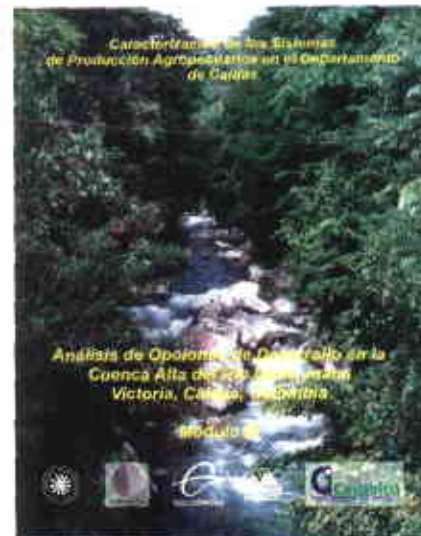
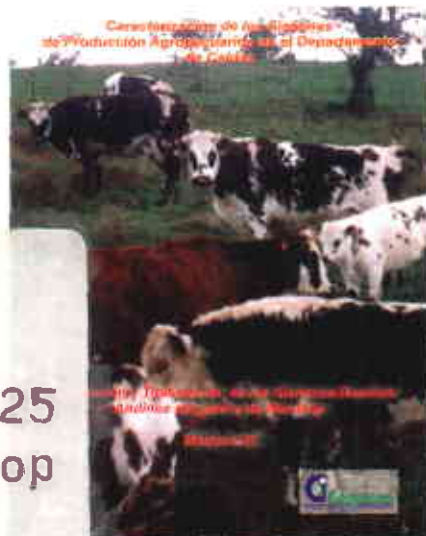
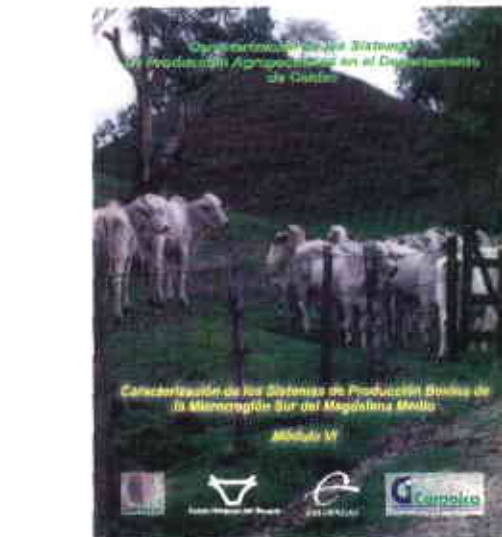
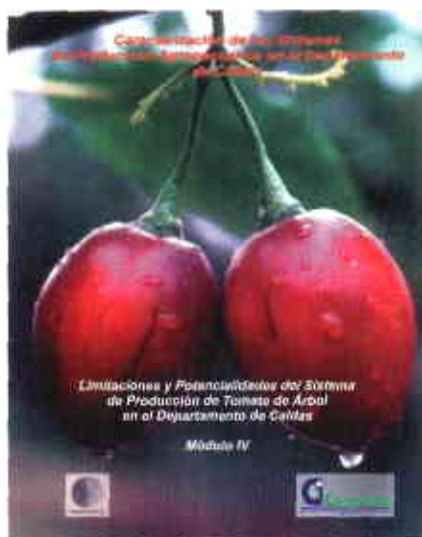


Caracterización de los Sistemas de Producción Agropecuarios en el Departamento de Caldas



1 9425
3 cop



PRONATTA

Manizales, Caldas año 2.000
ISBN 958-96720-5-1



Caracterización de los Sistemas de Producción Agropecuarios en el Departamento de Caldas

Análisis de Opciones de Desarrollo en la Cuenca Alta del Río Doña Juana Victoria, Caldas, Colombia

Módulo IX



ANÁLISIS DE OPCIONES DE DESARROLLO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO DOÑA JUANA - VICTORIA, CALDAS, COLOMBIA

- 1. Germán Ríos Gallego**
- 2. Gonzalo Abad Arango**
- 3. Bernardo Rivera Sánchez**
- 4. Rubén Darío Estrada Estrada**

-
1. I. A, MSc. Coinvestigador, CORPOICA Regional Nueve. Carrera 30 No. 65-15. Teléfonos (968) 860552. E-mail: grios@corpoica.org.co. Manizales, Caldas, Colombia.
 2. M.V.Z. Investigador Adjunto, CORPOICA. E-mail : aabad@corpoica.org.co. La Dorada, Caldas, Colombia.
 3. M.V., Dr. sc. agr. Profesor. Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas. Calle 65 No. 26-10. Manizales, Caldas, Colombia. Fax (9688)12975. E-mail : brivera@cumanday.ucaldas.edu.co. Manizales, Caldas, Colombia.
 4. I.A. MSc. Investigador. CIAT-CONDESAN. AA 6713, Cali, Colombia Fax : (2)4450273. E-mail : r.estrada@cgnet.com.

CONTENIDO

		pág.
0.	RESUMEN	1
1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	METODOLOGÍA	3
2.1	INFORMACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN Y EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS FINCAS.	4
2.2	DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DE CULTIVO SOBRE LA PÉRDIDA DEL SUELO.	4
2.3	DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS.	5
2.4	MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA ANALIZAR LOS INTERCAMBIOS ENTRE DIFERENTES CRITERIOS DE POLÍTICA.	5
3.	RESULTADOS	7
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS FINCAS	7
3.2	EFICIENCIA ECONÓMICA DE LOS ACTUALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.	9
3.3	PÉRDIDAS ESTIMADAS DE SUELO CAUSADAS POR EL USO ACTUAL DE LA TIERRA.	10
3.4	USO CONSUNTIVO DEL AGUA POR DIFERENTES CULTIVOS.	10
3.5	ANÁLISIS DE LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO ENTRE CRITERIOS DE POLÍTICA.	10
3.5.1	Impacto de mantener los sistemas actuales de producción	11
3.5.2	Mejoramiento factible en el uso del suelo a partir de la valoración del agua y los sedimentos.	13

Continuación Contenido.

		pág.
3.5.3	Cambios tecnológicos en los sistemas de producción factibles de implementar.	13
4.	CONCLUSIONES	15
	BIBLIOGRAFÍA	17

LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1.	Distribución zonal de la cuenca del río Doña Juana.	3
Tabla 2.	Características de los suelos de la cuenca alta del Río Doña Juana.	5
Tabla 3.	Información climática de la Estación Santa Helena (Aledaña a la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.	6
Tabla 4.	Distribución del tamaño de los predios	7
Tabla 5.	Uso del suelo, mano de obra y capital en una finca promedio de la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.	8
Tabla 6.	Parámetros productivos promedio de las fincas de la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.	8
Tabla 7.	Distribución de la población por sexo y edades	9
Tabla 8.	Resumen de la eficiencia económica (\$ x 1000) de las actividades agropecuarias de las fincas de la zona alta del río Doña Juana.	10
Tabla 9.	Pérdidas estimadas de suelo (TM/ha.año) en la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.	11
Tabla 10.	Radiación, evapotranspiración potencial y necesidades del agua de los cultivos.	12
Tabla 11.	Comparación entre el uso actual del suelo en la cuenca y el que propone el modelo de optimización.	13
Tabla 12.	Ejercicios de simulación del modelo introduciendo nuevas opciones tecnológicas para los sistemas de producción en la cuenca.	15

