

ARTÍCULO TÉCNICO

Germán Ríos Gallego¹
 Mandius Romero Carrascal²
 María José Botero Ospina¹
 Germán Franco¹
 Juan Carlos Pérez Cárdenas¹
 Jorge Evelio Morales Muñoz¹
 José Leomad Gallego Duque¹
 y Dora Inés Echeverry Agudelo¹

Zonificación, caracterización y tipificación de los sistemas de producción de lulo (*Solanum quitoense* Lam) en el Eje Cafetero*

ABSTRACT

Title: Mapping, characterization and classification of lulo (*Solanum quitoense* Lam) production systems at the Colombian Coffee Belt.

A CORPOICA's multidisciplinary team, with the financial support of SENA, carried out a study during 2001 aimed at determining the optimum regions and production systems for lulo along the Colombian coffee belt area (Departments of Caldas, Quindío and Risaralda). The specific objectives were to identify, map and characterize the lulo production systems. An initial population of 253 lulo producers was studied from which a sample of 34 producers was selected. Sample size was determined according to the random sampling of proportions method. Multivariate analysis methodologies were used in the characterization and classification such as factorial analysis of multiple correspondences and hierarchical grouping analysis. Based on the common characteristics of the lulo farms studied, 5 classes of production systems were identified, that were closely related to the geographical zone variable. This concept of production system as a rural space at the subregion level facilitates the correction and necessary actions for the collective construction of new models of agro industrial development. The economical analysis of a lulo and coffee mixed production system showed an internal yearly return rate of 75%, at the West Risaralda and Caldas Basin, and suggest that the lulo production is an profitable alternative of diversification in response to the current coffee crisis.

Key words: production systems, mapping, characterization, classification, lulo, economical analysis.

1. Investigadores de CORPOICA-Unidad Local de Investigación Eje Cafetero. Carrera 30 No. 65-15. Apartado 1287, Manizales, Caldas (Colombia). Teléfono (096) 8876197. Mail to: corpoica@epm.net.co; 2. Líder del Programa Nacional de Agroecosistemas, CORPOICA, Centro de Investigación Tibaitatá. Kilómetro 14 Vía a Mosquera. Apartado 240142. Las Palmas. Teléfono (091) 422 73 00, Bogotá D.C.

* Investigación realizada durante el 2001 por un equipo transdisciplinario de CORPOICA, con la financiación del SENA.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo general delimitar las zonas y los sistemas de producción óptimos para la producción de lulo a fin de contribuir a la planificación y organización de su producción en el Eje Cafetero (Departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, Colombia). Los objetivos específicos fueron identificar, espacializar, zonificar, caracterizar y tipificar los sistemas de producción de lulo en la región mencionada. Se tomó como marco muestral una población objeto de 253 productores de lulo, de acuerdo con información oficial suministrada por las Unidades Municipales de Asistencia Técnica –UMATA– de la región. El tamaño de la muestra a utilizar, 34 productores, se determinó por el método conocido como “muestreo aleatorio de proporciones”. La caracterización y tipificación se realizaron utilizando análisis multivariados, como el análisis factorial de correspondencias múltiples y el análisis de agrupamiento jerárquico. Basados en las características comunes de las fincas productoras de lulo, se identificaron cinco clases o sistemas de producción muy ligados a su ubicación geográfica. El concepto de sistema de producción, asumido como un espacio rural a nivel subregional, facilita las acciones necesarias para la formulación colectiva e integral de nuevos modelos de desarrollo agroindustrial. Los resultados del análisis económico demuestran que el sistema de producción de Lulo de Castilla intercalado con café, en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas, tiene una tasa interna de retorno anual del 75% y constituye una alternativa rentable de diversificación ante la crisis cafetera.

Palabras clave: Sistemas de producción, zonificación, caracterización, tipificación, lulo, análisis económico.

INTRODUCCIÓN

EN LOS DEPARTAMENTOS DE Caldas, Quindío y Risaralda, la producción de frutales se ha venido incrementando en los últimos años. La región cuenta con diversas áreas cuyas condiciones naturales de suelo y clima las hacen favorables para la producción de una gama amplia de especies frutícolas, con excelente calidad y disponibilidad permanente, lo cual reporta ventajas respecto de otras actividades agropecuarias.

