



El objetivo a largo plazo de la sección de Economía es analizar el impacto potencial de la tecnología mejorada en yuca en América Latina. Este objetivo delimita un programa de investigación relativamente amplio, puesto que la adopción potencial de la nueva tecnología está determinada tanto por las características de la misma tecnología como por el acceso al mercado que tenga ese aumento en la producción.

El precio de venta se convierte en un parámetro clave del análisis. Por un lado, determina la rentabilidad de la tecnología a nivel de finca, y por otro lado determina la capacidad de competencia de la yuca (y de esta manera su potencial) en mercados alternativos.

Para la mayoría de los demás cultivos bajo el mandato del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), la demanda no es un factor de influencia crítica en la adopción de tecnología; pero en el caso de la yuca, tanto la investigación económica de la producción como la de la demanda, son factores esenciales dentro de la estrategia de investigación del programa.

Economía de la Producción

Ensayos a Nivel de Finca en Media Luna

Los sistemas de producción de yuca en la zona de Media Luna se describieron el año pasado. También se informó sobre los resultados de los ensayos realizados en fincas, comparando la variedad local con cultivares introducidos (CIAT, Programa de Yuca, Informe Anual, 1979); aunque los rendimientos entre los cultivares no difirieron sustancialmente, la variedad local produjo raíces de calidad superior.

La yuca es un producto que se daña rápidamente después de cosechada y además tiene un período de cosecha que es indeterminado; por lo tanto, el almacena-

miento en el suelo es uno de los medios principales para regular la oferta en el mercado, especialmente si hay un período crítico de siembra. Como quiera que la yuca no se puede almacenar después de que ingresa a los canales del mercado urbano para productos frescos, la cosecha escalonada es indispensable para mantener el flujo constante del producto durante el año. Si se quiere reducir al mínimo el riesgo del agricultor y mejorar el acceso de su producto fresco al mercado, hay que mantener el rendimiento y la calidad de la yuca durante este período de almacenamiento.

Para evaluar el potencial futuro de las introducciones de híbridos, así como para desarrollar una metodología dentro de los ensayos a nivel de finca destinados a evaluar el almacenamiento de yuca, se comparó la variedad local Secundina con tres líneas nuevas en una fase temprana de selección. Los ensayos se establecieron durante la primera época de siembra de la zona.

La cosecha se realizó entre los 10 y los 15 meses después de la siembra, período que abarcó desde la estación seca hasta la iniciación de las lluvias, e incluyó tres meses de lluvias fuertes; así se duplicó el período de la cosecha normal en el área. Los resultados de este ensayo se presentan en el Cuadro 1.

La información obtenida acerca de Secundina confirma las razones por las cuales esta variedad domina en el área de Media Luna. En primer lugar madura tempranamente, pero continúa produciendo por varios meses más cuando se deja en el suelo; en segundo lugar, durante el período de almacenamiento conserva su alta calidad, especialmente en términos de los contenidos de almidón y de fibra; finalmente, resiste bien la pudrición de la raíz. Estas características reducen al mínimo los riesgos de producción y de mercadeo, aseguran el acceso del agricultor a los mercados y suministran un adecuado ingreso por la tierra y la mano de obra usadas en la producción.

Cuadro 1. Características del rendimiento de cuatro líneas de yuca en función de períodos de cosecha diferentes, en Media Luna, 1979-80.¹

Características de rendimiento	Período de cosecha (meses después de la siembra)					
	10(0) ²	11 (3)	12 (50)	13 (170)	14 (240)	15 (180)
Contenido de materia seca (%)						
Secundina	36.6	33.1	32.3	32.2	41.4	35.5
CM 323-375	28.5	22.5	23.6	23.1	25.6	23.7
CM 305-38	28.9	27.3	25.9	24.6	28.0	22.7
CM 391-2	29.8	26.8	27.2	21.1	33.2	30.2
Pudrición radicular (% del total de raíces)						
Secundina	0.8	1.0	0.7	0.3	1.1	0.4
CM 323-375	4.1	13.3	6.3	2.8	4.5	4.5
CM 305-38	4.8	10.4	10.9	4.1	3.0	5.6
CM 391-2	2.2	18.3	14.1	5.8	4.3	1.0
Contenido de fibra (%)						
Secundina	2.8	2.6	4.8	nd ³	3.4	4.0
CM 323-375	3.1	3.6	5.3	nd	3.9	3.3
CM 305-38	3.2	4.1	nd	nd	4.4	6.4
CM 391-2	3.3	3.4	6.4	nd	4.5	3.3

¹ La yuca se sembró en mayo de 1979.