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Agr. Manuel Hernando Sánchez Téllez, la E.H. Clara Isabel Muñoz Valencia, Ph.D. Fernando Gómez Gómez, Ing. Agr. M.Sc. Luis Fabio Aranzazu Hernández, Ing. Agr. Jhon Jairo Botero González, por los valiosos aportes realizados durante la investigación. A Margarita Cubillos por el trabajo de mecanografía y digitalización de la información. Todos ellos empleados de la Regional Nueve de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "Corpoica". También al Ing. Agr. Carlos Alberto Noreña Echeverry, de la Corporación para el Desarrollo de Caldas y al Ingeniero Agrónomo Ph.D. Víctor Manuel Merchán Vargas, del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA", por el suministro de información para el estudio.

ANÁLISIS DE OPCIONES DE DESARROLLO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO DOÑA JUANA - VICTORIA, CALDAS, COLOMBIA

RESUMEN

Los pequeños productores agropecuarios, que en general ocupan los suelos más frágiles de las laderas de la región andina, mantienen la disyuntiva de obtener el máximo provecho inmediato de sus tierras, en un ambiente marcado por severas restricciones climáticas y económicas, o reducir el aprovechamiento del suelo preservando y haciendo un uso más racional de los recursos. La solución de dicha disyuntiva ha querido buscarse en la tecnología, olvidándose del papel que tienen las políticas. Con el apoyo financiero de COLCIENCIAS y el PRONATTA se ha venido gestando una iniciativa interinstitucional para apoyar a través del uso de modelos la asignación de prioridades de desarrollo en algunas cuencas de la región andina, incorporando en el análisis los criterios de equidad, competitividad y sostenibilidad y la interacción entre los mismos. La zona alta de la cuenca del río Doña Juana posee 4.050 ha. Las fincas están dedicadas principalmente a ganadería de doble propósito, café, cacao y cultivos de pancoger. En promedio, 20% de las fincas se encuentran en descanso. El uso de la mano de obra disponible alcanza solamente 59%. Utilizando la información secundaria disponible, se desarrolló un modelo de optimización que simula distintos escenarios de producción y de conservación de recursos naturales. Los resultados del modelo indican que los sistemas de producción se encuentran ajustados a la dotación de los recursos agroecológicos y socioeconómicos. En la cuenca, se puede identificar la baja productividad de la mano de obra como el elemento más preocupante para el desarrollo de sistemas sostenibles. Todos los escenarios probables con el uso actual del suelo apuntan más a situaciones de desempleo y pobreza que de conflicto por el deterioro de recursos naturales. La opción más atractiva económicamente y ambientalmente pareciera ser la "ganaderización" de la cuenca. Sin embargo, esta actividad tiene muy baja capacidad de generación de empleo lo cual contribuye a incrementar los conflictos socioeconómicos. El modelo, utilizado como herramienta de evaluación ex-ante, hace más eficiente los procesos de investigación y de transferencia de tecnología. La alternativa del cultivo del maíz en callejones de leguminosas arbóreas, en cuyo desarrollo se invirtieron dos años de investigaciones, tiene escasa viabilidad porque requiere un incremento en productividad difícil de alcanzar. La alternativa del caucho, promocionada actualmente como la panacea para la cuenca, puede contribuir a agravar la situación de desempleo. En cambio, el cultivo del cacao, que escasa atención institucional ha recibido, aparece como una opción competitiva, equitativa y sostenible si se logra incrementar en 30% su producción. La investigación señala las bondades que tienen este tipo de modelos para simular escenarios que no son factibles de llevar a la práctica y para entender los términos de intercambio entre los criterios para la conservación, la generación de empleo y la productividad de los campesinos.

Palabras claves : modelos de optimización, criterios de política, análisis de cuencas, laderas.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de manejo de una cuenca se entiende como la actividad ordenada y planificada que realiza el hombre, en un sistema biofísico como la cuenca, para aprovechar los recursos naturales existentes, buscando una producción óptima y sostenible para el bienestar social y económico. Es claro, sin embargo, que se presenta un conflicto de intereses sobre la forma de distribuir los beneficios del bienestar entre quienes habitan en la cuenca y quienes utilizan los servicios ambientales que ella presta. La necesidad que tienen los productores agropecuarios que ocupan las cuencas de la región andina de producir de manera competitiva, los ha llevado a desarrollar sistemas agropecuarios de bajos insumos y en tierras marginales de bajo costo. Pero, a su vez, la intervención de ecosistemas claves para la regulación del agua está amenazando seriamente la disponibilidad de agua dulce que posee el país, 59 lt/seg/km², lo cual constituye motivo de preocupación de la sociedad colombiana.

El tema de la sostenibilidad del desarrollo le da una nueva visión a la responsabilidad que tienen investigadores y formuladores de política, en el sentido que deben buscar soluciones para los distintos subsectores de la sociedad con criterios de equidad intergeneracional. Por eso, el concepto de sostenibilidad está condicionado por dos premisas fundamentales:

- Que el desarrollo no puede subsistir en un ambiente de deterioro de la base de los recursos.
- Que no se puede proteger el medio ambiente cuando los planes de crecimiento hacen caso omiso de los costos de la destrucción medio ambiental.

Los pequeños productores agropecuarios, que en general ocupan los suelos más frágiles de las laderas de la región andina, mantienen la disyuntiva de obtener el máximo provecho inmediato de sus tierras, en un ambiente marcado por severas restricciones climáticas, de fertilidad y topografía del suelo, de escasez de recursos económicos, de violencia, o reducir el aprovechamiento del suelo preservando y haciendo un uso más racional de los recursos. La solución de dicha disyuntiva exige medidas que van en contra de los intereses de los grupos dominantes; por eso, resulta más fácil desviar el interés hacia el aspecto tecnológico. Para el investigador agropecuario, la construcción de una sociedad sostenible exige no sólo un conocimiento dominado de los beneficios que ofrece la tecnología, sino también de la forma como ellos se distribuyen, adquiriendo sentido la integración entre quienes generan conocimiento y quienes formulan las políticas. El enfoque de sistemas ha resultado adecuado para ayudar a una mejor comprensión de situaciones complejas y para plantear alternativas donde la distribución de beneficios se hace conflictiva. Desde el punto de vista metodológico, los modelos de optimización han demostrado eficacia para representar situaciones en las cuales los recursos escasos deben ser asignados en la forma más eficiente posible a actividades de producción y/o conservación que son competitivas o excluyente dentro de un mismo sistema.