En los tres departamentos el área sembrada en el cultivo de lulo es de 257 hectáreas, ubicadas en 19 Municipios y 89 veredas. La producción es de 3.969 toneladas con un rendimiento promedio, por hectárea y por año, de 9.600 kilogramos para lulo de Castilla y 16.000 para lulo La Selva. Al comparar los datos

anteriores con las estadísticas nacionales, para el año de 1998, respecto del área sembrada (4.804 ha), la producción (37.477 t/año) y el rendimiento (7.801 kg ha/año), se observa que el área sembrada en la región representa 5,35% del total, la producción tiene un peso porcentual de 10,6% y el rendimiento por hectárea supera el promedio nacional. Los cultivos de lulo aportan al Producto Interno Bruto Regional ingresos por \$7.123 millones y generan 228 empleos permanentes anualmente (Pérez *et al.*, 2003).

El rompimiento del Pacto Mundial Cafetero, el 4 de julio de 1989, alteró el esquema del mercadeo internacional del grano y ocasionó una merma real de los ingresos de los caficultores. Ante ese hecho, los productores cafeteros iniciaron

el ajuste de sus sistemas de producción, sus inversiones y sus estilos de administración, con el propósito de sostenerse y continuar vigentes dentro de la economía campesina. Los frutales aparecen como una alternativa ante esta "crisis", al generar nuevas fuentes de ingreso, racionalizar el uso del suelo, mejorar la alimentación de la población, al tiempo que producen empleo y divisas.

La fruticultura colombiana, por su heterogeneidad de regiones y su diversidad de especies y modelos productivos, exhibe una gran cantidad de limitaciones de orden técnico, tanto en la producción como en la postproducción. Uno de los problemas prioritarios, común a todas las especies frutícolas, es el de la precaria zonificación asociada con la falta de conocimiento sobre los sistemas de producción, la oferta ambiental de los nichos actualmente utilizados y los requerimientos de los cultivos (Osorio, 2002). No todas las áreas geográficas con aparentes condiciones similares son aptas para la siembra de todas las especies. Estas tienen sus propias exigencias y rangos de tolerancia respecto de los diferentes factores ambientales y socioeconómicos, lo que hace que se limite su área de distribución, a aquellas zonas que presenten ventajas comparativas y competitivas.

De la necesidad de definir esas áreas surgió la propuesta de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, al Programa Nacional de Competitividad y Desarrollo Tecnológico en Poscosecha de Frutales y Hortalizas (1999-2000), del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, para realizar el "Estudio de Mapificación de las Zonas Óptimas Rentables Actuales y Potenciales para los Cultivos de Mango común, Mora, Lulo, Pitahaya y Uchuva".

Para el caso concreto del cultivo del lulo en el Eje Cafetero, hay antecedentes de trabajos realizados en esta área temática. De 1982 a 1988, el Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, realizó los "Estudios de Zonificación y Uso Potencial del Suelo en las Zonas Cafeteras de los Departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío". En este trabajo se delimitan áreas específicas para determinadas explotaciones agropecuarias, mediante el análisis de formaciones geológicas, características petrográficas y mineralógicas, formación de suelos, clasificación taxonómica, fertilidad natural, suscepti-

bilidad a la erosión, fisiografía, clima y aspectos socioeconómicos, factores que definen el uso y manejo de los suelos de una región. Seguramente, por el incipiente desarrollo del cultivo del lulo en la época del trabajo, y el poco conocimiento sobre sus requerimientos agronómicos, a esta fruta sólo se le menciona de manera tangencial en los estudios de Quindío y Risaralda (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1982, 1986 y 1988). Posteriormente, en el proyecto de "Caracterización de los Sistemas de Producción Agropecuarios en el Departamento de Caldas" (Ríos *et al.*, 2000), en el cual se incluyen la mora y el lulo, se aportaron criterios para la planificación, diseño y ejecución de ensayos y parcelas demostrativas en fincas de agricultores. Allí se espacializaron y describieron los sistemas de producción, pero no se llegó hasta su tipificación y priorización.