² Las cifras entre paréntesis indican mm de precipitación durante los meses de cosecha.

³ Información no disponible.

Los resultados en relación con las otras líneas sugieren que para las características de calidad una sola evaluación frecuentemente puede ser engañosa, como ocurre, por ejemplo, en el caso de CM 391-2. Las evaluaciones se deben basar en la forma como el agricultor adapta su sistema agrícola a las exigencias del sistema de mercadeo, en el patrón de lluvias y, en algunas áreas, en las temperaturas, puesto que la evidencia sugiere que el contenido de almidón correlaciona inversamente con la temperatura (CIAT, Informe Anual 1978).

Ensayos a Nivel de Finca en Mondomo

Sistemas agrícolas. Las características ambientales y económicas de los sistemas agrícolas de Mondomo, departamento del Cauca, Colombia, difieren completamente de las de Media Luna; la precipitación es de cerca de 2400 mm anuales en promedio y está relativamente bien distribuida; no existe período crítico de siembra, sino que éste está determinado por la disponibilidad de la mano de obra y por las exigencias del mercado. La altura de 1500 msnm y la temperatura de 19°C en promedio dan como resultado un mayor período de crecimiento, de 14 a 18 meses.

Los factores del suelo son los mayores limitantes en el sistema; en ellos el P varía de 0.8 a 2.7 ppm (Bray II), o sea

que está muy por debajo de los niveles críticos; el K también varía sustancialmente, de 0.10 a 0.78 meq/100 g. El uso de fertilizantes está aumentando pero todavía no está generalizado.

Para el cultivo de la yuca, los agricultores manejan la fertilidad del suelo mediante un sistema de descanso del terreno y de selección de variedades según su respuesta relativa a las condiciones de fertilidad.

En el mejor de los casos, los agricultores dejan descansar el suelo por lo menos durante seis años y luego siembran tres o algunas veces cuatro cosechas sucesivas de yuca; sin embargo, este sistema depende del área de la finca (fluctúa entre 4 y 40 ha con un promedio de 15) ya que los agricultores con áreas más pequeñas deben reducir el período de descanso del suelo. Comúnmente se siembran cuatro variedades de yuca y cada una responde de manera diferente a la fertilidad del suelo.

Aunque con rendimientos bastante bajos, el café es el único cultivo en competencia, ya que produce adecuadamente bajo las condiciones locales; en promedio, el patrón de cultivo es de 2.1 ha de café, 3.6 ha de yuca, 1.6 ha de otros cultivos (principalmente plátano), y 8 ha en barbecho. Los períodos críticos en cuanto a demanda de mano de obra para las dos cosechas de café determinan la

programación de las actividades en yuca; debido a esta competencia, la cantidad de mano de obra que se dedica a la deshierba es más baja aquí que en las otras zonas.

Las restricciones del mercado no son tan severas como en el caso de Media Luna. La yuca va casi exclusivamente hacia la industria de almidón en pequeña escala y ésta a su vez vende exclusivamente a la industria panadera. Los precios que recibe el agricultor son ligeramente más bajos que los de la venta al por mayor en el mercado urbano; pero la variedad con alta calidad, adecuada para el mercado urbano, no produce buenos rendimientos bajo las condiciones de baja fertilidad de los suelos de la región. El contenido de almidón determina los precios de venta, los cuales están determinados en el mercado para las variedades locales, así: Valluna 7.30 \$Col/kg; Americana 5.00 \$Col/kg; Algodona 4.00 \$Col/kg. Los agricultores reclaman que los rendimientos potenciales de las tres variedades se relacionan inversamente con el contenido de almidón.