CORPOICA, con el apoyo técnico del Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y del Departamento de Sistemas de Producción de la Universidad de Caldas, y del apoyo financiero de COLCIENCIAS y el PRONATTA, ha venido elaborando propuestas para mejorar la asignación de prioridades de desarrollo en algunas cuencas de la región andina, incorporando en el análisis los criterios de equidad,

competitividad y sostenibilidad y la interacción entre los mismos. Lo anterior, con el objeto de generar información técnica que apoye el proceso de toma de decisiones de investigadores, extensionistas, productores y políticos. Se busca, igualmente, fortalecer la capacidad de los investigadores locales para comprender la utilidad y aplicación de los modelos matemáticos para el análisis de problemáticas complejas, cuando se incorporan los criterios de política, que generalmente compiten a la hora de la asignación de prioridades de investigación y desarrollo.

La cuenca del río Doña Juana se encuentra localizada al oriente del Departamento de Caldas, a los 5° 19' N y los 74° 55' W. El río Doña Juana nace en la cuchilla de La Mica, en la vereda de San Lorenzo del Municipio de Victoria, a 1.250 m.s.n.m. y desemboca en el río Magdalena a 4 km de La Dorada, a 170 m.s.n.m, luego de un recorrido de 44 km. La cuenca posee una extensión de 171.8 km², y agroecológicamente se pueden distinguir 3 zonas: alta, media y baja (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución zonal de la cuenca del río Doña Juana

Zona	Altitud (msnm)	Superficie (ha)	%
Alta	1.250 - 750	4.050	24
Media	750 - 450	7.350	43
Baja	450 - 178	5.780	33

Fuente : Abad (1996).

Esta cuenca es representativa de la problemática de los recursos naturales agua, suelo, biodiversidad, que se viene dando en el Magdalena Medio Colombiano de los años 50 en adelante donde el proceso de "ganaderización" se ha ido extendiendo en forma continua : los colonos talan el bosque, establecen la pradera y luego son desplazados por los terratenientes hacia la parte más alta de la cuenca. El proceso anterior se ve incrementado por la coyuntura de bajos precios de los productos agropecuarios, como el café y el cacao, por las deficientes condiciones de la infraestructura vial que encarece los costos de transporte y por la presencia de problemas fitosanitarios como la Broca del café *Hypothenemus hampei*, la sigatoka negra del plátano *Mycosphaerella fijiensis*, la sigatoka amarilla del plátano *Mycosphaerella musicola*, la moniliasis del cacao *Moniliophthora roreri* y la escoba de bruja en cacao *Crinipellis perniciosa*.

Se trata de un ecosistema frágil donde la parte alta por ser ondulada presenta gran atractivo para las explotaciones agropecuarias por parte de los productores de economía campesina, que están arrasando los pocos bosques primarios que aún quedan en la región.

La zona urbana del municipio de Victoria, donde habitan 980 familias, se abastece de esta cuenca. También existen posibilidades para el suministro de agua potable para la zona urbana del municipio de La Dorada, donde existen dificultades de abastecimiento y altos costos del tratamiento de las aguas del río Magdalena, gracias a su relativa cercanía en la desembocadura. Otro uso potencial del agua de la cuenca estaría relacionado con la instalación de distritos de riego de ladera en las veredas de la Pradera, Marzala y Corinto ubicadas en el municipio de Victoria, en la parte alta de la cuenca y un distrito de riego en el área plana, municipio de La Dorada, parte baja de la cuenca para el riego de 4.000 hectáreas.

El agua, como componente esencial del clima, desempeña funciones claves para la producción agropecuaria, pero también tiene efecto sobre los procesos de formación y arrastre de los suelos. La disponibilidad de agua no depende solamente del clima (precipitación y humedad), sino que está condicionada por la capacidad de retención de los suelos, por la topografía y por el uso consuntivo que hace la cobertura vegetal.

Utilizando la información secundaria disponible, se desarrolló un modelo de optimización que maximiza el ingreso neto de los productores localizados en la zona alta de la cuenca del Río Doña Juana, a partir de distintos escenarios de producción y de conservación de recursos naturales, buscando resolver las siguientes inquietudes:

- Cuál es el uso actual y el impacto de mantener los sistemas actuales de producción ?
- Qué mejoramiento es factible en el uso del suelo, con los sistemas de producción existentes, valorando el agua y los sedimentos de la cuenca ?
- Qué cambios tecnológicos en los sistemas de producción son factibles de implementar ?

2. METODOLOGÍA

2.1 INFORMACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN Y EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS FINCAS.

Para la construcción del modelo se utilizó la información de fuentes secundarias, en especial la caracterización socioeconómica y de sistemas de producción realizada por CORPOICA en el CRECED Magdalena Medio Caldense (Abad, 1996; Loaiza, 1996; Muñoz e Ibarra, 1997), la información sobre costos de producción agropecuarios, suministrada por la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) del municipio de Victoria, Caldas, la información sobre cobertura y uso actual del suelo (Quiroga, 1994), y el estudio geológico, ambiental e hidrológicos de la cuenca (Giraido y otros, 1993; Guzmán, 1993).

Los distintos estudios aportaron información sobre tamaño de los predios, área de cultivos, uso de mano de obra, uso de insumos, productividad y técnicas de producción.

2.2 DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LAS PRÁCTICAS DE CULTIVO SOBRE LA PÉRDIDA DEL SUELO.

Existen en la parte alta de la Cuenca del Río Doña Juana dos unidades cartográficas de suelos (IGAC, 1988) : Consociación Florencia (FRde1) y asociación Río Moro - Río La Miel (RRf1). La primera, presenta suelos francos, con pendientes del 12 al 50%, estructura en bloques subangulares gruesa y muy gruesa, drenaje externo rápido, interno medio y natural bien drenado. La segunda, posee suelos francos, pendientes del 50-75%, estructura en bloques subangulares fina y media, bien drenados y pobres en materia orgánica (Tabla 2).

Con la información de suelos y de clima, utilizando un valor de 3.898 mm de precipitación por año, se determinaron las pérdidas de suelo que se presentan en los diferentes cultivos de la cuenca, utilizando una de las subrutinas del modelo EPIC (Environmental Policy Integrated Climate), la cual se fundamenta en un modelo calibrado de USLE que determina

la pérdida del suelo (TM/ha/año) en función de la erosividad, erodabilidad, pendiente, cobertura y prácticas de conservación (Wischmeier and Smith, 1978).

Tabla 2. Características de los suelos de la cuenca alta del Río Doña Juana

Característica	Consociación Florencia	Asociación Río Moro
Limo (%)	39	39
Arena (%)	44	44
MO (%)	4	3
Estructura	3	3
Permeabilidad	3	3
Pendiente (%)	31	62

Fuente : IGAC (1988).

2.3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

El consumo de agua de los diferentes cultivos existentes en la cuenca se calculó utilizando el modelo CROPWAT de la FAO (Smith, 1993), a partir de la información sobre precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación, obtenidas de la Estación Santa Helena (Cenicafé, 1996), aledaña a la zona de estudio, localizada a los 5° 19' N y 75° 0' W, a 1.450 m.s.n.m. La información sobre los diferentes parámetros climatológicos disponibles en una serie de tiempo comprendida entre los años 1992 a 1996, se presenta en la tabla 3.

