuentra en la fase de aceleración aunque se pueden observar diferencias significativas en la tasa de aumento del porcentaje de agricultores que adoptan la variedad por nivel tecnológico (Figura 13). Por otro lado, en el nivel 1 no sólo existen mas agricultores sembrando variedad mejorada de maíz en asocio con yuca (40% de los agricultores) sino que también la tasa de aumento en el porcentaje de agricultores que usan variedad mejorada es mayor que en los niveles 2 y 3. Por otro lado, aunque en un principio había un mayor porcentaje de agricultores sembrando variedad mejorada en el nivel 3, a partir del año 1985 la tasa de adopción en el nivel 2 aumentó significativamente de tal manera que en la actualidad existe un mayor porcentaje de agricultores sembrando variedad mejorada de maíz en asocio con yuca en el nivel 2 (25%) que en el nivel 3 (22%). En el caso de los agricultores del nivel tecnológico 1, se puede apreciar que el proceso de adopción está empezando a estabilizarse, acercándose al punto máximo de adopción (aproximadamente entre 45-50%) (Cuadro 10).

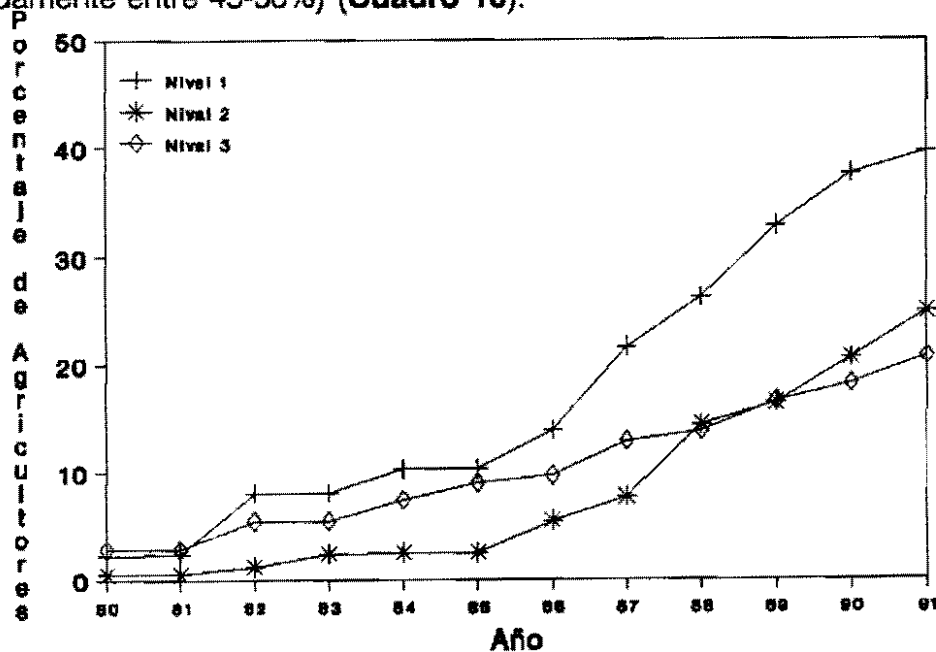


Figura 13. Porcentaje de agricultores sembrando variedad mejorada de maíz en asocio con yuca por año y nivel tecnológico. Encuesta de adopción de tecnología, Economía de Yuca, 1991.

Cuadro 10. Porcentaje de agricultores que usan variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, por nivel tecnológico, 1991.

	Total	Nivel		
		1	2	3
	%			
Agricultores que usan variedad mejorada de maíz en asocio con yuca	28.5	39.6	24.9	21.7
Agricultores que usan variedad mejorada de maíz hace ocho años o menos	28.4	39.6	24.9	21.1

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

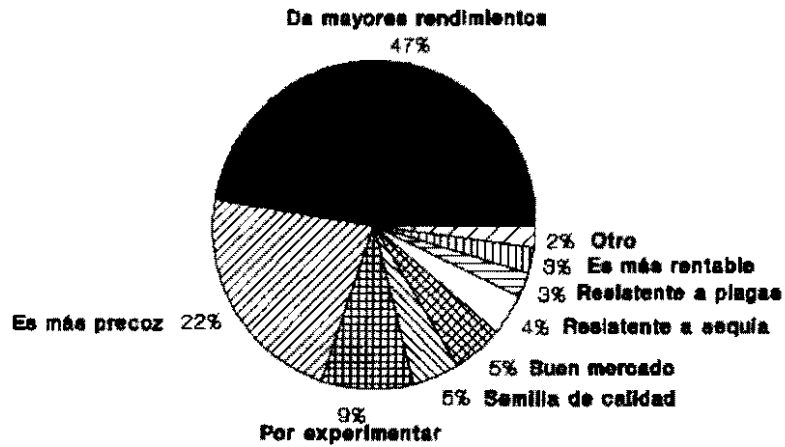
La principal razón que dan los agricultores para usar variedad mejorada de maíz en asocio con yuca es la de obtener mayores rendimientos. Otras razones que dan los agricultores en orden de importancia son la precocidad, el uso de una semilla de mejor calidad (seleccionada y con un nivel de germinación mas alto), la mayor aceptación en el mercado, y la resistencia a sequía y plagas. La variedad fue difundida principalmente a través del ICA aunque también fue difundida por los mismos agricultores. Por otro lado tanto la Caja Agraria, a través del programa EDO (Extensión Dirigida hacia Objetivos), como el SENA también participaron en la difusión de la variedad (Figura 14).

4.2.2 Adopción de Prácticas Culturales

Uso de maquinaria en la preparación de tierra. A pesar de que el uso de maquinaria para la preparación del suelo no formó parte del paquete tecnológico propuesto por las diferentes instituciones para aumentar la productividad del cultivo de yuca en la región, éstas utilizaron dicha práctica en la mayoría de sus ensayos regionales y siempre se aconsejó a los agricultores que una buena preparación del suelo era indispensable para el mejor desarrollo de la raíz y por lo tanto para el aumento en la productividad (Santos, 1967).

La preparación de la tierra con maquinaria es una práctica bastante utilizada actualmente en la región. Durante 1991, 34% de los agricultores prepararon su tierra con maquinaria para la siembra de yuca y en el nivel 1 este porcentaje alcanzó el 73% (**Cuadro 11**). Este aumento en el uso de maquinaria puede estar relacionado con el aumento del área sembrada con yuca. En lugares donde la mano de obra es un factor limitante en la época de siembra, probablemente la única manera de aumentar el área sembrada es sustituyendo la mano de obra utilizada en la preparación de la tierra por el uso de maquinaria. El 84% de los productores de yuca usan maquinaria, lo hacen con el propósito de aumentar su producción y en cierta medida sus rendimientos.

Razones que dan los agricultores para sembrar variedad mejorada de maíz en asocio con yuca



Fuentes de difusión de variedad mejorada de maíz en asocio con yuca

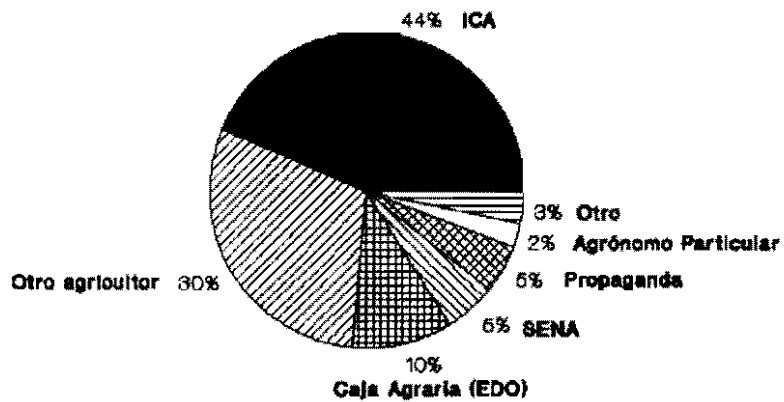


Figura 14. Razones que dan los agricultores para usar variedad mejorada de maíz en asocio con yuca y fuente de difusión. Encuesta de adopción, Economía de Yuca, 1991.

Otras razones para utilizar maquinaria, aunque de menor importancia, son la disponibilidad de maquinaria, la reducción de costos de producción, y la facilidad de cultivo y mejor control de malezas. Por otro lado, los agricultores que no usan maquinaria no lo hacen porque no disponen de ella, la topografía de su terreno no se los permite, o por la falta de recursos económicos. La mayoría de los productores de yuca no poseen maquinaria (sólo 2% de los productores son propietarios) sino que la arriendan. El 86% de los productores de yuca dijeron que arrendaban la maquinaria a particulares y 9.1% la arriendan a cooperativas de pequeños productores de las que son socios (**Cuadro 11**).

Cuadro 11. Utilización de maquinaria en la preparación de tierra para la siembra de yuca, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
		%		
Agricultores que preparan con maquinaria	34.3	73.1	31.6	16.6
Agricultores que preparan con maquinaria hace ocho o menos años	28.5	36.4	28.8	15.6
Agricultores que aumentaron el uso de maquinaria	45.2	51.5	35.5	44.2
Principales razones para usar maquinaria:				
Aumentar la producción y/o los rendimientos	84.0	92.1	72.5	81.1
Hay disponibilidad	6.8	3.3	10.5	10.0
Reducir costos	5.0	3.9	5.9	6.6
Facilitar el cultivo y mejorar el control de malezas	3.7	0.7	9.6	2.2
Principales razones para no usar maquinaria:				
No se consigue	39.0	22.1	32.9	45.9
La topografía de terreno no lo permite	30.2	38.2	31.4	27.9
Falta de recursos económicos	24.4	27.4	27.9	21.7

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Uso de la densidad de siembra recomendada. Durante los años setenta, se experimentó con densidades de siembra para el cultivo de yuca, tanto en monocultivo como en asocio con maíz (CIAT, 1973a, 1975, 1976). A partir de 1978, se empezaron a realizar pruebas

regionales con agricultores en el Departamento de Magdalena, y a partir de estos ensayos se hicieron recomendaciones específicas de acuerdo con las condiciones de fertilidad de los suelos, el tipo de planta, la variedad utilizada, y el sistema de cultivo para la región de la Costa Atlántica. En general se encontró que los agricultores estaban utilizando densidades de siembra bastante bajas y que un aumento en esta densidad podría aumentar la productividad de la yuca (Toro, 1981). Para el caso de la yuca cultivada en asocio con otros cultivos, especialmente con maíz, se recomendaron densidades de siembra entre 6.000 y 8.500 plantas/ha. Para la yuca sembrada en monocultivo, la densidad recomendada fue entre 8.500 y 10.000.

La densidad de siembra más utilizada por los productores en los niveles 1 y 2 es la que oscila entre 6.000 y 8.500 plantas por ha., lo cual indica que la mayoría de estos productores están usando densidades de siembra probadas a través de ensayos con buenos resultados y recomendadas a los agricultores. Por otro lado, los agricultores del nivel 3 siembran con densidades de siembra menores o mayores de las recomendadas, posiblemente debido a que el monocultivo es el sistema de producción más conocido en la región de nivel 3 o por la falta de asistencia técnica.

En el caso del cultivo de yuca en monocultivo, se puede apreciar lo contrario que para la yuca sembrada en asocio. A pesar de que un porcentaje considerable de productores de los niveles 1 y 2 han cambiado el cultivo de yuca en asocio por el monocultivo, estos continúan utilizando las densidades de siembra recomendadas para el cultivo en asocio. Por otro lado, la mayoría de los agricultores del nivel 3, están sembrando yuca en los niveles recomendados para la siembra en monocultivo, pero también hay un número considerable de agricultores sembrando a densidades mayores de 10.000 plantas por ha (**Cuadro 12**). Esto puede deberse a que en el nivel 3, se encuentran más fincas de los Santanderes donde, como se explicó anteriormente, hay una mayor tendencia al monocultivo, pero también los suelos son menos fértiles, y las variedades de yuca sembradas son diferentes.

Debido a que los agricultores en general estaban utilizando densidades menores a las que les dan los mayores rendimientos, es importante observar que un porcentaje significativo de agricultores han aumentado su densidad de siembra y que la mayoría lo han hecho en los últimos ocho años. Por otra parte, existe un mayor porcentaje de agricultores que aumentaron su densidad de siembra en los niveles 1 y 2 que en el nivel 3. Las principales razones que dan los agricultores para incrementar la densidad de siembra son las de aprovechar mejor la tierra que tienen disponible y aumentar sus rendimientos. Ambas razones muestran que el principal objetivo de los agricultores es el de aumentar la productividad de su tierra y que ésta es un factor limitante para el agricultor. Los principales medios de difusión de este componente de la tecnología fueron el ICA y los mismos agricultores, pero cabe destacar que mientras que el ICA fue el principal medio de difusión para los agricultores del nivel 1 su importancia fue significativamente menor para los agricultores del nivel 3 (**Cuadro 12**). Esto confirma en cierta medida que los agricultores de nivel 1 han tenido un mayor acceso a información y asistencia técnica a través de instituciones gubernamentales.