La continuidad en la oferta se mantiene mediante siembras escalonadas.

Ensayos realizados. Se utilizó un tratamiento factorial completo con fertilizantes, que incluía 500 kg/ha de cal y 500 kg/ha de 10-30-10 aplicados a dos variedades locales, Algodona y Americana, y a un material híbrido introducido, CM 323-375. Este último había dado rendimientos consistentemente altos a través de las pruebas regionales realizadas en sitios con alturas algo más bajas; en condiciones de suelo similares a las de CIAT-Quilichao produjo 19 ton/ha. Los rendimientos en el área de Mondomo fueron de 6.7 ton/ha aproximadamente.

El Cuadro 2 muestra los resultados de los ensayos. Algodona produjo más que cada una de las otras dos variedades, lo cual es consistente con su predominio local. Por otro lado, las variedades no difirieron significativamente en el contenido de materia seca, hecho que no guarda relación con el menor precio que rige para Algodona, a menos que otro factor esté ocasionando diferencias en las tasas de extracción de almidón; en Australia se ha informado acerca de dicho factor, llamado simplemente latex.

Las diferencias entre los tratamientos de fertilizantes no fueron significativas pero sí lo fueron las diferencias entre agricultores; en otras palabras, las diferencias entre las fincas (replicaciones) fueron mayores que entre tratamientos, lo que no es extraño y, como en el caso de Media Luna, confirma la microvariación sustancial entre los sitios de los ensayos a nivel de finca.

Cuadro 2. Rendimiento de raíces frescas y contenido de materia seca de la yuca evaluada en los ensayos a nivel de finca, en Mondomo, 1979-80.

Parámetros de rendimiento y tratamiento de fertilidad ¹	Variedad de yuca		
	Algodona	Americana	CM 323-375
Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)			
Cal + fertilizante	10.3	6.3	5.5
Fertilizante solamente	10.4	4.9	6.2
Cal únicamente	9.3	4.8	4.7
Testigo	9.1	4.9	3.1
Materia seca (%)			
Cal + fertilizante	36.8	35.9	37.6
Fertilizante únicamente	36.6	33.7	36.2
Cal únicamente	36.1	35.1	36.4
Testigo	35.4	34.3	37.5

¹ El tratamiento de cal fue de 500 kg/ha; el tratamiento de fertilizante fue de 500 kg/ha de 10-30-10.

El Cuadro 3 presenta los promedios de rendimiento para Americana y Algodona en cada finca, junto con las historias de las parcelas de cultivo. Así mismo, se calculó un índice de rotación del cultivo, aunque en forma algo arbitraria; básicamente se adaptó a partir del esquema normal de rotación que usan los agricultores, que es de seis años de barbecho y tres de cultivos sucesivos de yuca. Curiosamente, el orden de los índices correspondió a una ordenación virtualmente exacta de los rendimientos.

Cuadro 3. Rendimientos de dos variedades locales de yuca en fincas individuales, con relación a la historia de la parcela y al tamaño de la finca, en Mondomo.

Tamaño la finca (ha)	Uso previo de la parcela (años)	Índice de rotación ¹	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)	
			Americana	Algodona
44.8	1 con yuca y 15 en barbecho	13	8.5	16.6
12.6	2 en barbecho, 1 con yuca, y 10 en barbecho	10	²	13.7
19.2	10 en barbecho	10	³	11.4
4.5	8 en barbecho	8	6.6	8.7
5.8	6 en barbecho	6	6.2	6.9
15.1	2 en barbecho	2	3.5	6.5
5.0	2 con yuca y 8 en barbecho	4	4.6	4.7
12.6	2 con yuca y 2 en barbecho	-2	2.7	²

¹ Índice de rotación = número de años en barbecho menos dos veces el número de años anteriores con yuca.

² Resultados obtenidos en la misma finca pero en parcelas con historias diferentes para las dos variedades.