2.4 MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA ANALIZAR LOS INTERCAMBIOS ENTRE DIFERENTES CRITERIOS DE POLÍTICA.

La información generada por los distintos modelos mencionados se integró en un modelo de programación lineal que optimiza, como función objetivo, el ingreso neto (ventas menos costos variables en efectivo) de los productores de la cuenca.

Además de incorporar el ingreso neto (criterio de competitividad) dentro de la función objetivo, se incorporó al modelo como criterio de sostenibilidad, el escenario bajo el cual se suceden cambios sustanciales en el uso actual del suelo para propiciar una menor pérdida de suelo y un mayor aporte de agua al cauce. Se analizaron también las implicaciones del cambio en el uso del suelo sobre la generación de empleo, como criterio de equidad.

Para la construcción del modelo matemático se plantearon distintas hipótesis. Una primera hipótesis guarda relación con la competencia por agua entre las actividades productivas agropecuarias en la cuenca y las necesidades del acueducto de Victoria y el uso potencial del agua para el acueducto de La Dorada. Una segunda hipótesis plantea las competencias entre el uso actual del suelo y los costos de remoción de los sedimentos que afectan los acueductos en mención.

Tabla 3. Información climática de la Estación Santa Helena (Aledaña a la zona alta de la cuenca del río Doña Juana).

Mes	Temperatura media °C	Humedad relativa %	Velocidad del viento m/seg	Radiación (h/día)	Precipitación mm
1	19,3	89,9	1,8	3,9	362
2	19,8	87,8	1,8	2,8	397
3	19,8	87,9	1,8	2,5	372
4	20,5	86,2	1,8	2,7	365
5	20,0	87,6	1,8	2,5	447
6	20,2	84,8	2,4	2,7	126
7	20,4	78,3	2,4	4,3	150
8	21,0	76,3	2,4	4,8	228
9	20,7	80,5	1,8	5,3	276
10	19,3	88,5	1,8	2,8	255
11	19,4	88,9	1,8	2,4	437
12	19,5	87,2	1,8	2,7	483
Promedio	20,0	85,3	1,95	3,28	325
Total					3.898

Fuente : Cenicafé (1992-1996).

El objetivo del ejercicio de optimización fue dimensionar el impacto de mantener el uso actual del suelo, encontrar el punto en el cual a través de valorar la producción de agua y de sedimentos, resultaría factible propiciar un cambio sustancial en el uso del suelo con los sistemas de producción existentes, y determinar la factibilidad de plantear nuevas alternativas tecnológicas, como el cultivo del maíz en callejones de leguminosas arbóreas y la sustitución de los cultivos y los pastos por caucho.

La información sobre tamaño del área, uso de la mano de obra y disponibilidad de capital determinada en la caracterización fue utilizada como restricciones para el modelo. La restricción por mano de obra fue determinada por la disponibilidad actual, pero el modelo tuvo la opción de utilizar o vender los jornales familiares. La restricción del capital fue determinada por el uso actual, pero el modelo permitió decisiones de inversión del productor, en cuyo caso afectó negativamente la función objetivo por el costo que tiene el capital (10% de intereses en términos reales).

El análisis de sensibilidad del modelo se realizó explorando distintos escenarios, mediante la asignación de valores por la mayor disponibilidad de agua para los acueductos o por la reducción de sedimentos. Se evaluaron nuevas alternativas tecnológicas basadas en sistemas de producción no existentes en la cuenca: cultivo del maíz en callejones de leguminosas arbóreas y cultivo del caucho, sobre las cuales hay consenso entre investigadores y extensionistas sobre su potencial para la región. La información utilizada para el análisis de factibilidad de siembra de maíz en callejones fue la generada por Sánchez (1998), con datos de ensayos y parcelas demostrativas instaladas por las diferentes entidades que trabajan en el desarrollo tecnológico agropecuario de la cuenca y de otras localidades de características agroecológicas y socioeconómicas similares. Para el

caso del caucho se utilizó la información generada por el Comité Agroindustrial de Caldas (1997). Se realizó también un análisis de sensibilidad del modelo al aumento en la productividad del cacao.

3. RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS FINCAS

La zona alta de la cuenca del río Doña Juana posee 4.050 ha, y una población de 878 personas distribuidas en 9 veredas: Corinto, Marzala, Bellavista, El Rayo, Fierritos, Alto Bonito, Santa Isabel, Cañaveral y Mesones. Existen 169 predios, con un tamaño promedio de 24,9 ha, pero distribuidos de manera muy inequitativa: sólo 11 propietarios (6,5%) poseen más de 55% de la tierra (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución del tamaño de los predios

Tamaño de los predios (ha)	Predios		Superficie	
	No.	%	ha	%
0 - 5	59	35	138	4
5.1 - 15	66	39	651	17
15.1 - 50	33	20	920	24
+ 50.1	11	6	2.108	55

Fuente : Muñoz e Ibarra (1997).

Las fincas están dedicadas principalmente a ganadería de doble propósito, café, cacao y cultivos de pancoger: plátano, yuca. En promedio, 20% de las fincas se encuentran en descanso o en bosque protector. El sistema tradicional de uso del suelo consiste en cultivar maíz y yuca, después de la tumba y quema de los rastrojos, para sembrar pastos inmediatamente después de la cosecha (Tabla 5).

Los pastos representan más del 68% del área de las fincas. En orden de importancia, las gramíneas son: puntero (*Hyparrhenia rufa*), braquiaria (*Brachiaria decumbens*), india (*Panicum maximum*), argentina (*Cynodon dactylon*) y un pasto nativo llamado comina (*Paspalum sp.*). Dentro de las leguminosas sobresale el amorseco (*Desmodim spp.*). La carga animal que en promedio soportan estas pasturas es de 1,0 UGG (1 UGG = 400 kg), siendo el inventario total de la zona alta de la cuenca de 1.936 animales. El sistema predominante en la mayoría de las fincas es el doble propósito, pero las fincas mayores a 100 ha están dedicadas a la ceba. En ambos casos, los animales se explotan de manera extensiva, en pastoreo con suplementación de sólo sal mineral. El tipo racial de los animales ha sido tradicionalmente cebuino, pero se observa una clara tendencia a la introducción de genes *Bos taurus*, principalmente pardo suizo, holstein y normado. Los esquemas sanitarios tienen una cobertura aceptable en lo que a prevención de fiebre aftosa y brucelosis se refiere.

Tabla 5. Uso del suelo, mano de obra y capital en una finca promedio de la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.