La zonificación, caracterización, tipificación y análisis de las áreas productoras y los sistemas de producción de lulo, constituyen herramientas esenciales para conocer la distribución espacial de estos sistemas productivos, para determinar y cuantificar las características de los componentes que conforman su estructura y para entender las interacciones que definen su funcionamiento. Esta información es un insumo básico para la planificación, ejecución y seguimiento de los proyectos de generación, transferencia de tecnología, capacitación, asistencia técnica y producción agroindustrial del cultivo de lulo (Romero, 1994; Suárez, 1996). Con base en este conocimiento, las entidades de los órdenes nacional, regional y local, pueden elaborar con mayor certeza sus planes de desarrollo agropecuario, orientar mejor las políticas crediticias basadas en la zonificación de los cultivos y complementar sus planes de reordenamiento territorial.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se planeó el presente trabajo con el objetivo general de delimitar las zonas y los sistemas de producción óptimos para la producción de lulo, con el fin de contribuir a la planificación y organización de su producción en el Eje Cafetero (Departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda). Como objetivos específicos se procedió a identificar, espacializar, zonificar, caracterizar y tipificar los sistemas de producción de lulo en la región mencionada.

Materiales y métodos

Identificación y espacialización de unidades y zonas de producción. Para la espacialización de las unidades de producción,

es decir, el agrupamiento de aquellos predios en los que se cultiva de manera total o parcial el lulo como componente de los sistemas productivos, un grupo de técnicos se desplazó a diversos municipios y veredas a fin de reunir información sobre área sembrada y número de productores e iniciar la elaboración del mapa de las unidades de producción a escala 1:100.000. Posteriormente, basados en información secundaria, se definieron las zonas productoras (unidades funcionales conformadas por uno o varios municipios productores, que se articulan alrededor de una malla vial, generalmente con un centro poblado que sirve de nodo a las actividades socioeconómicas locales). En esta fase del trabajo se utilizó el sistema de información geográfica ILWIS para Windows, Versión 2.1 (ITC, 1997).

Tipificación y caracterización de los sistemas de producción de lulo.

Definición de la información. Estuvo relacionada con las prácticas del agricultor y su origen, los problemas del cultivo, el papel del cultivo en la finca, otros cultivos, servicios de apoyo a la producción, características físicas, socioeconómicas, de mercados y lógica productiva de los productores de lulo.

Selección de los agricultores. Con el fin de seleccionar la muestra se tomó como población objeto a 253 productores de lulo de los tres departamentos. La unidad muestral fue el productor de lulo (Tabla 1).

Para determinar el tamaño de la muestra a utilizar en la caracterización y tipificación de los sistemas de producción de lulo se siguió el método conocido como "Muestreo Aleatorio de Proporciones" (Cochran, 1996). La fórmula condensada para definir el tamaño de la muestra fue la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \alpha / 2 \cdot (P \cdot Q)}{E^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,9 \cdot 0,1}{(0,1)^2}$$

$$n = 34$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

α = nivel de significancia estadístico.

E = error permisible máximo. Se asumió el 10% debido al presupuesto disponible para el trabajo.

Tabla 1. Área sembrada y número de productores de lulo (*Solanum quitoense* Lam) por subregión y municipio, 2001.

Subregión	Departamento	Municipio	Área (ha)	No. de productores
Sur del Quindío	Quindío	Pijao	10	20
Noroeste del Quindío	Quindío	Génova	5	5
Vertiente oriental del Risaralda y noreste del Quindío	Quindío	Calarcá	10	13
		Filandia	7	10
		Circasia	9	8
Vertientes occidental de Risaralda y de Caldas	Risaralda	Salento	4	3
		Pereira	7	5
		Santa Rosa	30	28
		Dosquebradas	11	9
		Marsella	4	3
Centro sur de Caldas	Caldas	Apía	10	9
		Belén de Umbría		29
			70	
Vertiente oriental de Caldas	Caldas	Quinchía	3	3
		La Celia	6	8
Vertiente occidental de Caldas	Caldas	Riosucio	25	26
		Anserma	4,5	9
Vertiente oriental de Caldas	Caldas	Risaralda	20	25
		Villamaría	16	25
Vertiente oriental de Caldas	Caldas	Marquetalia	5,5	15
Total	3	19	257	253

Fuente: Información de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA y visitas a las veredas productoras.