³ Parcela perdida.

La muestra se estratificó de acuerdo con el índice de rotación, usando el 6 como el punto de separación, o sea el punto implícito en el sistema de rotación en el cual la fertilidad del suelo estaba declinando.

El Cuadro 4 muestra que para las tres variedades, el rendimiento y el contenido de materia seca difirió significativamente entre los dos grupos (excepto para la materia seca de CM 323-375).

Cuadro 4. Rendimiento en raíces frescas y en contenido de materia seca de tres variedades de yuca, en relación con la duración del periodo previo de barbecho, en Mondomo.¹

Estrato de rotación	Variedad de yuca		
	Algodona	Americana	CM 323-375
Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)			
Rotación adecuada	11.5	7.1	7.3
Rotación reducida	5.6	3.6	2.5
Materia seca (%)			
Rotación adecuada	37.2	37.5	37.6
Rotación reducida	34.0	32.2	36.6

¹ Excepto en el caso de contenido de materia seca de CM 323-375, hubo diferencias significativas al nivel del 5% entre los dos grupos de rotación para todos los demás valores.

En el caso de Algodona hubo además una respuesta significativa y económica al fertilizante en las parcelas con fertilidad crítica y no hubo respuesta significativa en las parcelas donde se mantuvo un periodo de rotación suficiente (Cuadro 5). La influencia decisiva del sistema de barbecho y la respuesta diferencial hacia el fertilizante en contra de la reducción en el periodo de descanso del suelo, definen los requisitos para la nueva tecnología en esta zona.

Cuadro 5. Respuesta en rendimiento de la variedad de yuca Algodona a los tratamientos de fertilizantes, con relación a la duración del periodo de rotación, en Mondomo.

Tratamiento de fertilidad ¹	Rendimiento de raíces frescas según rotación (ton/ha)	
	Rotación adecuada	Rotación reducida
Fertilizante + Cal	11.3 a ²	7.7 a
Fertilizante	11.1 a	8.9 a
Cal	12.1 a	2.5 b
Testigo	11.0 a	4.2 b

¹ Cal=500 kg/ha; fertilizante=500 kg/ha de 10-30-10.

² Los valores dentro de columnas seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5%.

Ensayos de Cultivos Asociados con Yuca

El cultivo de la yuca está principalmente en manos de pequeños agricultores en lugares donde la tierra generalmente es un recurso limitado y para quienes conseguir dinero en efectivo durante todo el año es una preocupación principal. Los cultivos asociados permiten intensificar el uso de la tierra y, donde se usan cultivos con diferente época de maduración, pueden ayudar a estabilizar el ingreso efectivo.

La yuca está bien adaptada al sistema de cultivos múltiples, pero dado su amplio rango ecológico, su mejor potencial para este sistema varía de acuerdo con las diferentes zonas ecológicas. Los ensayos de cultivos asociados a nivel de finca se llevaron a cabo en dos localidades y estuvieron a cargo de la sección de Prácticas Culturales; aquí se informa sobre los análisis de gastos e ingresos de estos ensayos.

Media Luna. En Media Luna el maíz es el principal cultivo asociado con yuca. (Para información sobre las condiciones ambientales y los sistemas agrícolas, ver CIAT, Programa de Yuca, Informe Anual, 1979.) El maíz no tiene problemas de mercadeo, es un cultivo de ciclo corto, y aunque tiene baja productividad bajo las condiciones existentes, sembrado con la yuca suministra una renta adecuada para la inversión.

Los agricultores de la zona usan un sistema de cultivo con baja población de plantas, el cual aparentemente reduce al mínimo la competencia por luz entre el maíz alto y la yuca que es de crecimiento más lento y sensible a la sombra (Figura 1).

Usando la variedad local Secundina se inició un ensayo para comparar el sistema de los agricultores tanto en monocultivo como en cultivo intercalado, con un sistema mejorado en el cual se aumentó la densidad de plantas tanto de yuca como de maíz y se modificó el ordenamiento espacial de la yuca (Figura 1). Se agregó un tratamiento de N como un componente adicional, más que todo para beneficiar al maíz.