Cuadro 12. Densidades de siembra utilizadas en yuca y cambios en éstas, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
----- % -----				
Densidad de siembra en asocio (# plantas/ha.)				
Menor de 6.000	38.2	36.3	38.9	39.2
6.000 - 8.500	40.3	52.8	45.6	26.4
Mayor de 8.500	21.5	10.9	15.5	34.4
Densidad de siembra en monocultivo (# plantas/ha.)				
Menor de 8.500	42.2	80.7	58.8	24.5
8.500 - 10.000	43.2	13.5	38.3	50.8
Mayor de 10.000	14.6	5.8	2.9	24.7
Agricultores que incrementaron la densidad de siembra	38.6	36.1	50.7	30.7
Agricultores que incrementaron la densidad de siembra en los últimos ocho años	26.4	26.9	38.9	17.1
Razones que dieron los agricultores para aumentar la densidad de siembra				
Aprovechar mejor la tierra	50.3	17.8	66.8	46.9
Aumentar rendimientos	38.0	53.8	29.9	39.8
Ahora siembro en caballones	5.5	14.9	2.4	4.0
Otro	6.2	13.5	0.9	9.3
Fuente de difusión				
ICA	38.2	59.9	36.8	26.0
Otro Agricultor	38.1	18.8	38.1	50.5
Experimentando	17.9	18.5	17.4	18.2
Caja Agraria	3.2	0.6	5.9	1.4
Otro	2.6	2.2	1.8	3.9

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Almacenamiento de semilla. Otro de los componentes tecnológicos que se recomendó a los agricultores, paralelo al montaje del proyecto piloto de secado de yuca, fue el correcto almacenamiento de la semilla en caso de que esto fuera necesario debido a la poca disponibilidad de tierra para dejar en pie la semilla en el lote. La tecnología de almacenamiento de semilla de yuca también se empezó a desarrollar durante la segunda mitad de los setenta (CIAT, 1972, 1973b, 1978; Lozano, et al., 1977) pero no fue sino hasta 1980 que se empezó a utilizar en pruebas con agricultores en el Departamento del

Magdalena en la Costa Atlántica. A partir de este año esta práctica fue incorporada y difundida por el ICA como parte de su paquete tecnológico. La práctica recomendada por los técnicos, para minimizar las pérdidas de semilla durante el almacenamiento y maximizar el porcentaje de germinación de ésta, fue la de tratar las semillas con una mezcla de fungicida y pesticida por 10 minutos, almacenarla a la sombra en posición vertical, y mantenerla con cierto grado de humedad en el suelo para evitar su deshidratación (Leihner, 1983).

La mayoría de los productores de yuca en la región (81%) almacenan el material de siembra antes de volverlo a sembrar, debido probablemente a la escasez de tierra para dejar en pie la semilla en el lote (**Cuadro 13**). A través de la encuesta se identificaron tres niveles de adopción de la tecnología de almacenamiento del material de siembra: (1) los agricultores que no usan ninguno de los componentes de la tecnología de almacenamiento y que simplemente dejan las estacas en el lote o a la orilla de éste, (2) los agricultores que usan parte de la tecnología, y que generalmente son aquellos que almacenan las estacas paradas a la sombra y algunos con riego, y (3) los agricultores que usan toda la tecnología recomendada para el almacenamiento de la semilla.

La mayoría de los agricultores en todos los niveles tecnológicos almacenan semilla de yuca y el porcentaje de éstos no ha cambiado significativamente en los últimos ocho años. Por otra parte, se puede observar que en el nivel 3 hay un porcentaje mayor de productores de yuca que almacenan las estacas de yuca sin tecnología o con sólo parte de ésta. Por el contrario, existe un mayor porcentaje de agricultores que almacenan las estacas de yuca con toda la tecnología recomendada en los niveles 1 y 2 (6.8 y 6.2% de los agricultores, respectivamente) que en el nivel 3, donde sólo el 1% de los agricultores utilizan toda la tecnología recomendada (**Cuadro 13**). De acuerdo con estos resultados, existe un mayor porcentaje de agricultores en el nivel 1 que dicen haber cambiado su tecnología de almacenamiento y la mayoría de estos lo cambiaron en los últimos ocho años. Las principales razones que dieron los agricultores para cambiar el método de almacenamiento de la semilla están relacionadas y en general lo han hecho para conservar la semilla por más tiempo manteniendo su vigor.

La fuentes de difusión de esta tecnología fueron otros agricultores que ya la conocían o a través de ensayos en la finca, y del ICA. Otras instituciones como el INCORA y la Caja Agraria fueron de menor importancia en la difusión de este componente tecnológico (**Cuadro 13**).

Tratamiento de la semilla antes de sembrar. Otro de los componentes tecnológicos desarrollado durante la segunda mitad de los setenta, para aumentar la productividad de la yuca, y que fue probado en el Departamento del Magdalena en pruebas regionales a partir de 1978, fue la selección y tratamiento de la semilla antes de la siembra. Este componente tecnológico formó parte de las recomendaciones tecnológicas que se hicieron a los agricultores como parte del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica y consistió en la selección de las estacas más vigorosas y libres de plagas y enfermedades,

y el tratamiento de este material de siembra con fungicidas e insecticidas antes de la siembra (Lozano, et al., 1977, 1983).

Cuadro 13. Almacenamiento de estacas de yuca, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
		----- % -----		
Agricultores que almacenan semilla de yuca	81.4	71.7	86.9	82.1
Sin tecnología recomendada	0.7	0.3	0.1	1.4
Con parte de la tecnología	95.2	92.9	93.7	97.6
Con toda la tecnología	4.1	6.8	6.2	1.0
Agricultores que cambiaron su método de almacenamiento de semilla	21.7	33.3	21.5	15.9
Agricultores que cambiaron su método de almacenamiento de semilla en los últimos ocho años	13.0	32.5	11.7	7.1
Razones que dieron los agricultores para cambiar el método de almacenamiento de la semilla				
Mejor conservación de la semilla	73.0	48.7	90.2	81.8
Mayor germinación	15.0	27.2	4.9	12.1
La semilla del lote no alcanza	5.2	14.7	0.0	0.0
Por experimentar	3.5	5.0	2.9	2.5
Otro	3.3	4.4	2.0	3.6
Fuente de difusión				
Otro agricultor	47.6	53.4	38.1	51.7
Ensayos en la finca	26.9	32.1	29.2	19.0
ICA	18.6	14.5	26.6	13.9
INCORA	3.7	0.0	0.0	11.8
Caja Agraria	2.1	0.0	6.1	0.0
Agrónomo particular	1.1	0.0	0.0	3.6

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Los agricultores que tratan la semilla antes de la siembra en general son pocos (9%), aunque los productores ubicados en la región de nivel 1 han adoptado más esta práctica (mientras el 19% de los agricultores en el nivel 1 tratan el material de siembra, sólo el 4 y 8% lo hacen en los niveles 2 y 3, respectivamente). Por otra parte, se puede notar que

el 8.3% de los agricultores, empezaron a tratar la semilla antes de la siembra en los últimos ocho años. La mayoría de los agricultores que tratan la semilla lo hacen para prevenir el ataque de plagas y enfermedades (77%), y para mejorar la germinación de la semilla y evitar la resiembra (15%) (**Cuadro 14**). Una de las principales razones dadas por los técnicos para la baja adopción de esta tecnología fue que en parcelas de pre-producción establecidas con los mismos agricultores no se encontraron diferencias significativas en la productividad. Esto se debe principalmente a que el tratamiento de la semilla es preventivo y solo se observan diferencias significativas en la productividad cuando las condiciones ambientales son favorables a las plagas y enfermedades. El 82% de los agricultores que tratan la semilla antes de sembrar tuvieron conocimiento de esta práctica a través del ICA, siendo éste el principal medio de difusión de este componente tecnológico (**Cuadro 14**).

Cuadro 14. Tratamiento de estacas de yuca con fungicidas e insecticidas antes de la siembra, según nivel de tecnología.

	Total	Nivel		
		1	2	3
		----- % -----		
Agricultores que tratan las estacas	9.1	18.6	3.9	8.2
Agricultores que empezaron a tratar las estacas en los últimos ocho años	8.3	17.0	3.8	7.3
Razones para tratar las estacas:				
Evitar plagas y enfermedades	77.1	70.2	90.9	79.4
Mejorar la germinación y evitar la resiembra	14.5	20.7	9.1	10.3
Recomendación del ICA	8.4	9.1	0.0	10.3
Fuente de difusión:				
ICA	81.9	83.6	81.7	80.6
Otro agricultor	6.9	3.6	4.4	10.2
Caja Agraria - EDO	4.9	12.8	0.0	0.0
SENA	2.2	0.0	0.0	4.6
Agrónomo particular	2.2	0.0	0.0	4.6
Secretaría de Agricultura	1.9	0.0	13.9	0.0

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

4.2.3 Uso de insumos

Adopción de herbicidas para el control de malezas. Como parte de la investigación básica del CIAT en producción de yuca, se determinó durante los años setenta que la presencia de malezas en el cultivo disminuía significativamente la productividad de la yuca (Doll, 1974). Por lo tanto, durante la segunda parte de los años setenta se experimentó, en colaboración con el ICA, en el uso de herbicidas para el control de malezas en yuca (Doll y Piedrahita, 1978). Como parte del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Atlántica se hicieron las primeras recomendaciones sobre el uso de herbicidas en el Departamento de Sucre a partir de 1981. Esta recomendación consistía en la aplicación de un herbicida pre-emergente después de sembrar la yuca, y posteriormente a la germinación de ésta, la realización de desyerbas manuales.

Esta práctica fue recomendada ya que se encontró que el uso del herbicida pre-emergente, siempre y cuando sea aplicado correctamente, da un buen control de malezas en las primeras etapas del cultivo, cuando es más necesario (CIAT, 1981). También esta práctica disminuía la demanda de mano de obra en la época de cultivo, cuando ésta se convierte en limitante para aumentar la producción de yuca, y por otro lado se consideraba como una alternativa bastante rentable para el agricultor.

El 38% de los agricultores de la región están utilizando herbicidas en la producción de yuca. Cabe destacar que el mayor porcentaje de agricultores que están utilizando herbicidas pertenecen al nivel 1, donde existen plantas de secado instaladas desde antes de 1988 y una buena presencia institucional. Por otro lado, 79% de los agricultores que usan herbicidas en el nivel 1, los empezaron a utilizar en los últimos ocho años. A pesar de que el uso de herbicidas fue recomendado como pre-emergente, ante de germinar, se encontró que la mitad de los agricultores que usan herbicidas, los están usando también después de germinada la yuca (**Cuadro 15**). Esto confirma que en la región existe una escasez temporal de mano de obra durante la temporada de cultivo. Esta falta de mano de obra crea un incentivo para que los agricultores adopten tecnologías que utilizan insumos para sustituir mano de obra en épocas pico de demanda. Por otro lado, también se puede observar que la mayoría de los agricultores están utilizando herbicidas una vez al año, y antes de germinar la yuca, como fue recomendado por los técnicos.

Las principales razones que dan los agricultores para utilizar herbicidas son las de obtener un mejor y más rápido control de las malezas y disminuir los costos de producción. Entre los agricultores que no están utilizando herbicidas se encontró que no lo hacen principalmente por falta de conocimiento en su uso y/o porque al no conocer bien el producto creen que estos afectan la calidad de la yuca o esterilizan la tierra. Los medios de difusión de la información sobre el uso de herbicidas fueron el ICA y los mismos agricultores, pero existe una diferencia significativa entre los agricultores del nivel 1 versus los del nivel 2 y 3. Mientras que el 60% de los agricultores en el nivel 1 obtuvieron la información sobre el uso de herbicidas en yuca del ICA, sólo el 29 y el 15%

Cuadro 19B. Efecto de las características de la unidad de producción agrícola en la probabilidad de adopción de diferentes componentes tecnológicos de la producción de yuca en la Costa Norte de Colombia.