P = proporción de agricultores de la población que pertenece a la economía campesina, $P = 0,9$.

Q = proporción de agricultores de la población que pertenece a la economía empresarial, $Q = 0,1$.

Z = $\alpha/2$ = valor de la tabla normal para un nivel de significancia α .

La encuesta se diligenció con la persona que toma las decisiones administrativas de la finca (propietario o administrador). En total se encuestaron 34 productores de lulo.

Procesamiento y análisis de datos. Para la selección de las variables se consideró que la tipificación debe permitir la visión integral de los sistemas a través de la consideración de variables de diversa índole, es decir, debe ser multivariada. Otro criterio adicional para seleccionar las variables, que resultan del manejo de las estadísticas descriptivas, es que contribuyan a establecer diferencias, es decir, que sean discriminadoras. Si la variable es cuantitativa, es útil basarse en el coeficiente de variación. Se seleccionan las variables cuando la desviación estándar prácticamente es igual o sobrepasa a la

media; es decir, cuando el coeficiente de variación sobrepasa el 100%. Si la variable es cualitativa, se usa la distribución de las frecuencias de la variable. Por ejemplo, si en el área estudiada el 98% de los productores son propietarios y sólo 2% son aparceros, esta variable no contribuye mucho a diferenciar los tipos de productores de lulo. También cuando existan variables que guardan una estrecha relación, debe decidirse por utilizar una sola (Rodríguez y Carvajal, 1996; Suárez, 1996).

De las 159 variables consideradas en la encuesta original, se seleccionaron para la caracterización y tipificación 103 variables (Tabla 2) agrupadas en las siguientes áreas temáticas: Componente físico (7 variables), componente socioeconómico (21 variables), tecnología local de producción (37 variables), servicios de apoyo a la producción (8 variables), administración (6 variables), comercialización (6 variables), calidad del producto (10 variables), caracterización sanitaria (2 variables) y conservación de los recursos naturales (6 variables).

Seleccionadas las variables que realmente discriminan y que no se duplican, se procedió a hacer "más amigable"

Tabla 2. Listado de variables seleccionadas para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción de lulo en la Zona Cafetera, 2001.

Variables	Tipo de Variable	Área Temática
1. Zona	Categoría	Componente Físico
2. Altitud	Continua	Componente Físico
3. Pendiente	Categoría	Componente Físico
4. Textura del suelo	Categoría	Componente Físico
5. Unidades de suelos reclasificadas	Categoría	Componente Físico
6. Precipitación	Continua	Componente Físico
7. Brillo Solar	Continua	Componente Físico
8. Área de la finca	Continua	Componente Socioeconómico
9. Tenencia de la tierra	Categoría	Componente Socioeconómico
10. Número de miembros que tiene la familia	Categoría	Componente Socioeconómico
11. Labores de cultivo en que participa la familia	Categoría	Componente Socioeconómico
12. Edad cabeza de familia	Categoría	Componente Socioeconómico
13. Escolaridad cabeza de familia	Categoría	Componente Socioeconómico
14. Asistencia a cursos de capacitación en lulo	Categoría	Componente Socioeconómico
15. Renglón de importancia del cultivo	Categoría	Componente Socioeconómico
16. Tipo de mano de obra	Categoría	Componente Socioeconómico
17. Experiencia en el cultivo	Categoría	Componente Socioeconómico
18. Valor jornal sin alimentación	Continua	Componente Socioeconómico
19. Forma de pago del producto	Categoría	Componente Socioeconómico
20. Precio actual de venta	Continua	Componente Socioeconómico
21. Valor del flete	Continua	Componente Socioeconómico
22. Disponibilidad de mano de obra	Categoría	Componente Socioeconómico
23. Mano de obra calificada	Categoría	Componente Socioeconómico
24. Acceso a servicio de salud	Categoría	Componente Socioeconómico
25. Estado de la vivienda	Categoría	Componente Socioeconómico
26. Problema básico de la producción	Categoría	Componente Socioeconómico
27. Tipo de productor	Categoría	Componente Socioeconómico
28. Rentabilidad	Continua	Componente Socioeconómico
29. Edad del cultivo donde se tomó la información	Continua	Tecnología Local de Producción
30. Sistema de cultivo	Categoría	Tecnología Local de Producción
31. Sombra en el cultivo del lulo	Categoría	Tecnología Local de Producción

Fuente: Encuesta a productores de lulo en el Eje Cafetero, 2001.