Cultivo	Tierra (ha)	Mano de obra (jornales)	Capital (\$ x 1000)
Pastos	17,3	234	213
Café	0,7	84	122
Cacao	1,0	92	0
Plátano	0,6	59	122
Yuca	0,3	18	60
Maíz	0,1	4	1
Descanso	4,9	54	0
TOTAL	24,9	545	518

La tasa de natalidad ponderada es de 70%, el peso de los terneros a los 12 meses es de 176 kg y la producción media de leche es de 3,5 l/día durante 8 meses de lactancia. Se considera que 60% de las vacas se encuentran en ordeño. Los problemas nutricionales son los de mayor impacto en la productividad, principalmente en la época seca, en combinación con problemas parasitarios y de malezas que acumulan nitratos y ácido cianhídrico, las cuales son consumidas por los animales en las épocas de verano. La mortalidad es de 2% en adultos y 4% en animales jóvenes. En promedio, la producción anual de carne de las fincas es de 123 kg/UGG y de leche de 353 l/UGG, representando la producción animal 56% de los ingresos de las fincas (Tabla 6). Esto explica porqué las mayores expectativas de los productores guardan relación con el mejoramiento de pastos y potreros.

Tabla 6. Parámetros productivos promedio de las fincas de la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.

Producto	Unidad	Cantidad	Precio neto unitario	Total de ventas (\$ x 1000)	%
Carne	kg/UGG	123	1.250	1.832	28,6
Leche	l/UGG	353	412	1.730	27,0
Café	kg/ha	800	1.587	917	14,3
Cacao	kg/ha	400	1.255	515	8,1
Plátano	kg/ha	5.000	210	627	9,8
Yuca	kg/ha	5.000	230	344	5,4
Maíz	kg/ha	1.000	180	18	0,3
Descanso	m3/ha	3	27.000	417	6,5

Dentro de los cultivos, el café es el que mayores ingresos le representa a la finca (14,3% en promedio), siendo más importante a medida que los predios son de menor tamaño y se localizan en las partes más altas de la cuenca. Así mismo, es el segundo rubro más

intensivo en mano de obra, después del cacao. Los cultivos anuales, de pancoger, en gran medida se producen para las necesidades de la finca y algunos excedentes son comercializables, contribuyendo con 15,5% de los ingresos de la finca.

La producción de las áreas en descanso fue estimada en 3 m³/ha, a partir del consumo de leña y de estacones, principalmente, asignándole un valor de \$27.000/m³, como costo de oportunidad estimado.

A juicio de los productores, los mayores problemas que afectan su bienestar son los altos costos del transporte y la falta de una infraestructura de comercialización que le de mayor estabilidad a los precios de los productos (Muñoz e Ibarra, 1997).

El 62% de las fincas están explotadas por sus propietarios. El 38% restante, que son fincas de mayor tamaño están administradas por mayordomos que toman las decisiones de producción. Sus propietarios poseen otras fuentes de ingresos, probablemente más importantes que los derivados de la actividad agropecuaria.

Quienes habitan la cuenca 52% son mujeres y 48% hombres. La disponibilidad de jornales en la finca, considerando las 624 personas que representan el total de la población económicamente activa (mayores de 15 años) y un total de 250 jornales por persona - año, es de 923 jornales por finca, lo que significa que si las fincas utilizan 545 jornales en las actividades agropecuarias, el porcentaje de ocupación de la mano de obra es de 59%.

Tabla 7. Distribución de la población por sexo y edades

Grupos etáreos	Hombres	Mujeres	Total	
			No.	%
0 - 14	131	123	254	29
15 - 35	117	144	261	30
36 - 49	104	122	226	26
+ 50	65	72	137	15

Fuente: Loaiza (1996).

La mano de obra se utiliza principalmente en actividades de limpieza de potreros y manejo de los animales (ordeño), y cosecha de los cultivos (café, cacao y pancoger). En su gran mayoría es familiar, siendo muy escasa la mano de obra que se contrata; las fincas pequeñas, de mayor vocación cafetera, tienen suficiente mano de obra para esta actividad. En las actividades de recolección del grano participan hombres, mujeres y niños, sin discriminación en el pago dado que éste se hace en función de la cantidad recolectada y el precio que se paga está condicionado por el precio del café seco y la facilidad de cosecha. Para las labores de ordeño, se prefiere la mano de obra femenina.

3.2 EFICIENCIA ECONÓMICA DE LOS ACTUALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Si bien los niveles de producción se pueden considerar bajos para los estándares de otras zonas agropecuarias, debido a restricciones de topografía, clima e infraestructura, la rentabilidad de las actividades agropecuarias es suficientemente atractiva gracias al bajo uso de insumos externos (Tabla 8).

Tabla 8. Resumen de la eficiencia económica (\$ x 1000) de las actividades agropecuarias de las fincas de la zona alta del río Doña Juana

Cultivo	Insumos	Jornales*	Ingresos Brutos	Ingresos netos	Rentabilidad %
Pastos	213	1.658	3.562	1.691	90
Café	121	599	916	195	27
Cacao	0	655	515	-140	-21
Plátano	122	422	627	83	15
Yuca	60	129	344	154	81
Maíz	1.195	27	18	-11	-37
Descanso	0	384	417	33	9

* Considerando un costo de oportunidad de \$7.100/jornal.

En resumen, sin considerar el valor de las inversiones en tierra, infraestructura y ganado, los ingresos netos de la finca por año ascienden a \$5.779.200, es decir, 2,8 salarios mínimos. Esta cifra significa que la finca constituye una estrategia de empleo familiar que aporta ingresos suficientes para el mantenimiento de la familia, generando inclusive algunos excedentes para capitalización en ganado.

3.3 PÉRDIDAS ESTIMADAS DE SUELO CAUSADAS POR EL USO ACTUAL DE LA TIERRA.

Para el total de la zona alta de la cuenca, las pérdidas de suelo generadas por los cultivos, han sido estimadas en 11.725 TM/año (Tabla 9) y las ocasionadas por el ganado en 1.507 TM/año. Lo anterior da un total de pérdida de suelo de la cuenca de 13.233 TM/año, es decir, 3,2 TM/ha/año. La magnitud estimada de las pérdidas anuales de suelo se puede considerar como de grado medio (Cenicafé, 1993), siendo más importantes en los cultivos de pancoger, que implican los procedimientos de tumba y quema, alcanzando hasta 11,0 TM/ha/año en el cultivo del plátano, por ejemplo, y menores en las áreas en descanso (1,2 TM/ha/año).

3.4 USO CONSUNTIVO DEL AGUA POR LOS DIFERENTES CULTIVOS

Considerando una precipitación efectiva de 80%, el modelo CROPWAT determinó la evapotranspiración potencial y las necesidades de agua de acuerdo con las distintas etapas vegetativas de los cultivos (Tabla 10). La proporción del consumo de agua de los cultivos, en comparación con la cantidad del agua lluvia, es baja, fundamentalmente por las condiciones de alta nubosidad de la zona (Cayón y otros, 1998).