		Componente tecnológico				
		Maquinaria	Herbicidas	Fertilizantes	Tratamiento de la Semilla	Pesticidas
% de agricultores que adoptaron la tecnología		40.8	45.9	6.2	7.2	40.4
Medida de ajuste del modelo	"Score Test"	124.09 (0.0001) ^a	104.64 (0.0001)	45.75 (0.0002)	64.44 (0.0001)	81.09 (0.0001)
	-2 LOG L Test	139.88 (0.0001)	119.02 (0.0001)	42.27 (0.0006)	58.40 (0.0001)	76.32 (0.0001)
Características de la unidad de producción agrícola		Probabilidad de adopción				
Agricultor típico ^b		0.36	0.26	0.04	0.01	0.33
Socio de cooperativa		0.75 ^{***}	0.39 [*]	0.06	0.03 ^{***}	0.44
Finca en terreno ondulado		0.20 ^{***}	0.33 ^{**}	0.02 ^{***}	0.01	0.29
Acceso a asistencia técnica		0.52 ^{***}	0.50 ^{***}	0.15 ^{***}	0.11 ^{***}	0.56 ^{***}
Acceso al crédito		0.49 ^{***}	0.37 ^{***}	0.03	0.01	0.36
Monocultivo		0.39	0.24	0.09 ^{***}	0.01	0.19 ^{***}
Suelo con restricciones		0.13 ^{***}	0.49 ^{***}	0.01 [*]	0.02	0.40

^a Los números entre parentesis muestran el nivel de significancia del ajuste del modelo

^b El agricultor de yuca típico en la Costa Norte de Colombia tiene las siguientes características: 3 años de educación formal, 21 años de experiencia como agricultor de yuca, es dueño del 69% de su tierra, su finca se encuentra a una distancia de 16 km del mercado fresco más cercano, una distancia de 42 km de la planta de secado más cercana, el tamaño de su finca es de 11 ha, con un área de 2.07 ha sembradas con yuca, lo cual representa 77% de la tierra cultivada, 50 años de edad, con una familia de 7 miembros, de los cuales 3 trabajan en la finca. Por otra parte, el agricultor de yuca promedio no pertenece a una cooperativa de secado de yuca (93%), no recibe asistencia técnica (67%) ni crédito para sembrar yuca (57%), siembra la yuca en asocio con otros cultivos (75%), en terreno plano (57%), y tiene un suelo sin restricciones o con restricciones moderadas para el cultivo de la yuca (87%).

^{***} La probabilidad de adopción es significativamente diferente del agricultor promedio a un nivel de significancia menor que 0.05.

^{**} La probabilidad de adopción es significativamente diferente del agricultor promedio a un nivel de significancia entre 0.05-0.10.

^{*} La probabilidad de adopción es significativamente diferente del agricultor promedio a un nivel de significancia entre 0.10-0.15.

Los Cuadros 19A y 19B, muestran la probabilidad de que un agricultor de yuca típico en la Costa Atlántica adopte los diferentes componentes tecnológicos y cómo esta probabilidad cambia si el agricultor es socio de una cooperativa de secado de yuca, si

recibe asistencia técnica o crédito, si siembra yuca en un sistema de monocultivo en vez de asociación, si tiene una finca en terreno ondulado (en vez de terreno plano), o si siembra en un suelo que presenta restricciones severas para el cultivo de yuca (exceso permanente de humedad en el suelo, laderas de sabanas muy inclinadas) en vez de suelos sin restricciones o restricciones moderadas (suelos aluviales fértiles sin riesgo de inundación, arcillas fértiles, suelos arenosos, y laderas de sabana con inclinación moderada). Las elasticidades de adopción en relación con los cambios en la distancia a los mercados frescos y secos, el área sembrada con yuca, la importancia relativa de la yuca en la finca, el tamaño de la explotación agrícola, los años de educación formal y la experiencia como cultivador de yuca, el % de tierra de su propiedad, la edad, el tamaño de la familia y la mano de obra familiar se registran en los **Cuadros 20A y 20B**. Estas elasticidades dan el porcentaje de cambio en la probabilidad de adopción de una tecnología cuando el factor respectivo que afecta la adopción aumenta en 1%.

4.3.1 Importancia de los mercados

La distancia al área urbana más cercana tiene un efecto significativo en la adopción de cinco de los diez componentes tecnológicos analizados. La probabilidad de adopción de maquinaria, pesticidas, y la tecnología de almacenamiento de la semilla, es mayor cuanto mas cerca se encuentra la finca del área urbana. El efecto de la distancia al área urbana mas cercana, en la adopción de estos componentes tecnológicos, puede deberse principalmente a la dificultad de acceso a maquinaria y los insumos necesarios para la adopción de estas tecnologías, conforme la finca se encuentra más alejada de los centros urbanos, lo cual hace que su adopción no sea rentable. Por otro lado, la probabilidad de adopción de la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, y el aumento en la densidad de siembra, es mayor cuanto mas alejada está la finca de áreas urbanas.

En lo que se refiere al uso de una mayor densidad de siembra, los agricultores que se encuentran cerca de las áreas urbanas y venden su yuca principalmente para el mercado de yuca fresca, tienen una menor probabilidad de aumentar su densidad de siembra, debido a que este mercado demanda raíces mas grandes y de mejor calidad. Por otro lado, la variedad mejorada de maíz, a pesar de ser mas rendidora no gusta en el mercado para su consumo como maíz tierno debido a que no tiene muchas hojas y se deteriora con mayor facilidad. Esto puede explicar por qué su adopción es menor cuando la finca se encuentra cerca a áreas urbanas donde se prefiere comercializar como maíz tierno pero es mayor en áreas alejadas donde se comercializa en grano. Además la distancia al área urbana mas cercana no tiene ningún efecto en la adopción de variedades mejoradas de yuca, lo cual muestra que este tipo de tecnologías pueden ser adoptadas por agricultores de áreas marginales o alejadas de centros urbanos.

El efecto del acceso al mercado de yuca seca, medido por la distancia a la planta de secado mas cercana, es aún mas significativo que el efecto del acceso a áreas urbanas o al mercado de yuca fresca. La cercanía a las plantas de secado tiene un efecto positivo en la adopción de nuevo de los componentes tecnológicos analizados. Este

efecto positivo es estadísticamente significativo para seis de los diez componentes analizados. Este efecto demuestra que la presencia de las plantas de secado en una región aumenta significativamente la probabilidad de que los agricultores adopten nuevas variedades de yuca, aumenten su densidad de siembra debido a que este mercado no tiene restricciones en cuanto a la calidad de las raíces, utilización de la tecnología de almacenamiento de semilla, y aumento en el uso de maquinaria y pesticidas en la producción de yuca.

Cuadro 20A. Efecto de los cambios en las características de la unidad de producción agrícola en la probabilidad de adopción de diferentes componentes tecnológicos de la producción de yuca en la Costa Norte de Colombia.

	Componente Tecnológico				
	Variedad Venezolana	Variedad MP12	Variedad de maíz en asocio con yuca	Toda la tecnología de almacenamiento	Mayor densidad de siembra
Cambio en la probabilidad de adopción para un aumento del 1% en el factor (elasticidad de adopción)					
Factores que afectan la adopción					
1. Importancia de los mercados					
Distancia al mercado fresco (km)	-0.04	-0.10	0.57 ^{***}	-0.65 [*]	0.48 ^{***}
Distancia a la planta de secado (km)	-0.07 ^{***}	-1.27 ^{***}	-0.04	-0.04	-0.09 [*]
2 Características de la finca					
Área sembrada con yuca (ha)	0.001	0.07	0.24 ^{***}	0.11	0.27 ^{***}
Importancia relativa del cultivo (% de área sembrada con yuca)	0.07	-0.46	-0.31	-0.15	-0.14
Tamaño de la explotación agrícola (ha)	-0.01	-0.04	-0.06	-0.22	0.02
3. Características del agricultor					
Educación (# de años)	0.003	0.34	-0.10	0.0005	0.05
Experiencia (# de años)	0.09 [*]	0.34	0.01	-0.51	0.01
Tenencia de la tierra (% de tierra de su propiedad)	-0.006	-0.81 ^{***}	0.42 ^{***}	0.76 ^{**}	-0.08
Edad (# de años)	0.14	0.21	-0.91 ^{***}	0.37	0.20
Tamaño de la familia (# de miembros)	0.15 ^{***}	0.72	-0.81 ^{***}	-0.49	-0.17
Mano de obra familiar (# de miembros que trabajan en la finca)	-0.11 ^{***}	0.41	0.43 ^{***}	-0.39	-0.09

*** Nivel de significancia menos que 0.05

** Nivel de significancia entre 0.05-0.10

* Nivel de significancia entre 0.10-0.15

Cuadro 20B. Efecto de los cambios en las características de la unidad de producción agrícola en la probabilidad de adopción de diferentes componentes tecnológicos de la producción de yuca en la Costa Norte de Colombia.

Factores que afectan la adopción	Componente Tecnológico				
	Maquinaria	Herbicidas	Fertilizantes	Tratamiento de semilla	Pesticidas
	Cambio en la probabilidad de adopción para un aumento del 1% en el factor (elasticidad de adopción)				
1. Importancia de los mercados					
Distancia al mercado fresco (km)	-0.33 ^{***}	0.07	-0.14	0.10	-0.18 ^{***}
Distancia a la planta de secado (km)	-0.27 ^{***}	0.04	-0.07	-0.30 [*]	-0.12 ^{**}
2 Características de la finca					
Area sembrada con yuca (ha)	0.17 ^{**}	0.67 ^{***}	0.31 ^{**}	0.28 [*]	0.07
Importancia relativa del cultivo (% de área sembrada con yuca)	-0.45 ^{***}	-0.17	0.27	-0.05	-0.12
Tamaño de la explotación agrícola (ha)	-0.001	0.002	0.24 ^{**}	0.09	-0.01
3. Características del agricultor					
Educación (# de años)	-0.002	0.03	0.44 ^{***}	-0.11	0.02
Experiencia (# de años)	0.03	-0.12	-0.11	0.23	0.08
Tenencia de la tierra (% de tierra de su propiedad)	0.19 ^{**}	-0.17	0.03	-0.38	0.01
Edad (# de años)	-0.33	-0.27	0.06	0.76	0.29
Tamaño de la familia (# de miembros)	0.09	0.04	0.40	-0.62	0.17 [*]
Mano de obra familiar (# de miembros que trabajan en la finca)	0.11	0.03	0.04	0.31	0.02

*** Nivel de significancia menos que 0.05
 ** Nivel de significancia entre 0.05-0.10
 * Nivel de significancia entre 0.10-0.15

4.3.2 Acceso a programas gubernamentales

Asistencia técnica. El acceso que tienen los agricultores a asistencia técnica aumenta significativamente ($\alpha < 0.05$) la probabilidad de adopción de todos los componentes tecnológicos analizados con excepción de la variedad Venezolana, que como se explicó anteriormente fue introducida y difundida por los mismos agricultores (Cuadros 19A y 19B). Por otra parte, el *modelo logit* también se estimó utilizando una variable continua de asistencia técnica (años que el agricultor recibe asistencia técnica) en vez de la variable discontinua (recibe asistencia si=1; no=0). Según los resultados de este análisis, en el

caso de los componentes tecnológicos que requieren un mayor grado de capacitación como el tratamiento de la semilla, el almacenamiento de la semilla, el uso de fertilizantes, herbicidas, maquinaria, etc (tecnologías que requieren de capacitación intensiva), esta variable afecta significativamente la adopción de tecnología. Por otra parte, la adopción de variedades mejoradas no requieren mucha capacitación sino simplemente de la disponibilidad de semilla y la validación en la finca. Además el número de años que el agricultor recibe asistencia técnica no afecta la probabilidad de adopción de tecnología.

Para el caso de la Costa Atlántica, solo un poco mas de la tercera parte de los productores reciben asistencia técnica (38.2%), pero el 80% de estos productores la empezaron a recibir en los últimos ocho años. Por otro lado, el 56% de los productores de yuca en el nivel 1 reciben asistencia técnica versus 43 y 26% en los niveles 2 y 3, respectivamente (**Cuadro 21**). Este resultado es consistente con la pre-estratificación de la muestra, en la que el nivel 1 fue definido en parte por la mayor presencia institucional.

Por otro lado, la relación entre la asistencia técnica y la adopción de tecnología es consistente con los resultados presentados anteriormente en los que la adopción de los diferentes componentes tecnológicos es mayor en el nivel 1 en la mayoría de los casos. De los agricultores que reciben actualmente asistencia técnica, el 68% la reciben por parte del ICA, mientras que antes, el 64% de estos agricultores no recibían ningún tipo de asistencia técnica. Otros agentes de difusión de tecnología de menor importancia son la Caja Agraria (la cual esta ligada a la asignación de créditos) y los mismos agricultores (**Cuadro 21**).