(Continúa en la página siguiente...)

Tabla 2. Listado de variables seleccionadas para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción de lulo en la Zona Cafetera, 2001.

(Continuación...)

Variables	Tipo de Variable	Área Temática
32. Consecución de la semilla	Categórica	Tecnología Local de Producción
33. Tipo de semilla utilizada	Categórica	Tecnología Local de Producción
34. Disponibilidad de material de siembra	Categórica	Tecnología Local de Producción
35. Selección plantas para semilla	Categórica	Tecnología Local de Producción
36. Selección frutos para semilla	Categórica	Tecnología Local de Producción
37. Tratamiento a la semilla	Categórica	Tecnología Local de Producción
38. Sistemas de riego en el cultivo	Categórica	Tecnología Local de Producción
39. Época de preparación del lote	Categórica	Tecnología Local de Producción
40. Análisis de suelos	Categórica	Tecnología Local de Producción
41. Aplicación herbicidas para preparación del terreno	Categórica	Tecnología Local de Producción
42. Sistema de siembra	Categórica	Tecnología Local de Producción
43. Ahoyado	Categórica	Tecnología Local de Producción
44. Resiembra	Categórica	Tecnología Local de Producción
45. Aporque	Categórica	Tecnología Local de Producción
46. Tipo de poda que se realiza	Categórica	Tecnología Local de Producción
47. Número de podas al año	Categórica	Tecnología Local de Producción
48. Desinfestación herramientas	Categórica	Tecnología Local de Producción
49. Producto utilizado en la desinfestación	Categórica	Tecnología Local de Producción
50. Tipo de tutorado	Categórica	Tecnología Local de Producción
51. Número de desyerbas al año	Continua	Tecnología Local de Producción
52. Manejo de arvenses	Categórica	Tecnología Local de Producción
53. Método de plateo	Categórica	Tecnología Local de Producción
54. Manejo selectivo de arvenses	Categórica	Tecnología Local de Producción
55. Número de fertilizaciones al año	Categórica	Tecnología Local de Producción
56. Repetición de siembras	Categórica	Tecnología Local de Producción
57. Razón para la repetición de siembras	Categórica	Tecnología Local de Producción
58. Especies de rotación	Categórica	Tecnología Local de Producción
59. Método de cosecha	Categórica	Tecnología Local de Producción
60. Picos de cosecha	Categórica	Tecnología Local de Producción
61. Rendimiento	Continua	Tecnología Local de Producción
62. Variedad del lote encuestado	Categórica	Tecnología Local de Producción
63. Densidad de plantas por hectárea	Continua	Tecnología Local de Producción
64. Fertilización del cultivo	Categórica	Tecnología Local de Producción
65. Control de plagas en el cultivo	Categórica	Tecnología Local de Producción
66. Asistencia técnica en Lulo	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
67. Organizaciones presentes en la zona	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
68. Organización a que pertenece	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
69. Presencia institucional	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
70. Servicio de acueducto	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
71. Servicio de electricidad	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
72. Servicio de teléfono	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
73. Estado de las vías de acceso	Categórica	Servicios de apoyo a la producción
74. Área cultivada en Lulo	Continua	Administración
75. Número de lotes de Lulo	Continua	Administración
76. Existencia de administrador	Categórica	Administración
77. Registros	Categórica	Administración
78. Mano de obra permanente	Categórica	Administración
79. Capital para el cultivo	Categórica	Administración
80. Frecuencia de venta	Categórica	Comercialización
81. Tipo de empaque	Categórica	Comercialización
82. Destino del producto	Categórica	Comercialización
83. Transporte del lote al punto de venta	Categórica	Comercialización
84. Centros de acopio	Categórica	Comercialización
85. Destino final de la producción	Categórica	Comercialización
86. Preparación de la fruta	Categórica	Calidad del Producto
87. Clasificación del producto	Categórica	Calidad del Producto
88. Categorías para la clasificación	Categórica	Calidad del Producto
89. Calidad de la fruta	Categórica	Calidad del Producto
90. Pérdidas en poscosecha	Categórica	Calidad del Producto
91. Color del fruto según escala de maduración	Categórica	Calidad del Producto
92. Uniformidad del fruto	Categórica	Calidad del Producto
93. Defectos patológicos	Categórica	Calidad del Producto
94. Defectos entomológicos	Categórica	Calidad del Producto
95. Grados Brix	Continua	Calidad del Producto
96. Incidencia de enfermedades	Categórica	Caracterización Sanitaria
97. Incidencia de plagas	Categórica	Caracterización Sanitaria
98. Presencia de bosques en la finca	Categórica	Conservación de Recursos Naturales
99. Prácticas de conservación	Categórica	Conservación de Recursos Naturales
100. Erosión o derrumbes en la finca	Categórica	Conservación de Recursos Naturales
101. Control de erosión o derrumbes	Categórica	Conservación de Recursos Naturales
102. Fuentes de agua	Categórica	Conservación de Recursos Naturales
103. Cocina con leña	Categórica	Conservación de Recursos Naturales