Al revisar los resultados en rendimientos que presenta el Cuadro 6 surgen cuatro conclusiones evidentes: a) cuando se modificó la población de plantas o el ordenamiento espacial de la yuca en monocultivo no se aumentó el rendimiento; b) bajo el sistema de los agricultores, el maíz no anuló los rendimientos de la yuca; c) la población más alta de maíz en el sistema mejorado produjo un ligero descenso en los rendimientos de la yuca, pero casi triplicó los rendimientos del maíz; d) no hubo respuesta económica al fertilizante.



Figura 1. *Arriba: Sistema intercalado de yuca y maíz, típico del agricultor de la zona de Media Luna. Abajo: Sistema intercalado desarrollado por el CIAT.*

Según los cálculos sobre el ingreso neto, esto es, sin tener en cuenta la tierra y los costos de manejo (Cuadro 6), el sistema mejorado de cultivo intercalado sin fertilizantes fue el más rentable cuando la relación de precios yuca:maíz fue más alta (\$Col 4.00 para yuca y 5.00 para maíz); con precios bajos para la yuca, hubo un aumento sustancial en el ingreso con sólo incrementos marginales en los costos. El experimento se continuará al menos por tres años para evaluar la estabilidad de los sistemas, especialmente de aquellos sin aplicación de fertilizantes.

Caicedonia. Comparada con las condiciones agrícolas marginales de Media Luna, Caicedonia es una tierra cafetera de primera calidad en donde la yuca debe competir con cosechas de alto valor; por tal razón, en este caso se seleccionó para el estudio el frijol como cultivo intercalado de más alto valor.

La yuca pudo competir económicamente debido a los altísimos rendimientos obtenidos, al precio preferencial obtenido por la alta calidad de la variedad cultivada en la zona (generalmente más del doble de los precios en las fincas de la costa norte), y a los altos niveles de los precios para la yuca en todo el país.

Se realizaron tres cambios agronómicos básicos en los sistemas de los agricultores para los cultivos intercalados yuca-frijol. En primer lugar, se aumentaron las poblaciones de plantas para ambos cultivos (10 veces para los frijoles); en segundo lugar, se usó un herbicida preemergente en lugar de dos deshierbas manuales y se aplicó fertilizante (100-100-80 kg/ha de N - P - K);

finalmente, la siembra de la yuca colocando la estaca verticalmente en lugar de hacerlo en forma horizontal, permitió la siembra simultánea del frijol ya que de esa manera la yuca germina más rápidamente y se reduce al mínimo la competencia entre las especies.

Al igual que en Media Luna, no hubo competencia aparente en los cultivos intercalados y aún se evidenciaron algunas tendencias en cuanto al aumento en los rendimientos de yuca (Cuadro 7); no hubo respuesta aparente de la yuca al fertilizante, pero el impacto sobre el frijol es inseparable del aumento en la densidad. De nuevo, como en el caso de Media Luna, la principal ventaja del sistema mejorado estuvo en el mejoramiento de los rendimientos de los cultivos intercalados, con rendimientos cinco veces mayores para el frijol.

Un análisis simple de los gastos e ingresos reveló que los sistemas de cultivos intercalados son más aconsejables que los de monocultivo y que el sistema mejorado es muy rentable (Cuadro 7). Con todo esto, la yuca dominó en los aspectos económicos de la asociación y el frijol sólo contribuyó marginalmente a la rentabilidad total del sistema.

Los ingresos por concepto de tierra y administración en Caicedonia fueron 10 veces mayores que los ingresos por el mismo concepto en los sistemas de yuca de Media Luna. Si tales diferencias en ingresos resultan de incorporar tierras de primera calidad a la producción de yuca, éstas deberán abastecer solamente mercados preferenciales de altos precios tales como el de yuca fresca en Bogotá.

Cuadro 6. Rendimientos e ingresos netos en varios sistemas de cultivos intercalados de yuca y maíz, en Media Luna.