Acceso a crédito. Por otro lado, el acceso al crédito solo aumenta significativamente la probabilidad de adopción de tres de los diez componentes tecnológicos: el uso de maquinaria, herbicidas, y la adopción de la variedad MP12 (**Cuadros 19A y 19B**). Este resultado puede deberse a que el acceso al crédito no tiene un efecto muy significativo en la adopción de tecnología, y por lo tanto en el aumento de la productividad, sino mas bien en el aumento en el área sembrada con yuca.

En la Costa Atlántica, actualmente, el 42% de los agricultores reciben crédito y el 72% lo empezaron a recibir en los últimos ocho años. Por otra parte, en el nivel 1, donde existe un mayor porcentaje de productores que son socios de cooperativas de secado de yuca (27% de los agricultores en el nivel 1 versus 1.6 y 0% en los niveles 2 y 3, respectivamente), el porcentaje de agricultores que reciben crédito es aún mayor (63% en el nivel 1 versus 42 y 31% en los niveles 2 y 3, respectivamente). Alrededor del 76% de los agricultores que son socios de cooperativas de secado reciben crédito. Esto demuestra que la organización de los agricultores en cooperativas de secado les ha dado una mayor solvencia y por lo tanto ha facilitado su acceso al crédito institucional. Actualmente la principal fuente de crédito para los productores de yuca es la Caja Agraria, 79% de los agricultores reciben crédito de esta institución, pero anteriormente sólo el 34% de estos agricultores recibían crédito de la Caja Agraria y el 36% de estos no tenían acceso a ningún tipo de crédito.

Cuadro 21. Servicios de asistencia técnica para la producción de yuca, según nivel de influencia.

	Total	Nivel		
		1	2	3
----- % -----				
Productores que reciben asistencia técnica para cultivar yuca	38.2	55.9	43.1	25.5
Productores que empezaron a recibir asistencia técnica en los últimos ocho años	30.7	38.3	39.8	19.8
Fuente actual de asistencia técnica				
- ICA	77.6	67.7	82.5	80.7
- Caja Agraria	11.4	25.2	8.5	2.1
- Agricultor particular	6.3	7.1	2.4	10.2
- Secretaría de Agricultura	1.3	0.0	3.4	0.0
- Agrónomo particular	1.5	0.0	0.0	4.8
- Otro	1.9	0.0	3.2	2.2
Fuente anterior de asistencia técnica				
- Ninguna	64.0	56.8	56.8	81.1
- ICA	16.9	26.5	18.2	4.6
- Agricultor particular	7.3	2.0	16.1	2.0
- INCORA	2.8	6.0	0.0	2.8
- Caja Agraria	2.1	4.1	1.9	0.0
- Estudiante	2.0	0.0	0.0	6.7
- Secretaría de Agricultura	1.3	0.0	3.5	0.0
- Agrónomo particular	1.4	1.5	2.3	0.0
- SENA	1.1	0.0	0.7	2.8
- Otro	1.2	3.0	0.5	0.0

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Otra fuente de crédito de importancia para los productores de yuca pero que ha disminuido en términos del porcentaje de agricultores beneficiarios de este crédito es el Fondo DRI (Cuadro 22).

Estos resultados muestran que aunque el acceso al crédito puede tener un impacto positivo en la adopción de tecnología de yuca en la Costa Atlántica, el acceso a asistencia técnica es el factor que tiene el mayor impacto en la adopción de tecnología. Por ejemplo,

el acceso a asistencia técnica aumenta la probabilidad de adopción de maquinaria de 0.36 a 0.52, de herbicidas de 0.26 a 0.50, de fertilizantes de 0.04 a 0.15, del tratamiento de la semilla antes de la siembra de 0.01 a 0.11, del uso de pesticidas de 0.33 a 0.56, de la adopción de la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca de 0.20 a 0.40, del uso de toda la tecnología de almacenamiento de la semilla de 0.02 a 0.10, y del aumento en la densidad de siembra de 0.34 a 0.58.

Cuadro 22. Servicios de crédito para la producción de yuca y su relación con la afiliación a cooperativas de secado de yuca, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
	%			
Productores que reciben crédito para cultivar yuca	41.7	62.8	42.0	30.7
Productores que empezaron a recibir crédito en los últimos ocho años	30.2	42.8	33.7	21.0
Productores que son socios de cooperativas	6.6	26.9	1.6	0.0
Productores que son socios de cooperativas y reciben crédito	5.0	20.1	1.4	0.0
Fuente del crédito que recibe actualmente				
Caja Agraria	79.0	76.1	79.4	81.2
Fondo DRI	16.2	23.9	12.9	13.6
Particular	2.5	0.0	3.0	4.3
PNR	1.3	0.0	3.0	0.0
FIDES	0.8	0.0	1.8	0.0
Asociativo	0.3	0.0	0.0	0.9
Fuente de crédito anterior				
No lo recibía	35.6	30.3	39.7	37.3
Caja Agraria	33.8	33.7	29.3	38.5
Fondo DRI	24.6	29.9	24.7	18.4
Particular	4.5	3.4	4.4	5.8
CORFAS	0.9	2.6	0.0	0.0
Asociativo	0.6	0.0	1.9	0.0

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Por otro lado, el acceso al crédito tiene un mayor impacto en el aumento en el área sembrada y en la adopción de tecnología que permita sustituir mano de obra para poder aumentar el área sembrado, como son el uso de maquinaria y herbicidas.

4.3.3 Características de la finca

En cuanto a las características de la finca, el área sembrada con yuca, la topografía del terreno de la finca, y las características del suelo son las que tienen el mayor efecto en la adopción de tecnología. A pesar de que la adopción de tecnología de producción en la Costa Atlántica no se ve afectada por el tamaño de la finca (el área de la finca sólo tiene un efecto positivo y significativo en la adopción de fertilizantes en yuca), el área sembrada con yuca tiene un efecto positivo y significativo en la adopción de todos los componentes tecnológicos analizados, menos en la adopción de variedades mejoradas de yuca y maíz, y la tecnología de almacenamiento de la semilla (**Cuadros 20A y 20B**). Esto muestra que aunque el uso de variedades mejoradas no depende del área sembrada con yuca, la adopción de prácticas culturales y el uso de insumos es mayor en productores que siembran mayores áreas con yuca.

La topografía del terreno tiene un efecto significativo en cinco de los diez componentes analizados, pero la dirección de su impacto varía entre los diferentes componentes. Mientras que la probabilidad de adopción de la variedad MP12, la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, y el uso de maquinaria y fertilizantes disminuye en las fincas ubicadas en terreno ondulado, la probabilidad de adopción de herbicidas aumenta significativamente en estas fincas (**Cuadros 19A y 19B**). La menor probabilidad de adopción de maquinaria en terreno ondulado se puede explicar por la dificultad de acceso de la maquinaria en este tipo de fincas y los problemas de erosión del suelo. Por otro lado, debido a la dificultad de emplear maquinaria en terreno ondulado, se presenta una mayor incidencia de malezas y por lo tanto la probabilidad de usar herbicidas aumenta significativamente en estas fincas.

En cuanto a las características del suelo de la finca, el uso de maquinaria y fertilizantes es menor en fincas que tienen suelos con restricciones severas para el cultivo de yuca (suelos permanentemente húmedos y laderas de sabana muy inclinadas). Por otro lado la probabilidad de adopción de la variedad Venezolana, la variedad mejorada de maíz, y herbicidas es mayor en este tipo de suelos.

El sistema de cultivo (asocio versus monocultivo) tiene un efecto significativo en la adopción de la variedad Venezolana, y el uso de fertilizantes y pesticidas. La probabilidad de adopción de Venezolana disminuye de 0.79 a 0.61 si la yuca se siembra en monocultivo. Este efecto puede deberse a que la variedad Venezolana tiene una estructura erecta y con poca ramificación, por lo tanto, compite menos con los otros cultivos. Por otro lado, la probabilidad de adopción de fertilizantes aumenta en las fincas donde la yuca se siembra en monocultivo mientras que la probabilidad de uso de pesticidas disminuye.

Por último, la importancia de la yuca en la finca, medida como el porcentaje del área bajo cultivo sembrada con yuca, tiene un efecto significativo en la adopción de sólo un componente tecnológico. El uso de maquinaria es mayor en fincas donde el cultivo de yuca representa un menor porcentaje del área de la finca bajo cultivos. Sin embargo, cuando la importancia de la yuca es medida en términos absolutos, como lo es el área sembrada de yuca, encontramos que la importancia de la yuca en la finca tiene un efecto significativo en la adopción de todos los componentes tecnológicos menos las variedades mejoradas y la tecnología de almacenamiento de yuca.

4.3.4 Características del agricultor

Entre las características de los agricultores que tienen un efecto significativo en la adopción de un mayor número de componentes tecnológicos, se encuentran la afiliación a asociaciones de agricultores y el tipo de tenencia de la tierra.

En términos de la afiliación a asociaciones de agricultores, la probabilidad de adopción de la variedad Venezolana, la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, el tratamiento de la semilla antes de la siembra, y el uso de maquinaria y herbicidas aumenta significativamente si el agricultor es miembro de una cooperativa de secado de yuca (**Cuadros 19A y 19B**). Estos resultados dan pruebas adicionales de que las asociaciones de secado de yuca pueden servir efectivamente como medios de difusión de tecnología.

A pesar de que el efecto de la tenencia de la tierra, el tamaño de la familia, y la disponibilidad de mano de obra familiar tienen un efecto significativo en cuatro, tres, y dos de los diez componentes tecnológicos analizados, respectivamente, la dirección de este efecto varía entre los diferentes componentes. Por ejemplo, mientras que la tenencia de la tierra, medida como el porcentaje de la tierra de la finca que es de propiedad del agricultor, tiene un efecto positivo en la adopción de maquinaria, la tecnología de almacenamiento de la semilla, y la siembra de variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, por otro lado tiene un efecto negativo en la adopción de variedad MP12. En cuanto al tamaño de la familia, su efecto es positivo en la adopción de la variedad Venezolana y el uso de pesticidas, pero su efecto en la adopción de la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca es negativo (**Cuadros 20A y 20B**). Finalmente, la disponibilidad de mano de obra familiar tiene un efecto positivo en la adopción de la variedad mejorada de maíz en asocio con yuca, pero su efecto es negativo en la adopción de la variedad Venezolana.

Finalmente los años de educación formal, la experiencia cultivando yuca, y la edad del agricultor, tienen un efecto significativo en la adopción de sólo uno de los componentes tecnológicos analizados--el uso de fertilizantes, la adopción de la variedad Venezolana, y la adopción de la variedad mejorada de maíz, respectivamente--(**Cuadros 20A y 20B**), aunque estos factores han sido considerados como claves en la adopción de tecnología en la mayoría de los estudios de adopción.

4.4 Efectos de la Adopción de Tecnología

En esta sección se analizan los efectos de la adopción de las tecnologías de producción y utilización de yuca en la productividad del cultivo, en su utilización tanto en la finca como en el mercado, en los ingresos de los productores de yuca, y en el uso de mano de obra de la mujer en la finca.

4.4.1 Efecto de la adopción de tecnología de producción en la productividad del cultivo de yuca

Para poder comparar los rendimientos de yuca en el primer año de la introducción de las plantas de secado (1982) con los rendimientos diez años después de introducir esta nueva tecnología de utilización de yuca, se utilizaron los rendimientos estimados por Janssen (1982) por medio de encuestas a productores de yuca y los que se estimaron a partir de la encuesta realizada para este estudio en 1991. Para que estos rendimientos sean comparables, los promedios de la encuesta de 1991 se tomaron solo de la submuestra de agricultores con fincas con áreas menores o iguales a 20 ha y que producen yuca en asocio con maíz para utilizar una muestra con las mismas características que las utilizadas por Janssen en 1982. Para validar los resultados de las encuestas, estos se comparan también con los datos sobre rendimientos de yuca, reportados por la Subdirección de Producción Agrícola del Ministerio de Agricultura.

En el **Cuadro 23** se presentan los resultados de estas dos encuestas a productores de yuca, así como los datos del Ministerio de Agricultura. Los resultados de las encuestas a productores muestran que los rendimientos de yuca aumentaron en un 49, 65, y 50% en los tres Departamentos de la Costa Atlántica donde se pudo hacer esta comparación: Bolívar, Córdoba, y Sucre, respectivamente. Los datos reportados por el Ministerio de Agricultura muestran un aumento en los rendimientos un poco menor, del 17, 55, y 33% para los Departamentos de Bolívar, Córdoba, y Sucre, respectivamente. A pesar de que los datos del Ministerio de Agricultura muestran aumentos menores en los rendimientos que los datos de las encuestas, ambos resultados nos permiten concluir que ha existido un aumento significativo en los rendimientos del cultivo de yuca en la región. Por otro lado, en el **Cuadro 24**, se puede observar que los rendimientos de yuca tanto en asocio con maíz como en monocultivo son mayores para el nivel 1, donde hubo mayor influencia tecnológica, que para los niveles 2 y 3. Además, 37% de los agricultores dijeron haber aumentado sus rendimientos de yuca, siendo el porcentaje de agricultores mayor en el nivel 1 (47%). Por otra parte, en el nivel 1 hay un mayor porcentaje de agricultores que aumentaron sus rendimientos en yuca sembrada en monocultivo que en el asocio yuca/maíz (46 versus 61%).