Fuente: Encuesta a productores de lulo en el Eje Cafetero, 2001.

el volumen de variables, reduciendo la dimensionalidad del problema por medio de la técnica estadística multivariada denominada "Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples" que permite analizar la información aportada por la observación de diferentes dimensiones categóricas, cualitativas u ordinales de una población (Crivisqui, 1993).

Algunas de las variables seleccionadas eran de tipo continuo, como altura sobre el nivel del mar, área de la finca y producción del cultivo. Estas variables se transformaron en categóricas, recodificándolas en los rangos utilizados por CORPOICA y otras entidades de investigación agropecuaria en sus trabajos. Esto permitió activar todas las variables en el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples.

Realizado el proceso anterior se efectuó la clasificación de productores de lulo mediante un Análisis de Agrupamiento Jerárquico, utilizando la información de los componentes (factores) seleccionados en el análisis anterior. La técnica aplica el método del Algoritmo de Ward y se ilustra mediante un dendrograma o diagrama con forma de árbol que representa una clasificación jerárquica de grupos o sistemas de producción, que presentan una gran homogeneidad dentro y una gran heterogeneidad entre (Presta, 1999b). El manejo y análisis de los datos se realizó con el paquete SPAD (*Systeme Portable Analyse Des Donnes Numeriques*) para Windows, versión 3.0 (Cisia, 1998).

Análisis económico. A los diferentes grupos, tipos o sistemas de producción obtenidos se les realizó un análisis económico a través de los ingresos disponibles, los gastos en efectivo y la depreciación del capital, utilizando como indicadores de rentabilidad la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio costo (B/C). Como su nombre lo indica, la tasa interna de retorno muestra la rentabilidad propia de la inversión. El criterio de decisión dice que el sistema de producción resulta viable cuando su tasa interna de retorno es mayor que la tasa de interés de oportunidad. Por su parte, la relación beneficio costo se utiliza con el fin de determinar el beneficio neto de la inversión, al traer al primer semestre todos los ingresos y los egresos generados durante el horizonte de tiempo (4 semestres o sea el ciclo de duración, del cultivo del lulo en la región) a través de la aplicación de la fórmula financiera del Valor Presente Neto (VPN). Cuando su

valor es superior a la unidad, esto significa que el VPN de los ingresos es superior a aquel de los egresos, es decir, que el VPN del proyecto, o en nuestro caso del sistema de producción, es positivo y es atractivo desde el punto de vista económico (Price, 1978; Infante, 1979).

Los indicadores de rentabilidad se calcularon trabajando con precios constantes del primer año del proyecto, con una tasa de oportunidad de 17% (CDT a 360 días) y una inflación de 7,65% (año 2001), cuya tasa real es de 8,68% (4,51% semestral).