Sistema de cultivo y (espaciamento) ¹	Promedios de rendimiento		Ingreso neto por hectárea según precios de yuca ²			
	Yuca (ton/ha)	Maíz (ton/ha)	(\$Col/kg)			
			1.0	2.0	3.0	4.0
Sistema de los agricultores:						
Monocultivo de yuca (1.2 x 1m)	14.3	-	1944	16,244	30,544	44,844
Yuca (1.2 x 1m)/maíz (2 x 1.2m)	15.7	0.7	5256	20,956	36,656	52,356
Sistema mejorado sin fertilizante:						
Monocultivo de yuca (1 x 1m)	15.0	-	2644	17,644	32,644	47,644
Monocultivo de yuca (1.6 x 0.6m)	14.1	-	1744	15,844	29,944	44,044
Yuca (1.6 x 0.6m)/maíz (1.6 x 0.3m)	13.9	1.9	9506	23,406	37,306	51,206
Sistema mejorado con fertilizante:						
Yuca (1.6 x 0.6m)/maíz (1.6 x 0.3m)	13.6	1.9	8661	22,261	35,861	49,461

¹ Para el caso del maíz se usaron 3 plantas/sitio en el sistema del agricultor y 2 plantas/sitio en el sistema mejorado.

² El precio del maíz se mantuvo constante en 5.00 \$Col/kg.

Cuadro 7. Rendimientos e ingresos netos en varios sistemas de cultivos intercalados de yuca y frijol, en Caicedonia.

Sistema de cultivo	Promedio de rendimientos		Ingresos y costos variables por sistema (\$Col/ha)			
	Yuca	Frijol	Ingreso bruto ¹		Costo variable	Ingreso neto
	(ton/ha)	(kg/ha)	Yuca	Frijol		
Sistema de los agricultores						
Monocultivo de yuca	31.7	-	253,600	-	(11,090)	242,510
Yuca/Frijol	37.5	210.0	300,000	6300	(14,727)	291,573
Sistema mejorado						
Monocultivo de yuca	36.0	-	288,000	-	(14,920)	273,080
Yuca/Frijol	37.4	1022.0	299,200	30,660	(20,499)	309,361

¹ Los precios de venta fueron de 8 \$Col/kg para la yuca y de 30\$Col/kg para el frijol.

Economía de la Demanda y el Mercadeo

El éxito en la difusión de la nueva tecnología de producción agrícola está necesariamente subordinado a que el aumento que se obtenga en la producción llegue a mercados lucrativos. En el pasado la yuca se ha comportado bien como cultivo destinado a la alimentación básica en muchas zonas de América Latina, pero la futura tecnología que aumente los rendimientos sólo será adoptada si la producción adicional se puede vender fácilmente en el mercado.

La yuca es un producto que se puede mercadear en varias formas diferentes, de las cuales sobresalen cinco:

- como yuca fresca para consumo humano;
- procesada para consumo humano;
- como un alimento para animales;
- como almidón industrial;
- como materia prima para la destilación de combustibles.

El conocimiento sobre el precio al cual se debe vender la yuca para competir en cada uno de los mercados no solamente indica a cuáles mercados de yuca es más probable ingresar, sino que da un estimativo del nivel de productividad que se debe alcanzar con la nueva tecnología de producción si la yuca va a competir en cada uno de estos mercados.

Estudio de un Caso en Colombia

Debido a que la política del CIAT da énfasis al aumento en la disponibilidad de productos alimenticios, se programó el presente estudio con un enfoque principal hacia el análisis de los mercados de yuca donde ésta se usa

directa o indirectamente como alimento. Para el caso se escogió la industria avícola en Colombia, considerando las tasas de crecimiento enormemente rápidas que presenta esta industria y la de alimentos concentrados relacionada con la misma; la yuca bien puede hallar un mercado importante en esta última industria como sustituto de uno o más granos alimenticios. Se considera que algunos resultados de este extenso modelo se podrían adaptar fácilmente en otros países de la región.