En la Figura 15, se pueden apreciar las respuestas que dieron los agricultores cuando se les preguntó sobre las razones para el aumento en la productividad de yuca. El 76% de los agricultores consideran que sus rendimientos aumentaron debido al cambio en su sistema de producción (adopción de tecnología).

En la Figura 15, se pueden apreciar las respuestas que dieron los agricultores cuando se les preguntó sobre las razones para el aumento en la productividad de yuca. El 76% de los agricultores consideran que sus rendimientos aumentaron debido al cambio en su sistema de producción (adopción de tecnología).

Cuadro 23. Cambio en los rendimientos de yuca en el asocio yuca/maíz en algunos departamentos de la Costa Norte de Colombia durante el período 1983-1991.

Departamento	1982 ^a		% cambio	1991 ^c		% cambio
	tm/ha	1991 ^b		tm/ha	1991 ^c	
Bolívar	7.5	11.2	49.3	8.0	9.3	16.8
Córdoba	6.8	11.2	64.7	7.3	11.3	54.8
Sucre	7.0	10.5	50.0	9.0	12.0	33.3

- Fuente:
- ^a Janssen, W., 1982, "Producción, mercadeo y el potencial de la yuca en los departamentos de Atlántico, Córdoba, Sucre y Bolívar", mimeografía CIAT.
 - ^b Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991 (submuestra de fincas con área \leq 20 ha).
 - ^c Ministerio de Agricultura, Subdirección de Producción Agrícola - SIAE. Julio 3/1991.

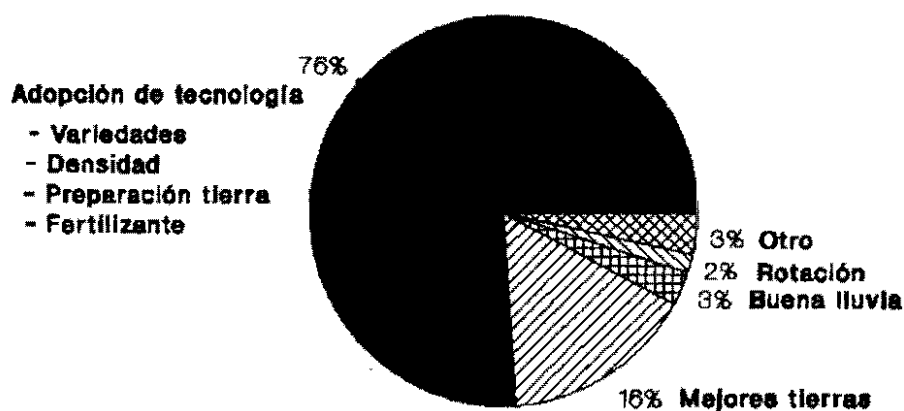


Figura 15. Razones por las que los agricultores dicen que aumentaron sus rendimientos de yuca. Economía de Yuca, 1991.

Cuadro 24. Rendimiento de yuca en diferentes tipos de asocio y en monocultivo, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
		----- tm/ha -----		
Asocio yuca/maíz	9.2	9.7	9.3	8.7
Asocio yuca/ñame	7.8	-	8.3	7.3
Asocio yuca/maíz/ñame	8.5	7.5	9.1	7.8
Monocultivo	10.4	13.3	9.5	10.8
		----- % -----		
Agricultores que aumentaron rendimiento en asocio	39.7	45.9	37.3	37.0
Agricultores que aumentaron rendimiento en monocultivo	32.6	60.8	40.3	25.4
Agricultores que aumentaron rendimientos	37.3	46.6	38.2	31.9
Razones que dieron los agricultores para aumentar sus rendimientos de yuca:				
Variedad mejorada	23.4	30.0	12.5	28.4
Aumento en la densidad de siembra	19.1	18.8	13.8	24.7
Siembra en mejores tierras	16.2	9.2	30.8	8.0
Siembra con más técnica	14.9	17.9	10.0	16.9
Mecanización y/o buena preparación del terreno	12.3	15.8	10.3	11.1
Aplicación de fertilizante	4.7	1.8	10.4	1.6
Buena lluvia	2.8	0.0	4.1	4.0
Riego	1.6	0.0	2.9	1.8
Rotación de lote	1.6	3.4	1.7	0.0
Otro	3.4	3.1	3.5	3.5
Agricultores que disminuyeron rendimientos en asocio	31.3	36.8	23.3	35.5
Agricultores que disminuyeron rendimientos en monocultivo	26.3	17.2	30.9	23.0
Agricultores que disminuyeron rendimientos	30.1	35.6	25.9	31.2
Razones que dieron los agricultores para la disminución en rendimientos:				
Verano	30.1	35.7	58.2	23.8
Desgaste de la tierra	28.0	16.4	22.3	40.9
Inundaciones	19.1	20.6	11.6	24.9
Plagas y enfermedades	6.2	11.9	5.3	3.2
Otro	7.6	15.4	2.6	7.2

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Entre los cambios tecnológicos que aumentaron la productividad de la mayoría de los productores de yuca, en orden de importancia, se encuentran el uso de variedades mejoradas, el aumento en la densidad de siembra, la mecanización y la aplicación de fertilizantes. Por otra parte, 16% de los agricultores dicen haber mejorado su productividad por el acceso a mejores tierras (relacionado con la reforma agraria) y sólo el 3% aumentaron su productividad debido a mejores condiciones climáticas (buen régimen de lluvias). Entre los agricultores que disminuyeron sus rendimientos (es importante notar que a pesar de que un alto número de estos productores (el 58%) bajaron su productividad por problemas climáticos (veranos o inundaciones), un porcentaje significativo (28%) lo hicieron debido al desgaste de sus tierras y solo un porcentaje menor (6%) por problemas de plagas y enfermedades.

Estos resultados demuestran que hubo un aumento significativo de alrededor del 55% en la productividad de yuca en la región, si se consideran los datos de las encuestas, o de por lo menos el 35% según los datos del Ministerio de Agricultura. La mayoría de los productores (76%) que aumentaron sus rendimientos lo atribuyen a la adopción de una mejor tecnología de producción, y un porcentaje menor de estos (16%) al uso de mejores tierras para la siembra de yuca. Finalmente, es importante notar que aunque la mayoría de los agricultores que disminuyeron sus rendimientos lo hicieron debido a factores climáticos, existe un porcentaje significativo (28%) que disminuyeron sus rendimientos debido al desgaste de la tierra.

4.4.2 Cambio en la utilización de la yuca como consecuencia de la adopción de tecnología de secado de la yuca

A pesar de la introducción de la nueva tecnología de utilización de yuca, el mercado fresco sigue siendo el principal destino de la yuca producida en la región. De acuerdo con los productores de yuca, el 64% de su producción se destina para la venta en el mercado fresco, aunque el 26% de los agricultores dicen que sus ventas en el mercado fresco disminuyeron, debido principalmente a la disminución del área sembrada con yuca, la disminución en los rendimientos, y el mal mercado. Después de diez años de introducir la tecnología de secado de yuca, un 10% de la producción de la región se vende a las plantas de secado. Este cambio en la utilización de la yuca es más significativo en el nivel de mayor influencia tecnológica donde el 36% de la producción se destina para el proceso de secado y la venta para el mercado fresco ha disminuido al 46% de la producción (**Cuadro 25**). A pesar de este cambio en la utilización de yuca, el aumento en la producción de yuca en la región ha permitido aumentar las ventas al mercado fresco significativamente. El 46% de los agricultores venden actualmente mas yuca al mercado fresco, y las principales razones que dan para este aumento, son el aumento en los precios, el área sembrada, y los rendimientos (Figura 16).

En cuanto a las ventas en las plantas de secado de yuca, el 86% de los agricultores dicen que estas ventas aumentaron en los niveles 1 y 2 y ninguno de los agricultores aumentó sus ventas a este mercado en el nivel 3.

Cuadro 25. Utilización de la producción de yuca y cambios en esta, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
----- % -----				
Venta al mercado fresco	63.7	46.4	71.2	66.9
Consumo humano en finca	16.1	12.5	15.3	18.8
Venta a la planta de secado	9.9	35.8	4.8	0.0
Consumo animal en finca	8.6	4.7	6.0	13.0
Venta para la producción de almidón	0.8	-	2.1	-
Otro	0.9	0.6	0.6	1.4
Agricultores que ahora venden menos en el mercado fresco	26.0	51.8	23.9	15.7
Razones para el cambio:				
Disminuyó el área sembrada	32.3	11.7	43.2	59.9
Disminuyeron los rendimientos	27.4	50.2	3.5	13.9
El mercado esta malo	26.4	22.2	32.6	26.2
Vende a la planta de secado	8.1	7.3	15.0	0.0
Se dañó la yuca	5.8	8.6	5.7	0.0
Agricultores ahora venden más en el mercado fresco	46.2	29.9	52.8	48.8
Razones para el cambio:				
Mejoraron los precios	90.2	84.8	90.0	91.7
Aumentó el área sembrada	6.0	3.0	8.0	5.3
Aumentó el rendimiento	1.8	8.8	0.5	1.0
Otro	2.0	3.4	1.5	2.0
Agricultores que disminuyeron el consumo humano en finca	14.5	16.1	11.7	15.8
Razones para el cambio:				
Disminuyó la familia	52.7	22.2	2.0	94.5
Mejoraron los precios en el mercado	29.3	52.7	63.5	0.0
Disminuyeron los rendimientos	7.9	25.1	0.0	5.5
Para producir almidón	6.3	0.0	21.5	0.0
Vender a la planta de secado	2.3	0.0	7.7	0.0
Disminuyó el área sembrada	1.5	0.0	5.3	0.0
Agricultores que disminuyeron el consumo animal en la finca	12.5	18.9	13.6	8.5
Razones para el cambio:				
Mejoraron los precios en el mercado	71.1	100.0	0.0	34.8
Disminuyó el número de animales	28.9	0.0	100.0	65.2
Agricultores que aumentaron las ventas a las plantas de secado	85.7	81.8	100.0	-
Razones para el cambio:				
Mejores precios	33.4	37.4	20.2	-
Menor exigencia de calidad	28.0	21.0	50.8	-
Cercanía a la planta de secado	24.5	25.0	23.0	-
Socio de cooperativa	10.9	13.7	1.9	-
Aumento en los rendimientos	3.2	2.9	4.1	-

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

Este resultado es consistente con la pre-estratificación de la muestra en la que las fincas de los agricultores clasificados como nivel 3 no se encuentran cerca de ninguna planta de secado. Las principales razones por las que los agricultores consideran que las plantas de secado les ofrecen un buen mercado alternativo, es porque éstas ofrecen en ocasiones mejores precios, tienen menores exigencias de calidad que el mercado fresco, y se encuentran cerca de sus fincas (Figura 16).