Resultados y discusión

Identificación y espacialización de unidades y zonas de producción. La localización y espacialización de las unidades y zonas de producción se presenta en la Figura 1. Constituye la base para determinar los sistemas de producción, mediante la correlación entre dichas áreas y los medios físico y socioeconómico, los mercados y la lógica productiva con la que se cultiva el lulo. El mapa de unidades de producción obtenido representa la base para realizar el modelamiento espacial de escenarios en el sistema de informa-

ción georreferenciado. Al cruzarlo con el mapa de suelos, se obtienen unidades biofísicas homogéneas. El cruce con los mapas de incidencia de plagas y enfermedades, ayuda a entender su dinámica espacio temporal y a correlacionar la distribución espacial del problema con el uso de la tierra, factores climáticos, vías de comunicación, el mercadeo y manejo tecnológico. Su cruce con mapas temáticos ambientales, socioeconómicos y tecnológicos, en los cuales se desarrolla la producción agropecuaria, permite definir factores críticos de sostenibilidad a nivel microrregional.

Análisis estadístico multivariado. Obtención de los sistemas de producción de lulo en el Eje Cafetero. Como se explicó en la metodología, se obtuvieron los sistemas de producción de lulo del Eje Cafetero mediante un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y un Análisis de Agrupamiento Jerárquico.

Análisis de Correspondencias Múltiples. El histograma de valores propios de la Figura 2, señala una baja contribución individual de cada uno de los factores

a la variabilidad total, lo cual se basa en valores propios bajos y en un reducido porcentaje de varianza como explicación de la variabilidad.

Los dos primeros factores explican el 17% de la variabilidad o inercia total. Sin embargo, los valores propios y las tasas de inercia de los ejes factoriales que resultan del Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples da una tabla de "individuos por variables cualitativas" con datos que no son índices de naturaleza tal que permitan decidir la importancia relativa de los ejes factoriales (Crivisqui, 1993).

En el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples, a diferencia del Análisis Factorial de Correspondencias Simples o del de componentes principales, un 17% de inercia muestra una estructura interesante para explorar, pues recoge la variabilidad total a nivel de variables, modalidades e individuos que definen los sistemas a categorizar (Presta, 1999a). Por ello se decidió analizar los dos primeros factores por ser suficientes, buscando de esta manera la información contenida en el primer plano factorial.

Clasificación o tipificación de los sistemas de producción de lulo. Con los dos factores seleccionados se realizó el Análisis de Agrupamiento Jerárquico para llegar a su representación gráfica mediante el dendrograma que delimita cinco grupos de agricultores o, en nuestro caso, "sistemas de producción" (Figura 3).

El primer grupo o sistema de producción reúne a tres productores de lulo cuyas fincas están ubicadas en la zona noroeste del Quindío (100%) y quienes intercalan el cultivo de lulo dentro del café (67%), siembran la variedad Castilla con Espinas (100%), la rentabilidad del cultivo es baja (100%) y el producto presenta defectos patológicos severos (33%). Este sistema de producción, para posteriores manejos de investigación en fincas, transferencia de tecnología, asistencia técnica, capacitación y organización de las comunidades, se denominará "Sistema de producción de lulo de Castilla intercalado con café, en el noroeste del Quindío".

El segundo grupo o sistema de producción cubre a siete productores cuyas características en común son: cultivos con 15 o más meses de edad (100%), no practican el tutorado (100%), sistema de siembra semillero-campo (57%), siembran la variedad Castilla con Espinas (100%), densidad de más de 2.000 plan-