Para la industria de alimentos avícolas se construyó un modelo de programación lineal que suministrara una ración alimenticia de costo mínimo destinada a pollos para asar. Se asumieron dos niveles de producción mejorada de yuca, uno de los cuales era de 15 ton/ha, con una tecnología de bajo costo y adecuada para regiones con estreses moderados; el otro modelo era 24 ton/ha para las mismas regiones de producción, pero empleando niveles mayores de fertilizantes y medidas adecuadas para control de malezas. El Cuadro 8 muestra los porcentajes de reducción en los costos logrados al usar las raciones de costo mínimo y nutritivamente adecuadas, que se obtuvieron mediante sustituciones en la ración por yuca producida bajo tres niveles de tecnología.

El modelo asume que la yuca está disponible durante el tiempo del estudio a precios asociados con las tecnologías potenciales y que además se dispone de materiales alimenticios alternativos, a los precios corrientes.

Dado el alto precio del sorgo a nivel nacional (cerca del doble de los precios del mercado mundial), la yuca reemplazó completamente dicho grano en el cálculo de la ración de costo mínimo. El punto óptimo económico para

sustituir granos por yuca en el alimento de pollos para asar, se encontró en el 43% de la dieta, pero el nivel de la yuca se limitó a no más del 10 al 20%, ya que hace falta definir completamente el comportamiento de los pollos con ese nivel de yuca en su ración.

El impacto que la disminución en los precios de los alimentos concentrados tiene sobre el bienestar de los consumidores se puede investigar a través de un modelo de oferta y demanda en el sector avícola, como se calculó para este caso de estudio; los resultados se presentan en el Cuadro 8, en términos de los beneficios brutos obtenidos según los diferentes niveles de tecnología y los niveles de sustitución por yuca. La magnitud de estos beneficios en Colombia solamente, se puede comparar favorablemente con la suma total invertida en las investigaciones que se realizan en yuca.

Es además importante anotar que de acuerdo con los rendimientos promedios actuales en Colombia, los beneficios de la tecnología de bajo costo (de 15 ton/ha) alcanza casi el 75% de los obtenidos con la tecnología de

costo mayor (de 24 ton/ha), a pesar de que el aumento en rendimientos requerido para obtener 15 ton/ha es solamente 40% del implicado en lograr 24 ton/ha. Este patrón de beneficios tiende a sustentar la estrategia de investigación del Programa de Yuca del CIAT en la cual se da énfasis a la tecnología de insumos mínimos.

Los beneficios brutos indicados en este estudio se refieren solamente a los atribuibles al aumento en el consumo y a los precios más bajos de los pollos cuando la yuca sustituye otros ingredientes alimenticios; pero también resultarían otros beneficios sociales y políticos. Si por ejemplo, la yuca remplazara completamente el sorgo en las raciones para pollos, Colombia podría realizar un ahorro anual de divisas equivalente a \$US12.7 millones en promedio, considerando los precios de 1979 y el promedio de las importaciones de sorgo. Por otra parte, si se adoptara un nivel de sustitución del 20% y la tecnología de 15 ton/ha, se crearía un empleo adicional de 4.2 millones de días-hombre que serían necesarios para producir la yuca adicional requerida.

Cuadro 8. Disminución aproximada en el costo de los concentrados comerciales para aves y beneficios brutos obtenidos con la sustitución de sus componentes por yuca producida bajo tres niveles de tecnología, en un modelo industrial colombiano.

Sustitución de yuca en el concentrado (%)	Disminución en costos (%) a niveles de rendimiento de yuca de:			Beneficio bruto nal. (US\$1000) a niveles de rendimiento de yuca de:		
	12 ton/ha	15 ton/ha	24 ton/ha	12 ton/ha	15 ton/ha	24 ton/ha
10	0.4	1.3	1.9	208	658	973
20	0.7	2.6	3.8	353	1320	1941
43 ¹	1.06	5.5	8.2	808	2795	4151

¹ Punto óptimo económico para todos los niveles de tecnología.