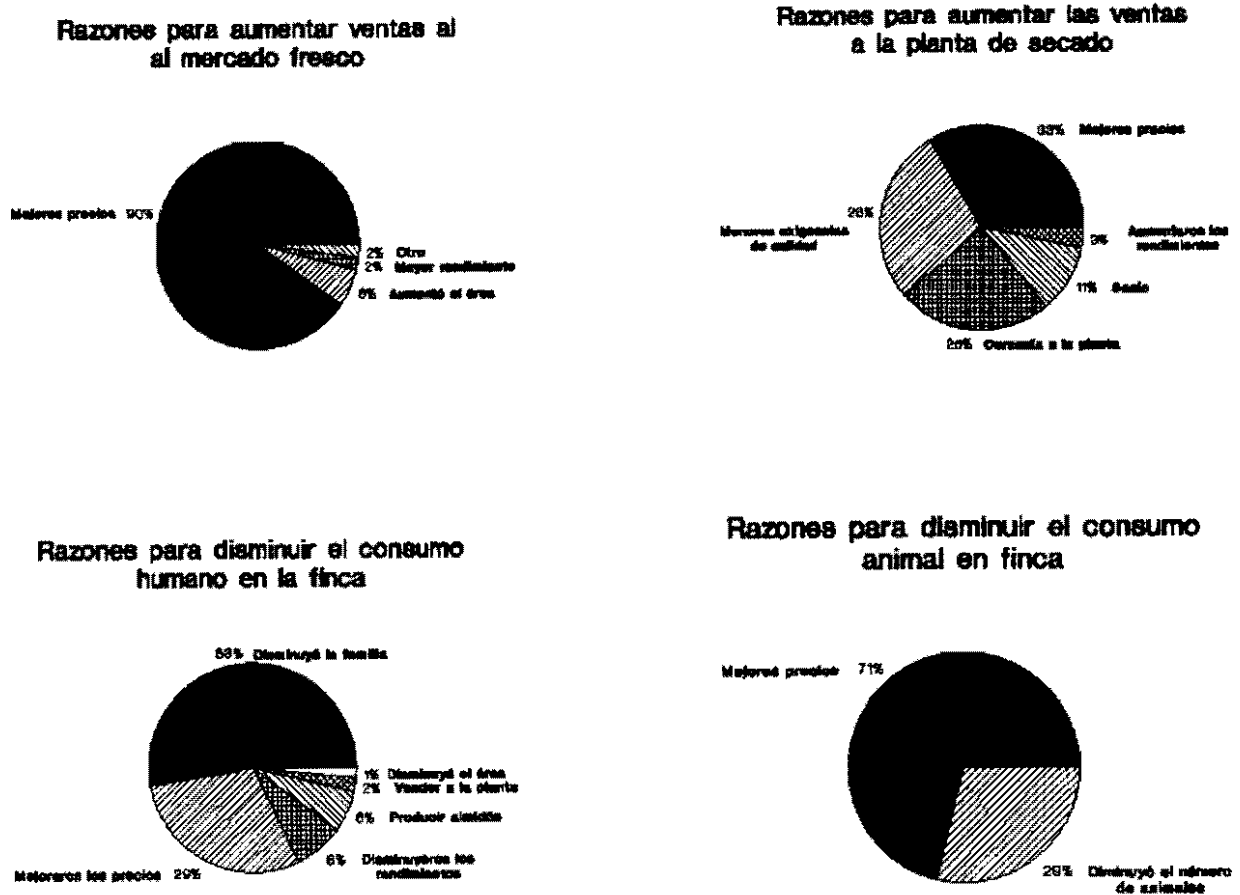


Figura 16. Razones que dieron los agricultores para cambiar la utilización de la yuca. Encuesta de adopción, Economía de Yuca, 1991.

El consumo humano de yuca en la finca disminuyó para solo el 15% de los agricultores. Esta disminución en el consumo, a pesar de que parece estar mas relacionada con la disminución en el número de miembros de la familia que viven en la finca, cuando se observan los resultados para toda la muestra, si se observan los datos por nivel de influencia tecnológica, se puede observar que en los niveles 1 y 2, la disminución en el consumo humano en la finca se debió principalmente al mejor mercado para la yuca.

En forma similar al efecto del mercado en el consumo humano en la finca, 13% de los agricultores disminuyeron el consumo animal en la finca, y el 19% lo hicieron en el nivel de mayor influencia tecnológica. Esta disminución en su mayoría, 71% para toda la muestra y 100% en el nivel 1, se debió a los mejores precios que ofrece actualmente el mercado de yuca en la región.

Esto demuestra que la utilización de yuca en la finca está cambiando como consecuencia de la adopción de la tecnología de secado de yuca. Los agricultores han disminuido el consumo humano y animal de yuca en la finca, para aumentar sus ventas tanto al mercado fresco como a las plantas de secado; y sólo un bajo número de agricultores (8%) disminuyeron sus ventas al mercado fresco para vender yuca a las plantas de secado. La principal razón para el aumento en la yuca comercializada en la región, que se consiguió a costa de la disminución en el consumo humano y animal en la finca y al aumento en la producción, fueron los mejores precios ofrecidos tanto por el mercado fresco como por las plantas de secado; y para el caso de las ventas a las plantas de secado, las menores exigencias de calidad y su cercanía a la finca de los agricultores. Estos resultados nos permiten concluir que el rol de la yuca en el sistema de producción del pequeño agricultor en la región, está cambiando gradualmente de un producto destinado para la subsistencia (autoconsumo), a un producto que se vende en el mercado y genera ingresos para el pequeño productor.

Para complementar estos resultados, en el **Cuadro 26**, se puede observar que el 54% de los agricultores cambiaron su sistema de comercialización en los últimos diez años y el 71% de los agricultores lo hicieron en el nivel 1. La principal razón para este cambio fue el nuevo mercado que se creó para la yuca con la instalación de las plantas de secado (79%). Por otro lado, se observa que un porcentaje significativo de agricultores (13%) ahora vende su yuca en el lote y no necesita sacar su producto al mercado. Entre los agricultores que no cambiaron su sistema de comercialización de yuca, la principal razón fue porque ellos consideran que su mercado tradicional, el de la yuca fresca, es el que les da los mayores beneficios.

4.4.3 Efecto de la adopción de tecnologías de producción y utilización de yuca en los ingresos de los productores

Aunque no es el objetivo de este trabajo el de realizar un análisis profundo sobre el impacto de la adopción de tecnología en los ingresos de los productores de yuca, lo cual se trata con mayor detalle en Gottret, Henry, y Cortéz (1992), este estudio muestra que

el 71% de los agricultores dijeron que los ingresos que ellos obtienen del cultivo de yuca aumentaron en los últimos diez años. De estos agricultores, el 80% dicen haber aumentado sus ingresos en el nivel 1, mientras que en los niveles 2 y 3, este porcentaje es menor (70 y 67%, respectivamente). Las principales razones para este aumento en ingresos, según los agricultores, fueron el aumento en los precios y la demanda de la yuca, y el aumento en los rendimientos (**Cuadro 27**). Esto demuestra que un alto porcentaje de agricultores se ha visto beneficiado tanto por el aumento en la demanda y los precios de la yuca, debido al nuevo mercado creado por la introducción de la agroindustria de secado de yuca, como por el aumento en los rendimientos, como consecuencia de la adopción de mejores tecnologías de producción y el aumento en el uso de insumos.

Cuadro 26. Cambio en el sistema de comercialización, según nivel de influencia tecnológica.

	Total	Nivel		
		1	2	3
%				
Productores que han cambiado su sistema de comercialización	53.7	71.2	54.9	44.0
Razones por las que cambió el sistema de comercialización de yuca				
Nuevo mercado	41.9	37.2	45.6	42.3
Cercanía a la planta de secado	19.7	42.2	18.5	2.0
Aumento en la demanda	16.9	7.8	16.4	25.2
Venta en el lote	13.3	9.2	15.3	14.9
Mejóro el precio	5.8	0.0	1.8	14.3
Otro	2.4	3.6	2.4	1.3
Razones por las que no cambió el sistema de comercialización de yuca				
El mercado tradicional (yuca fresca) es mejor	60.5	91.2	90.5	72.6
No produce para el mercado (autoconsumo)	10.8	1.1	1.2	18.3
Falta de mercado	5.7	3.5	8.3	5.1
No hay plantas de secado cerca	2.3	0.0	0.0	4.0
La picadora no le compra cuando cosecha	0.7	4.2	0.0	0.0

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

4.4.4 Cambio en la dedicación al trabajo en la finca de la señora de la casa

En cuanto a la dedicación de la señora de la casa al trabajo en la finca, el 37% de las mujeres dicen que éste ha variado como consecuencia de los cambios en el sistema de producción, mercadeo, y utilización de la yuca en los últimos 10 años, y el 26% de la señoras sienten que su dedicación al trabajo ha aumentado. Entre las mujeres que ahora dedican un mayor tiempo al trabajo de la finca, el 37% dicen que trabajan más horas en las labores del cultivo y el 81% responden de esta manera en el nivel de mayor influencia tecnológica. Otras razones de importancia para el aumento en el trabajo de las mujeres en la finca, fue su deseo de aumentar sus ingresos y el aumento en la demanda de yuca.

Cuadro 27. Cambio en los ingresos de los productores de yuca en los últimos diez años.

	Total	Nivel		
		1	2	3
	----- % -----			
Productores que aumentaron sus ingresos del cultivo de yuca	70.7	80.2	69.6	66.7
Razones que dieron los agricultores para aumentar sus ingresos				
Aumentó el precio	42.7	30.2	52.2	42.8
Aumentó la demanda	37.4	46.7	33.1	35.1
Aumentaron los rendimientos	18.2	20.3	14.0	20.3
Otro	1.7	2.8	0.7	1.8

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

El 10% de las mujeres dedican mayor tiempo al trabajo de la finca porque ahora son ellas las que comercializan el producto y el 6% por la presencia de las plantas de secado que han disminuido el tiempo que el agricultor dedica a las labores de la finca (**Cuadro 28**). Estos resultados demuestran que alrededor de una tercera parte de las mujeres en la región están dedicando más horas de trabajo a las labores de la finca como consecuencia del nuevo mercado para la yuca y el deseo de mejorar los ingresos del hogar. Finalmente, solo el 10% de las mujeres disminuyeron su dedicación al trabajo en la finca y esto se debió principalmente a la disminución en el número de trabajadores que deben alimentar y a la edad de la señora de la casa. Otras razones de menor importancia fueron la disminución del área de la finca y el aumento en la mano de obra familiar.

Cuadro 28. Cambio en la dedicación al trabajo en la finca, de la señora de la casa.

	Total	Nivel		
		1	2	3
		%		
Señoras de la casa que cambiaron su dedicación al trabajo en la finca.	36.7	30.1	46.4	34.1
Señoras de la casa que aumentaron su dedicación al trabajo en la finca.	25.5	23.9	38.4	18.3
Razones que dieron las señoras de la casa para aumentar su dedicación al trabajo en la finca:				
Trabaja más horas en labores del cultivo	36.8	80.6	10.8	40.1
Obtener mayores ingresos	15.5	0.0	23.3	16.4
Aumento en la demanda de yuca	13.0	6.7	18.7	9.0
Ahora la señora comercializa la yuca	10.1	1.2	5.9	22.9
Por la planta de secado	6.4	0.0	14.4	0.0
Aumentó el número de trabajadores para alimentar	4.8	11.5	4.5	0.0
Aumentó la producción	4.7	0.0	4.3	8.6
Cría de animales	4.5	0.0	10.1	0.0
Aumentó el precio del almidón	2.9	0.0	5.1	2.1
Mejóro el acceso a la finca	1.3	0.0	2.9	0.0
Señoras de la casa que disminuyeron su dedicación al trabajo en la finca	10.0	5.2	8.1	13.7
Razones que dieron las señoras de la casa para disminuir su dedicación al trabajo en la finca:				
Disminuyó el número de trabajadores para alimentar	29.0	83.6	4.6	19.1
Por la edad	20.0	0.0	23.1	24.6
Disminuyó el área de la finca	19.1	8.2	12.0	23.2
Aumentó la mano de obra familiar	15.1	8.2	24.0	15.4
Disminuyó el tamaño de la familia	8.0	0.0	0.0	11.5
Se facilitó el mercadeo de yuca	4.3	0.0	12.0	4.1
Ya no vive en la finca	4.5	0.0	24.3	2.1

Fuente: Encuesta de adopción de tecnología. Economía de Yuca, 1991.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

5.1 Conclusiones

La adopción de la tecnología de utilización de yuca ha servido como incentivo para el aumento en el área bajo cultivos en algunas regiones. Además, el área sembrada con yuca ha aumentado o por lo menos se ha mantenido, y el área sembrada con yuca como porcentaje del área total de la finca ha aumentado en toda la región. El aumento en el área bajo cultivos, y especialmente en el área sembrada con yuca, al no haber un aumento en el área de la finca, se ha conseguido a costa de la disminución en el área en pastoreo y en descanso. Por lo tanto, el uso de la tierra en la región es más intensivo y la producción de yuca ha aumentado debido al aumento en el área sembrada y al hecho de que un mayor porcentaje de agricultores no dejan yuca sin cosechar por la falta de mercado.

En cuanto a la adopción de tecnología, aproximadamente dos terceras partes de los productores de yuca en la región han adoptado por lo menos un componente tecnológico y tres cuartas partes de los agricultores lo han hecho en el nivel de mayor influencia tecnológica. El componente tecnológico con la mayor adopción ha sido la variedad Venezolana. Otros componentes tecnológicos bastante aceptados en la región, en orden de importancia, son la densidad de siembra, el uso de herbicidas, pesticidas, y maquinaria. En el nivel de mayor influencia tecnológica, el uso de maquinaria, pesticidas, y herbicidas es mayor que la adopción de la densidad de siembra recomendada, aunque el porcentaje de agricultores que han aumentado su densidad de siembra en el nivel 1 ha sido el mismo que en el resto de la región. Esto muestra que las prácticas que sustituyen mano de obra, como la maquinaria y los herbicidas, han sido más adoptadas por los agricultores del nivel 1, debido a una mayor presión para el aumento en la producción como consecuencia de la mayor influencia de las plantas de secado.