3.5 ANÁLISIS DE LOS TÉRMINOS DE INTERCAMBIO ENTRE CRITERIOS DE POLÍTICA.

Las restricciones utilizadas en el modelo de programación lineal fueron: área máxima utilizable de 4.050 hectáreas, disponibilidad de jornales familiares 150.127/año, capital \$ 84,322 millones. Se consideró un máximo de 30.000 jornales factible de ser contratados

por fuera de la cuenca. Para la validación del modelo se restringieron las opciones a las actividades actuales de la finca y se verificó la solidez de los parámetros obtenidos.

Tabla 9. Pérdidas estimadas de suelo (TM/ha.año) en la zona alta de la cuenca del río Doña Juana.

Cultivo	Pérdidas de suelo (TM/ha.año)	Area (ha)	Pérdida Total (TM/año)
Pasto	2,7	2.762	7.457
Café	6,9	117	807
Cacao	5,5	167	918
Plátano	11,0	100	1.100
Yuca	6,4	50	320
Maíz	7,4	16	118
Descanso	1,2	838	1.005
Maíz en callejones	3,9	0	0
Caucho	5,5	0	0
Total		4.050	11.725

3.5.1 Impacto de mantener los sistemas actuales de producción

Los resultados del modelo de programación lineal indican que el uso del suelo se encuentra ajustado a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de la región. El incremento en la función objetivo entre la situación real y óptima es de solo 5% (Tabla 11). El modelo óptimo incrementa las áreas en pastos y yuca en mayor proporción que la situación real. No obstante, la tendencia actual si está reflejada en el modelo óptimo, en la medida que grandes áreas de café, cacao y plátano están siendo convertidas en potreros. Se puede afirmar que el modelo está confirmando la racionalidad económica del campesino al proponer como principal cambio, al optimizar el uso actual, la sustitución de café, cacao y plátano por pastos. Salvo la ganadería extensiva, no parecen existir opciones atractivas que se ajusten a la dotación de recursos en la cuenca.

Actualmente, el uso de jornales es de 80.195, 59% de la mano de obra disponible en la cuenca. El modelo óptimo reduce a 60.489 jornales el uso de mano de obra, lo cual significa que son escasas las opciones de uso del suelo con alta productividad de mano de obra. El cacao, actividad que genera el mayor uso de jornales por unidad de superficie, atraviesa desde hace varios años una coyuntura de bajos precios, aunada a una baja producción por ha debido en parte a problemas fitosanitarios. El café, cultivo que también hace un uso intensivo de mano de obra, tienen restricciones de tipo agroclimático. La zona alta de la cuenca del río Doña Juana se ubica entre 750 y 1250 msnm, lo que la hace marginal para el cultivo del café por la proliferación de la broca. El problema del desempleo en la cuenca constituye una de las mayores restricciones de tipo socioeconómico que enfrenta la región, por ser un caldo de cultivo para los problemas de violencia y de migración campesina hacia áreas productivas de cultivos ilícitos.

Tabla 10. Radiación, evapotranspiración potencial y necesidades del agua de los cultivos.

Mes	Radiación MJ/M ² /día	Eto mm/día	Pasto	Café	Cacao	Plátano	Yuca	Maíz	Descanso	Maíz en callejones	Caucho
1	8,85	2,62	79,8	65,3	61,7	71,2	58,1		65,3	29,1	61,7
2	8,59	2,56	84,4	69,0	65,3	66,5	61,4		69,0	30,7	65,3
3	8,77	2,58	87,8	71,8	67,8	43,9	74,4	16,0	71,8	32,0	67,8
4	8,90	2,62	87,9	73,3	68,0	46,3	63,9	37,8	72,0	41,2	68,0
5	8,39	2,46	85,7	74,0	66,3	49,4	62,3	71,0	70,0	58,5	66,3
6	8,22	2,72	91,3	81,6	70,6	57,3	66,4	91,3	74,7	81,7	70,6
7	8,37	3,19	97,2	88,3	75,1	65,9	70,6	97,2	79,5	97,2	75,1
8	10,16	3,40	99,8	90,6	77,0	72,8	72,5	99,8	81,5	99,8	77,0
9	10,88	3,33	92,9	84,4	71,8	72,5	67,6	47,4	76,0	92,9	71,8
10	8,70	2,51	81,9	74,9	64,7	69,8	60,9		68,5	80,1	64,7
11	7,96	2,23	71,7	66,4	59,4	68,0	56,0		62,9	66,4	59,4
12	7,83	2,25	66,9	63,0	58,4	68,7	55,1		61,8	41,5	58,4
Total		1	1,027	903,0	806,0	752,0	769,0	460,0	853,0	351,11	806,0

Tabla 11. Comparación entre el uso actual del suelo en la cuenca y el que propone el modelo de optimización

Actividad	Uso actual	Modelo óptimo
Café (ha)	117	0
Pasto (ha)	2.762	3.728
Cacao (ha)	167	0
Yuca (ha)	49	120
Plátano (ha)	97	0
Maíz (ha)	16	0
Maíz en callejones (ha)	0	0
Caucho (ha)	0	0
Descanso (ha)	838	202
Función objetivo (\$x1000 x finca)	5.864	6.172
Uso de mano de obra (No. jornales)	80.195	60.489
Aporte de agua (Millones m ³)	153,7	153,5
Sedimentos (TM/año)	13.233	14.057

La producción de agua permanece prácticamente constante entre la situación actual y aquella que resulta óptima para el modelo. De la misma manera, la producción de sedimentos tiene un incremento insignificante (de 3,2 a 3,4 TM/ha/año).

3.5.2 Mejoramamiento factible en el uso del suelo a partir de la valoración del agua y los sedimentos.

La sensibilidad del modelo a la asignación de valores al agua que se produce de manera marginal entre \$ 5 y \$ 40/m³, y de asignación de valores por no sedimentar de hasta \$39.000/TM, no mostró cambio alguno en el uso actual del suelo.

Solamente cuando se tiene la disponibilidad a pagar \$40.000/TM de sedimentos que se dejen de producir, un costo demasiado alto a pagar por el consumidor final como retribución al proceso de limpieza del agua, el modelo sugiere, como solución óptima, la reducción del área en pasto y sustitución por rastrojos. Esta solución, sin embargo, generaría aun mayores conflictos con la dimensión social del sistema de producción de la cuenca en la medida que tiene un impacto negativo sobre la generación de empleo (figura 1).

3.5.3 Cambios tecnológicos en los sistemas de producción factibles de implementar.

El ejercicio de simulación introduciendo el cultivo de maíz en callejones de leguminosas arbóreas, indica que con los rendimientos obtenidos de manera experimental (1.400 kg/ha), no es factible generar cambios en los sistemas de producción de la cuenca (Tabla 12). El modelo resulta sensible a incrementos en productividad superiores al 114%, o sea 3.000

kg/ha de maíz, meta que es prácticamente utópica para los programas de investigación en la región, dadas las características agroclimáticas y socioeconómicas de la misma.