Por otra parte, los componentes tecnológicos con el menor grado de adopción han sido la siembra de la variedad MP12, la adopción de toda la tecnología de almacenamiento de la semilla (a pesar de que casi todos los agricultores han adoptado parte de esta tecnología), el tratamiento de la semilla antes de la siembra, y el uso de fertilizantes en yuca. La menor adopción de estos componentes tecnológicos puede deberse, con excepción de la variedad MP12, a que estos además de requerir de la compra de insumos, necesitan un mayor uso de mano de obra, la cual puede ser escasa durante las épocas pico de siembra, cultivo, y cosecha. La baja adopción de la variedad MP12 puede deberse en parte a que su contenido de materia seca es más bajo que el de la variedad Venezolana, y por lo tanto, su rendimiento en el procesamiento de yuca seca y almidón de yuca es menor. Por otro lado, la disponibilidad de semilla de MP12 fue muy baja, y a diferencia de la variedad Venezolana, la cual fue introducida en la región hace 26 años, la variedad MP12 sólo fue introducida hace 7 años y todavía se encuentra en la fase de experimentación por parte de los agricultores.

En general, la adopción de todos los componentes tecnológicos analizados ha sido mayor en el nivel 1, donde existen plantas de secado desde antes de 1988 y donde existe una alta presencia institucional, que en los niveles 2 y 3. El análisis de los factores que afectaron la adopción de tecnología muestra que el acceso a asistencia técnica, tiene un efecto positivo y significativo en la adopción de todos los componentes tecnológicos analizados, con excepción de la adopción de la variedad Venezolana, lo cual hace que éste sea el factor con la mayor influencia en la adopción de tecnología. Por otra parte, el acceso al mercado para la yuca, mano de obra, e insumos, afecta significativamente la adopción de tecnología. Además, el estudio indica la importancia de la introducción de la tecnología de secado de yuca, al analizar los resultados relacionados con la distancia a la planta de secado y la afiliación a cooperativas de secado de yuca. La introducción del secado de yuca no sólo ha ejercido un efecto significativo en la estabilización de los precios de la raíz sino que ha tenido un efecto aún más positivo en la tecnología de producción del cultivo. En resumen, lo anterior confirma la importancia de integrar las actividades de investigación en producción, procesamiento, y mercadeo de la yuca.

En cuanto a las características de la unidad de producción, si bien el área de la finca no tiene un efecto significativo en la adopción de tecnología, el área sembrada con yuca tiene un efecto positivo en la adopción de tecnología. Finalmente, el resto de las características de la finca y del agricultor, con excepción de la afiliación a cooperativas de secado de yuca y la topografía, fueron de una importancia relativamente menor en la adopción de tecnología, y su efecto varía considerablemente entre los diferentes componentes tecnológicos.

La productividad del cultivo de yuca ha aumentado significativamente debido a la adopción de tecnologías mejoradas de producción. Además de el aumento en la productividad que muestran los datos obtenidos a través de encuestas y los reportados por el Ministerio de Agricultura, la mitad de los agricultores dicen haber aumentado sus rendimientos en los últimos diez años y dos terceras partes de estos agricultores lo atribuyen a cambios en su sistema de producción (adopción de tecnología).

La utilización de yuca ha cambiado como consecuencia de la adopción de la tecnología de secado de yuca. El consumo tanto humano como animal en la finca ha disminuido con el fin de aumentar las ventas tanto al mercado fresco como a las plantas de secado. Además, sólo un pequeño número de agricultores ha disminuido sus ventas al mercado fresco para vender a las plantas de secado, lo cual muestra que los agricultores han aumentado su producción de yuca para satisfacer la demanda de las plantas de secado. Eso demuestra que el rol de la yuca en la región está cambiando y que este producto está pasando, cada vez más, de ser un producto para autoconsumo, a un producto de orientación al mercado.

Finalmente, dos terceras partes de los productores dicen que los ingresos que estos reciben del cultivo de yuca han aumentado en los últimos diez años, debido

principalmente al aumento en la demanda y los precios de la yuca, y al aumento en rendimientos.

En cuanto al impacto institucional del Proyecto Integrado de Yuca, éste se puede apreciar a través del aumento significativo en el porcentaje de agricultores que actualmente reciben asistencia técnica por parte de las instituciones y crédito para la siembra de yuca. Actualmente, un poco menos de la mitad de los agricultores de la región tienen acceso a asistencia técnica y crédito, y más de la mitad de los productores tienen acceso a estos servicios en el nivel de mayor influencia tecnológica.

5.2 Implicaciones

Como se puede apreciar, este estudio de adopción de tecnología en la Costa Atlántica ha generado una cantidad considerable de información detallada sobre este proceso. Esta información, por sí misma, no tiene ningún valor a no ser que sea utilizada para objetivos específicos, por el usuario apropiado, y en el momento preciso.

Los investigadores que trabajan con yuca pueden hacer uso de la información específica que se presenta en este documento, acerca del nivel de éxito de sus productos en términos del nivel de adopción y de los factores que influyeron en este proceso, para adaptar la investigación, de manera que la tecnología generada sea aceptada y adoptada por los agricultores. Por ejemplo, el tratamiento de la semilla antes de la siembra no ha sido adoptado por un número significativo de agricultores. La baja adopción de este componente tecnológico se encontró que está relacionado con la falta de asistencia técnica intensiva, y según los agricultores la baja disponibilidad de agua en la finca. Por otro lado, aunque en el análisis de adopción no se encontró una relación significativa entre el acceso a crédito y la adopción de este componente tecnológico, este resultado puede deberse a que si bien los agricultores que no adoptaron esta tecnología recibieron crédito, este no fue suficiente o fue destinado para otras actividades. Por lo tanto, este tipo de componentes tecnológicos debe ser adaptado aún más, de manera que utilicen menos insumos. El uso de fertilizantes en yuca puede ser recomendado, pero sin un mejor acceso a tierra y crédito, los agricultores no adoptarán esta recomendación. Por otra parte, la investigación participativa entre investigadores, extensionistas y productores podría ser una manera de adaptar los componentes tecnológicos desarrollados por los investigadores a las limitaciones de los productores. Resulta obvio que si esta metodología de investigación y extensión hubiera sido utilizada, los agricultores hubieran indicado las posibles limitaciones para la adopción de los diferentes componentes tecnológicos desde un principio. Además, el nivel de adopción de tecnología podría haber sido mayor si la investigación participativa se hubiera dirigido hacia agricultores que son miembros de las cooperativas de secado de yuca, los cuales tienen una mayor disponibilidad de crédito que los agricultores que no son miembros.

La información acerca de los factores que afectan la adopción de tecnología, puede ser de gran utilidad para los extensionistas, de manera que estos puedan adaptar las

metodologías de difusión de la tecnología para que esta llegue y sea adoptada por los productores, mejorando el desempeño de las instituciones que imparten asistencia técnica a los agricultores. Por ejemplo, tecnologías como el tratamiento de semilla requieren de una asistencia técnica mucho mas intensiva que las variedades mejoradas de yuca. Otra vez, la involucración de los extensionistas en investigación participativa con los agricultores e investigadores, para que estos participen en la evaluación de las necesidades del agricultor y luego en la validación y adaptación de las tecnologías desarrolladas a las condiciones del agricultor, hubiera incidido en un proceso de difusión de la tecnología mas eficiente. Además, en la ausencia de asistencia técnica, los niveles de adopción de tecnologías, tanto las que requieren capacitación intensiva como las que no, son significativamente menores. De cualquier modo, esta última implicación es mas política y es muy poco lo que los investigadores o extensionistas pueden hacer al respecto. A pesar de esto, si se dirige la extensión de tecnología mejorada de producción a los miembros de las cooperativas de secado de yuca, de manera que a partir de estos agricultores la tecnología se difunda a otros agricultores, se podrían aumentar las tasas de adopción significativamente.

Los directores de la investigación pueden hacer uso de esta información para determinar el éxito de la tecnología desarrollada, y al conocer que los componentes tecnológicos tienen una mayor probabilidad de ser adoptados por los agricultores, fijar prioridades y asignar recursos. Este estudio muestra que las variedades mejoradas logran un nivel mayor de adopción que las prácticas culturales. De todas formas, los directores de la investigación pueden comprender que la propuesta de trabajar de una forma integrada, involucrando a los extensionistas, es esencial para una adecuada y rápida multiplicación de las nuevas variedades mejoradas. Por ejemplo, los problemas de multiplicación y disponibilidad de semilla han sido una de las mayores limitaciones para la adopción de la variedad MP12. Este estudio también muestra que a pesar de que el área sembrada, la producción, los rendimientos, y los ingresos de los productores de yuca han aumentado, el cultivo de yuca se ha intensificado significativamente sin un aumento importante en el uso de fertilizantes, mientras que la cantidad de tierra y el tiempo que ésta se deja en descanso han disminuido. Esto puede tener serias implicaciones para la "sustentabilidad" del sistema y su posible impacto en los recursos naturales. Por lo tanto, los directores necesitan identificar las posibles intervenciones para prevenir este impacto. Por lo tanto, es necesario re-dirigir las actividades de investigación, de manera que éstas pongan un mayor énfasis en prácticas culturales que reduzcan el posible daño a los recursos naturales.

Los directores de la investigación también pueden beneficiarse de esta información, ya que se demostró que las cooperativas de secado de yuca en pequeña escala, pueden servir como un vehículo efectivo para la transferencia de tecnología mejorada. Por lo tanto, este "modelo" probado y validado en la Costa Atlántica puede ser utilizado de manera similar en otras regiones y países productores de yuca, y de esta manera, mejorar los sistemas de extensión existentes y lograr una difusión de tecnología mas eficiente y efectiva. Además, el mecanismo del Proyecto Integrado de Yuca puede ser utilizado para

integrar aún más las cooperativas de secado de yuca dentro del ciclo de investigación y desarrollo. Las cooperativas pueden ser utilizadas como un núcleo de participación de los agricultores en la prueba, adaptación y validación de la tecnología, como también en otros aspectos de la producción y procesamiento de yuca. Adicionalmente, como ya se dijo anteriormente, la investigación participativa, que involucre a los productores/procesadores con los investigadores y extensionistas es esencial.

Esta información también puede ayudar a los políticos a entender que la asistencia técnica y el crédito son factores cruciales para la adopción de tecnología, el subsecuente mejoramiento en los ingresos, y en el largo plazo el desarrollo económico de las áreas rurales. Esta información puede servir para influenciar el proceso de toma de decisiones en la asignación de los recursos institucionales y la establecer prioridades entre los diferentes cultivos. Además, para las personas que diseñan las políticas agrícolas, es importante aprender que las instituciones de investigación y extensión, no pueden ser entidades separadas. La investigación y la extensión deben ser actividades integradas, para maximizar la eficiencia y la efectividad en el desarrollo de componentes tecnológicos, su adaptación, difusión, y adopción.

En cuanto a las agencias donantes, estos resultados muestran que la propuesta de una investigación integrada da una base sólida y efectiva a los proyectos de investigación y desarrollo, y que el énfasis en la colaboración cercana entre las varias instituciones hace que el desempeño de éstas en el largo plazo sea mucho más sostenible. Además, este estudio da pruebas de que la inversión de fondos en proyectos agro-industriales en áreas rurales tiene una alta probabilidad de éxito, en términos de la adopción de tecnologías, si se consigue una integración entre disciplinas e instituciones. Además, la sola integración no es suficiente si ésta no se hace alrededor de un proyecto factible, es decir que se trabaje con un producto que tiene un buen mercado, que se pueda implementar fácilmente, y que sea rentable para los diferentes grupos involucrados en él.

Como se mencionó en un principio, este estudio de adopción forma parte de una serie de estudios que abarcan los diferentes aspectos de monitoreo, adopción, e impacto de la tecnología. La información y los resultados de este estudio son de utilidad también para los socio-economistas (aunque ellos, formalmente, deben estar incluidos en el grupo de investigadores) como una base para estudios tanto de impacto macroeconómico (a nivel agregado) como a nivel de finca y hogar campesino. El impacto a nivel de finca y hogar debe incluir tanto aspectos económicos como sociales. Adicionalmente, la investigación futura debe enfocarse hacia el impacto sobre el medio ambiente. Al final, esta información prueba que la investigación es una actividad multidisciplinaria en la cual los socio-economistas tienen su propio rol.