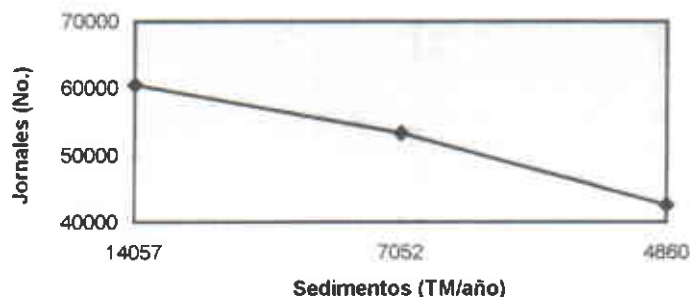


Figura 1. Intercambio entre la reducción de los niveles de sedimentación en la cuenca y la reducción en el número de jornales por año.

El ejercicio de simulación incorporando el cultivo del caucho, indica que es una opción competitiva toda vez que incrementa la función objetivo en un 56% y a él dedica todos los recursos de mano de obra y capital de la cuenca. Sin embargo, al ser un cultivo que genera 0,21 empleos permanentes por ha/año (Comité Agroindustrial de Caldas, 1997), la situación óptima desde el punto de vista económico, tendría grandes restricciones de tipo social ya que solamente se emplearían 46.159 jornales (31% de los disponibles en la cuenca) y se generaría un excedente de 103.967 jornales, con el consiguiente agravamiento del problema de desempleo.

Desde el punto de vista agroecológico, el cacao tiene mayores opciones de desarrollo que el café, siendo que ambos utilizan de manera intensiva mano de obra. Como aporte a la equidad, entendida como generación de opciones de empleo en la cuenca, el cacao pareciera tener el mayor potencial. Con un aumento en la productividad del 30% (de 400 kg/ha/año a 520 kg/ha/año), se obtiene un efecto notorio en el uso del suelo de la cuenca y, lo más importante, en la generación de empleo: el modelo disminuye el área en pastos y dedica 1.158 ha a cacao, que dan empleo permanente a toda la mano de obra de la cuenca, sin efectos significativos en la producción de agua y mínimos en el incremento de la producción de sedimentos, al pasar de 3,2 a 4,1 TM/ha (Tabla 12).

Tanto por su aporte a la generación de empleo bien remunerado en la cuenca, como por permitir el mayor ingreso neto de los productores (la función objetivo se maximiza a \$10.490.000, es decir, 5 salarios mínimos, indicador de competitividad, y un menor uso consuntivo del agua y un relativo bajo aporte de sedimentos al lecho del río, indicadores de sostenibilidad agroecológica, la mejor opción tecnológica para incidir en los actuales sistemas de producción es a través del cultivo de caucho y cacao, pero asegurando una mayor productividad en este último (al menos 520 kg/ha/año).

Tabla 12. Ejercicios de simulación del modelo introduciendo nuevas opciones tecnológicas para los sistemas de producción en la cuenca

Actividad	Maíz en callejones (1400 kg/ha)	Maíz en callejones (3000 kg/ha)	Caucho	Cacao (520 kg/ha)	Cacao (520 kg/ha) y caucho
Café (ha)	0	0	0	0	0
Pasto (ha)	3.728	2.738	0	2.468	0
Cacao (ha)	0	0	0	1.158	1.308
Yuca (ha)	120	0	0	222	0
Plátano (ha)	0	0	0	0	0
Maíz (ha)	0	0	0	0	0
Maíz callejones (ha)	0	1.110	0	0	0
Caucho (ha)	0	0	1.038	0	1.038
Descanso (ha)	202	202	3.012	202	1.704
Función objetivo (\$x1000 x finca)	6.172	6.647	9.173	9.061	10.490
Mano de obra (No. jornales)	60.489	66.244	46.159	150.127	150.127
Aporte de agua (Millones m ³)	153,5	153,8	154,3	153,8	154,3
Sedimentos (TM/año)	14.057	14.154	9.325	16.670	14.948

4. CONCLUSIONES

A pesar de la gran cantidad de información secundaria existente sobre la cuenca del río Doña Juana, hasta el punto de que podría afirmarse que se encuentra sobrediagnosticada, vale la pena aclarar que fue difícil encontrar la información con la calidad y confiabilidad requerida por el modelo.

Los resultados de los ejercicios de optimización, a través de modelos de programación lineal, son bastante coincidentes en el sentido que los sistemas de producción de economía campesina se encuentran bastante ajustados a la dotación de los recursos suelo, capital y mano de obra que poseen. En relación con los sistemas actuales, la función objetivo del modelo de optimización no se incrementa en 10%.

Los resultados indican la baja productividad de la mano de obra en el sistema, aspecto que estimula el desempleo y conduce a agravar la situación de violencia en la región. Todos los escenarios probables con el uso actual del suelo apuntan a situaciones de pobreza, no de deterioro de recursos naturales. Las pérdidas estimadas de suelo alcanzan en promedio 3,2 TM/ha/año, cifra que se considera en un grado medio y no alto como se esperaba, gracias a que la mayoría de los sistemas de cultivo no requieren disturbar el suelo, a que las áreas

que se tumban y queman para maíz son demasiado pequeñas, a que los índices de cobertura de los cultivos más importantes son altos, y a que las lluvias tienen una muy adecuada distribución. En relación con el agua, no se identificaron escenarios potenciales de valoración del recurso por parte de la sociedad de consumidores que propicie cambios en el uso actual del suelo, de tal manera que la internalización de las externalidades no necesariamente se reflejaría en diseños de sistemas más eficientes desde el punto de vista agroecológico.

Bajo los sistemas actuales, los ingresos familiares son adecuados para asegurar la reproducción de la familia, pero no resuelven el fenómeno del desempleo y son frágiles frente a un eventual incremento en productividad que conduzca a la reducción del precio de los productos. El desempleo en la cuenca puede resultar más grave que el deterioro de los recursos de agua, suelo y marca con claridad la dirección que debería reorientar los procesos de ciencia y tecnología y de diseño de políticas.

Los productores concuerdan en que la mayor restricción para su desarrollo es la falta de canales de comercialización que aseguren un mejor precio de los productos. En el fondo, es un reflejo de la baja productividad del suelo, que se expresa en altos costos unitarios de producción. Aparentemente, no existen opciones atractivas económicamente que se ajusten a la dotación de recursos en la cuenca, diferentes a la ganadería extensiva. Si bien la "ganaderización" es una estrategia factible económicamente y positiva desde el punto de vista ambiental (en términos de la conservación del agua y de la producción de sedimentos), la generación de empleo de esta actividad deja mucho que desear como estrategia de desarrollo, en la medida que contribuye a incrementar la pobreza, el desempleo y los focos de violencia.