En consecuencia, queda claro que estos estudios de evaluación no pueden ser vistos como estudios exclusivos o adicionales, sino como una verdadera parte integral en el marco de la investigación y el desarrollo. Por lo tanto, estos estudios deben servir para optimizar la retroalimentación para el desarrollo de componentes tecnológicos apropiados

y adecuados que tengan un impacto significativo en el desarrollo económico y social de las áreas rurales.

5. APENDICE

MODELO LOGÍSTICO DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA

En la literatura econométrica se encuentra que se han desarrollado metodologías apropiadas para investigar el efecto de las variables explicatorias en variables dependientes dicótomas (ver Amemiya, 1973). Los modelos de respuesta cualitativa más comunes encontrados en la literatura son el modelo de probabilidad lineal (MPL), el modelo logístico (modelo logit), y el modelo probabilístico (modelo probit).

Para evitar algunos de los problemas identificados por Feder et. al (1985) en los estudios de adopción existentes, y con el propósito de analizar los factores que influyeron en la adopción de los diferentes componentes tecnológicos en la Costa Atlántica como parte del Proyecto Integrado de Yuca, utilizaremos un modelo que simula la curva logística de adopción.

Si consideramos el siguiente modelo probabilístico lineal,

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \mu_i = g(x_i) + \mu_i \quad (1)$$

donde: $Y = 1$ si el agricultor adopta la tecnología, $Y = 0$ si el agricultor no adopta la tecnología, y X_i son variables explicatorias de los factores que afectan la adopción de tecnología.

La esperanza condicional de Y_i dado X_i , puede ser interpretado como la probabilidad condicional de que un evento ocurra dado X_i ; lo que nos da la probabilidad de que $Y_i = 1$ dado X_i . Por lo tanto, $E(Y_i | X_i)$ nos da la probabilidad de que un agricultor adopte una nueva tecnología con las características X_i . Si suponemos que $E(\mu) = 0$, para obtener estimadores sin sesgos, tenemos la siguiente expresión:

$$E(Y_i | X_i) = \beta_0 + \beta_i X_i = g(x_i) \quad (2)$$

Ahora si consideramos P_i como la probabilidad de que $Y_i = 1$ (esto es, que el agricultor adopte la tecnología), y $1 - P_i$ como la probabilidad de que $Y_i = 0$ (esto es, que el agricultor no adopte la tecnología), entonces la variable Y_i tiene la siguiente distribución:

Y_i	Probabilidad
0	$1 - P_i$
1	P_i

Por definición de la esperanza matemática, tenemos

$$E(Y_i) = 0(1-P_i) + 1(P_i) = P_i \quad (3)$$

Comparando (2) con (3), podemos igualar

$$E(Y_i|X_i) = \beta_0 + \sum \beta_j X_{ij} = P_i \quad (4)$$

esto es, la esperanza condicional del modelo (1) puede ser interpretado como la probabilidad condicional de Y_i .

Debido a que la probabilidad P_i debe estar entre 0 y 1, se tiene la siguiente restricción

$$0 \leq E(Y_i|X_i) \leq 1 \quad (5)$$

esto es, que la expectación condicional, o la probabilidad condicional, debe estar entre 0 y 1. Debido a que el mayor problema de los modelos lineales de probabilidad es el de que los Y estimados, que son probabilidades condicionales, no están entre 0 y 1, el siguiente modelo logístico (Hosmer y Lemeshow, 1989) fue seleccionado para este estudio, el cual satisface las anteriores condiciones.

$$P(Y=i|X_i) = \frac{e^{g(x_i)}}{1 + e^{g(x_i)}} \quad (6)$$

Realizando una transformación logarítmica de la ecuación 6, la siguiente ecuación es estimada:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \sum \beta_j X_{ij} = g(x_i) \quad (7)$$

Donde L_i es el *logit*, término que viene de la función logística.

Algunas de las características del modelo logístico, mencionadas por Gujarati (1988), son las siguientes:

1. Conforme la probabilidad de adopción va de 0 a 1, el *logit* va de $-\infty$ a $+\infty$. Esto quiere decir que aunque las probabilidades están dentro del límite de 0 a 1, los *logits* no están confinados dentro de un intervalo limitado.

2. A pesar de que L es lineal en X , las probabilidades no lo son. Esta es la diferencia entre el modelo logístico y el MPL, donde las probabilidades aumentan linealmente con X .
3. La interpretación del modelo logístico es la siguiente: β_i , la pendiente, mide el cambio en L por un cambio unitario en X . En otras palabras β_i nos dice como la probabilidad logarítmica de que un agricultor adopte una determinada tecnología cambia por una unidad de cambio en, por ejemplo, la distancia a la planta de secado. El intercepto β_0 es la probabilidad logarítmica de que un agricultor adopte una determinada tecnología si, por ejemplo, la distancia a la planta de secado es de 0.

Una vez estimado el modelo, y conociendo los parámetros estimados (β_0 y β_i), es posible estimar la probabilidad de que un agricultor con las características X_i adopte la tecnología. Despejando P_i de la ecuación (6), tenemos:

$$P_i = E(Y=1|X_i) = \frac{e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}{1 + e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}} \quad (8)$$

Las elasticidades de la probabilidad de adopción con respecto a cambios en los factores que afectan el proceso de adopción ($\delta P_i X_i / \delta X_i P_i$), se derivan de la siguiente forma:

$$e_{y_i} = \frac{\delta P_i X_i}{\delta X_i P_i} = \beta_i (1 - P_i) X_i \quad (8)$$

donde e_{y_i} es la elasticidad de la probabilidad de adopción con respecto al factor i

Las variables independientes (X_i) utilizadas en la estimación del modelo fueron las siguientes:

Variables continuas:

X_1	=	distancia al área urbana mas cercana (Km)
X_2	=	distancia a la planta de secado mas cercana (Km)
X_3	=	área total de la finca (ha)
X_4	=	área sembrada con yuca (ha)
X_5	=	importancia relativa de la yuca en la finca (% del área de cultivo sembrada con yuca)
X_6	=	tenencia de la tierra (% del área de la finca que es propia)
X_7	=	educación formal (años)
X_8	=	experiencia (años)

- X_9 = edad del agricultor (años)
- X_{10} = tamaño de la familia (número de miembros del hogar)
- X_{11} = disponibilidad de mano de obra familiar (número de miembros del hogar que trabajan en la finca)

Variables dummy:

- X_{12} = topografía (0 = terreno plano)
(1 = terreno ondulado)
- X_{13} = crédito (0 = el agricultor no recibe crédito para sembrar yuca)
(1 = el agricultor recibe crédito para sembrar yuca)
- X_{14} = asistencia técnica (0 = el agricultor no recibe asistencia técnica para el cultivo de yuca)
(1 = el agricultor recibe asistencia técnica para el cultivo de yuca)
- X_{15} = sistema de cultivo (0 = asocio)
(1 = monocultivo)
- X_{16} = afiliación a cooperativa de secado de yuca (0 = el agricultor no es socio)
(1 = el agricultor es socio)

6. REFERENCIAS

- Amemiya, Takeshi. 1973. "Regression Analysis When the Dependent Variable is Truncated Normal." Econometrica. 41(1973):997-1016.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1972. "Viability of Cuttings." CIAT Annual Report 1972. CIAT, Cali, Colombia. p.60.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1973a. "Effects of Different Spacings." CIAT Annual Report 1973. CIAT, Cali, Colombia. pp.69-74.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1973b. "Storage of Stem Cuttings." CIAT Annual Report 1973. CIAT, Cali, Colombia. pp.73-75.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1975. "Population and Stake Size." CIAT Annual Report 1975. CIAT, Cali, Colombia. pp.87-97.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1976. "Cultural Practices." CIAT Annual Report 1976. CIAT, Cali, Colombia. pp.B47-B50.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1977. "Treatment and Storage of Planting Materials." CIAT Annual Report 1977. CIAT, Cali, Colombia. pp.C23-C25.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. "Manejo y Control de las Malezas en el Cultivo de Yuca." Guía de Estudio. CIAT, Cali, Colombia.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Cassava Program Annual Reports for 1982 and 1983. CIAT, Cali, Colombia.
- Cock, James H. 1989. La Yuca, Nuevo Potencial para un Cultivo Tradicional. Colorado : Westview Press, 1989.
- Doll, J.D. "Efectos Competitivos en Yuca (Manihot esculenta Crantz). Resúmenes del Sexto Seminario de COMALFI, Cali, Colombia. p.16.
- Doll, J.D., Piedrahita, C. 1978. "Métodos de Control de Malezas en Yuca." CIAT, Serie O5SW-3, Cali, Colombia.
- Feder, G., Just, R.E., and Zilberman, D. 1985. "Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey." Economic Development and Cultural Change. 33(1985):254-297.

- Gottret, M.V., Henry, G., and Cortéz, M. 1992. "Impact of Integrated Cassava Projects in the North Coast of Colombia." CIAT, Cali, Colombia, 1992. CIAT Working Document (forthcoming).
- Gottret, M.V., Henry, G. 1993. "La Importancia de los Estudios de Adopción e Impacto: El Caso del Proyecto Integrado de Yuca en la Costa Norte de Colombia." Documento presentado en el Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios, Marzo 3-5, 1993. Quito, Ecuador.
- Gujarati, Damodar N. 1988. Basic Econometrics. New York : McGraw-Hill, 1988. 705 p.
- Hosmer, D.W., y Lemeshow, S. 1989. Applied Logistic Regression. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1989. 307 p.
- Howeler, H. 1981. Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava (Manihot esculenta Crantz). CIAT, Cali, Colombia.
- Janssen, W.G. 1982. "Producción, Mercadeo, y el Potencial de la Yuca en los Departamentos de Atlántico, Córdoba, Sucre y Bolívar." Colombia:CIAT, Sección de Economía de Yuca, 1982. Mimeografía.
- Janssen, W.G. 1984. "Utilización de la Tierra e Importancia de la Yuca en la Finca, en los Departamentos del Atlántico, Bolívar, Córdoba, y Sucre. Tercer Informe del Proyecto Cooperativo DRI, ACDI. CIAT, Cali, Colombia, 1984.
- Janssen, W.G. 1985. Market Impact on Cassava's Potential in the Atlantic Coast Region of Colombia. Colombia:CIAT, 1985.
- Leihner, D.E. 1983. "Storage and Regeneration of Cassava Planting Material." In Proceedings of the Global Workshop in Root and Tuber Crops Propagation, CIAT, Cali, Colombia. pp. 131-138.
- Lozana, E., Luna, J.M. 1983. "La Investigación sobre el Cultivo de la Yuca en Colombia." En las Memorias del Taller sobre Evaluación de Variedades Promisorias de Yuca en América Latina y El Caribe, CIAT, Cali, Colombia. pp. 93-100.
- Lozano, J.C., Bellotti, A., Vargas, O. 1983. "Sanitary Problems in the Production of Cassava Planting Material." In Proceedings of the Global Workshop in Root and Tuber Crops Propagation, CIAT, Cali, Colombia. pp. 73-85.
- Lozano, J.C., Toro, J.C., Castro A., Bellotti, A.C. 1977. "Production of Cassava Planting Material." CIAT, Serie GE-17, Cali, Colombia. 28 p.

- Ministerio de Agricultura de Colombia. 1991. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario. Santafé de Bogotá D.C., Colombia, Julio, 1991.
- Perdomo, P.P., and Henry, G. 1992. "Diseños de Muestras para Estudios Socio-económicos." Cali, Colombia, 1992. CIAT Working Document. (forthcoming).
- Pérez-Crespo, C.A. "Integrated Cassava Projects: A Methodology for Rural Development." Integrated Cassava Projects. Colombia:CIAT, Cassava Program. pp.26-43.
- Pinstrup-Andersen, P, y Díaz, R.O. Descripción Agro-Económica del Proceso de Producción de Yuca en Colombia. Colombia:CIAT.
- Santos, R.B. 1967. "Yield of cassava under different methods of land preparation." Agricultural and Industrial Life. 29(7):22-26.
- Toro, J.C. 1984. "Dos Nuevas Variedades de Yuca para Colombia: Manihoica P-11 y P-12." ICA, Subgerencia de Investigación y Transferencia, División de Cultivos Múltiples, Programa de Yuca Y Ñame.
- Toro, J.C., Atlee, C.B. Prácticas Agronómicas para la Producción de Yuca: (Una Revisión de la Literatura). CIAT, Cali, Colombia. 44p.

FECHA DE DEVOLUCION

--	--	--