El modelo de simulación, utilizado como herramienta de evaluación ex-ante, permite reducir los costos de la investigación, la transferencia de tecnología y hacer más eficiente el tiempo de los investigadores y asistentes técnicos. En el caso concreto de CORPOICA, el modelo muestra cómo la alternativa del cultivo del maíz en callejones de leguminosas arbóreas, en cuyo desarrollo se invirtieron dos años de investigaciones en el CRECED Magdalena Medio Caldense, es poco viable dado que requiere un incremento en productividad difícil de alcanzar. La alternativa del caucho, que empieza a ser promocionada como una panacea por las diferentes entidades que trabajan en el desarrollo tecnológico de la cuenca, si se considera independiente y no como parte de una estrategia integral para incidir en el sistema, puede contribuir a agravar la situación de desempleo que de hecho ya se encuentra en niveles preocupantes. Por el contrario, el cultivo del cacao, al que las entidades han puesto poco cuidado para su desarrollo tecnológico, aparece como una opción competitiva, equitativa y sostenible si se logra incrementar en 30% su producción, de los 400 kg/ha/año actuales a 520 kg/ha/año. Estos niveles pueden ser alcanzados si los procesos de investigación y de transferencia se orientan a lograr un mejor manejo del cultivo y a reducir las pérdidas por problemas fitosanitarios. La opción del cacao, integrada en una estrategia con el cultivo del caucho, aparece como la más satisfactoria y armoniza los criterios analizados para incrementar la función objetivo del campesino y de la sociedad en general. Los políticos y planificadores del desarrollo deben tener en cuenta esta situación.

La investigación señala las bondades que tienen este tipo de modelos para simular escenarios que no son factibles de llevar a la práctica y para entender los términos de intercambio entre los criterios para la conservación, la generación de empleo y la

productividad de los campesinos. Finalmente, parafraseando a Smith (1973), se puede afirmar que los modelos no pueden ser usados para predecir el funcionamiento futuro de todo el agroecosistema, o de todos los sistemas de producción que lo componen. Los modelos no responden todas las inquietudes. Los modelos responden preguntas, pero más que todo, las hacen surgir para generar nuevas hipótesis sobre los sistemas de producción agropecuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD A., G. 1996.** La Cuenca Hidrográfica del Río Doña Juana. CORPOICA, Creced Magdalena Medio Caldense, La Dorada, Caldas, Colombia. 22 p.
- CASTAÑO T., A. 1993.** Estudio General de Suelos. Plan de Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Cuenca del Río Doña Juana. INDERENA. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 38 p.
- CAYÓN, G.; BELALCÁZAR, S.; LOZADA Z., J.E. 1998.** Ecofisiología del Plátano. *En:* pp.221-236. M.J. Giraldo; S. Belalcázar; G. Cayón; R. Botero. Memorias del Seminario Internacional sobre Producción de Plátano. CORPOICA, Armenia, Quindío, Colombia. pp. 221-236.
- CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ, CENICAFE. 1992 - 1996.** Anuarios Meteorológicos Cafeteros. Chinchiná, Caldas, Colombia.
- COMITÉ AGROINDUSTRIAL DE CALDAS. 1997.** Perfil de Oportunidad del Cultivo del Caucho. Manizales, Caldas, Colombia.
- GIRALDO B., J. A.; NARVÁEZ O., J.D.; URREA G., M. 1993.** Aspectos Geológicos Ambientales de la Cuenca Hidrográfica del Río Doña Juana. 130 p.
- GÓMEZ A., A.; RIVERA P., H. 1993.** La Conservación de los Suelos y la Sostenibilidad de la Productividad en la Zona Cafetera. CENICAFE. Avances Técnicos N° 190. Chinchiná, Caldas, Colombia. 8 p.
- GUZMÁN A., H. 1993.** Estudio Hidrográfico de la Quebrada Doña Juana, Departamento de Caldas. Instituto Colombiano de Hidrografía, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 39 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1988.** Suelos del Departamento de Caldas. Tomos I y II. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. 160 p.
- LHOMME, J. P.; GÓMEZ G., L. y JARAMILLO R., A. 1985.** Evaluación de un Modelo para Caracterizar las Condiciones Hídricas de la Zona Cafetera Colombiana. *En:* CENICAFÉ, Chinchiná, Caldas, Colombia. pp. 64-76.

- LOAIZA F., L. A. 1996.** Caracterización de Fincas de Pequeños Productores Atendidos por la UMATA en el Área de Influencia del Creced Magdalena Medio Caldense. CORPOICA, Regional Nueve. Creced Magdalena Medio Caldense, La Dorada, Caldas, Colombia. 38 p.
- MUÑOZ V., C.I.; IBARRA M., M.E. 1997.** Caracterización Socioeconómica de la Cuenca del Río Doña Juana. CORPOICA, Regional Nueve. Manizales, Caldas, Colombia. 23 p.
- QUIROGA M., M. 1994.** Cobertura y Uso Actual del Suelo de la Cuenca del Río Doña Juana. Gobernación de Caldas, Departamento Administrativo de Planeación. Manizales, Caldas, Colombia. 43 p.
- QUIROZ, R.; VELARDE, C. L.; ARCE, B.; GENIN, D. 1996.** Resultados de Ensayos en Ganadería con Modelos de Simulación. B. Rivera; R. Aubad (eds). El Enfoque de Sistemas de Producción y la Incorporación de Criterios de Política. CORPOICA, Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. pp. 113-123.
- RÍOS G., G.; RÍOS G., J. W.; ABAD A., G.; PULIDO H., J.H.; DUARTE G., O. Y ROMERO C., M. 1997.** Plan de Modernización de la Ganadería Colombiana. Caracterización de los Sistemas de Producción Bovina de la Microrregión Sur del Magdalena Medio. 49 p.
- SÁNCHEZ T., M. H. 1998.** Cultivo en Callejones: Un Sistema Alternativo de Producción Sostenible en Zonas de Ladera del Oriente Caldense. CORPOICA, CRECED Magdalena Medio Caldense. La Dorada, Caldas, Colombia 8 p.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS- URPA - UMATA, MUNICIPIO DE VICTORIA, CALDAS. 1997.** Evaluación y Pronóstico Agrícola de los Cultivos de Cacao, Café, Yuca y Maíz. Manizales, Caldas, Colombia.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE CALDAS. 1997.** Evaluación Agropecuaria, Primer Semestre. Manizales, Caldas, Colombia.
- SMITH, M. 1973.** Models in Ecology. Cambridge University Press. 144 p.
- _____. 1993. Cropwat, Programa de Ordenador para Planificar y Manejar el Riego. FAO, Roma, Italia. 135 p.
- WISCHMEIER, W.H.; D.D. 1978.** Predicting rainfall erosion. Losses from cropland east of the rock mountains. Guide for selection of practices. Soil and water conservation. United States. Department of Agriculture. Agricultural handbook N° 282. 1965. 47 p.

CRÉDITOS

Tipo de publicación : Informe Técnico

Código : 2.3.9.09.34.00

Revisión de Textos : Germán Ríos Gallego
Alberto Orrego Uribe
Rafael Guillermo Botero Isaza

Diseño : Rafael Guillermo Botero Isaza
Margarita Cubillos
Grupo Sistemas de Producción y Transferencia
de Tecnología, Corpoica Regional Nueve.

Tiraje : 250 Ejemplares

Impresión y Litografía : LITOAS, Manizales