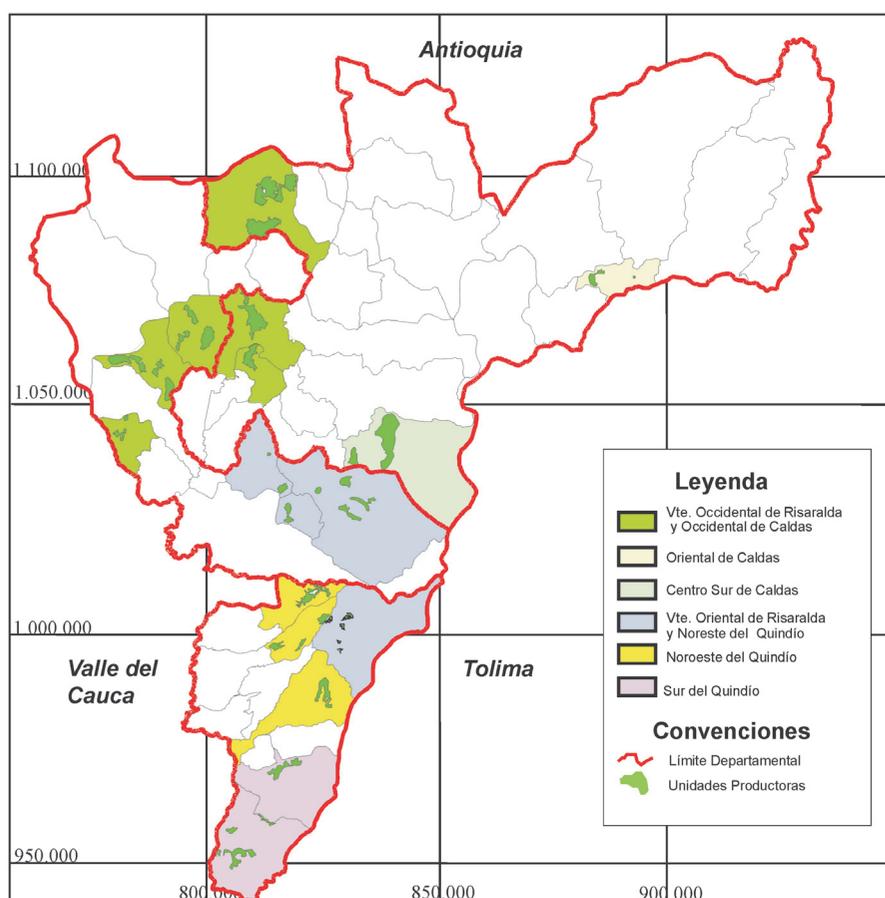


Figura 1. Mapa con la localización de las unidades y zonas de producción del cultivo de lulo.

ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA MÚLTIPLE

VALORES PROPIOS

APRECIACIÓN DE LA PRECISIÓN DE LOS CÁLCULOS: TRAZA ANTES DE LA DIAGONALIZACIÓN 1.9444
SUMA DE LOS 10 PRIMEROS VALORES PROPIOS 1.9444

HISTOGRAMA DE LOS 10 PRIMEROS VALORES PROPIOS

NÚMERO	VALORES PROPIOS	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	
1	0.1776	9.13	9.13	*****
2	0.1474	7.58	16.71	*****
3	0.1202	6.18	22.89	*****
4	0.1040	5.35	28.24	*****
5	0.0977	5.02	33.26	*****
6	0.0909	4.68	37.94	*****
7	0.0868	4.46	42.40	*****
8	0.0800	4.11	46.52	*****

Figura 2. Edición de los diez primeros valores propios. Análisis factorial de correspondencias múltiples de los datos de la encuesta a productores de lulo en el Eje Cafetero, 2001.

tas por hectárea (86%), con sombra de café (85%), no llevan registros del cultivo (100%), no tienen administrador del cultivo (85%) y fertilización regular del cultivo (85%). Para futuros trabajos de desarrollo tecnológico agropecuario este sistema de producción se llama-

rá "Sistema de producción de lulo de Castilla intercalado con café, en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas".

La tercera clase o sistema de producción está compuesta por ocho productores caracterizados por pertenecer a la zona denominada "vertiente occidental

del Risaralda y Caldas" (78%), sistema de siembra semilla-almácigo-campo (89%), siembran la variedad Castilla con Espinas (100%), practican un buen control de enfermedades en el cultivo (78%), realizan podas de formación, mantenimiento y fitosanitaria (78%), no pertenecen a ninguna organización de producción o mercadeo (100%) y realizan el aporque al cultivo del lulo (100%). Para posteriores actividades, a este sistema de producción se le denominará "Sistema de producción de lulo de Castilla en monocultivo, en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas".

El cuarto sistema de producción incluye a tres productores, la totalidad de ellos ubicados en la zona oriental de Caldas (100%) y se caracteriza por: precipitación anual superior a 3.000 mm (100%), valor del jornal sin alimentación de \$7.000 a \$8.000 pesos (100%), textura franca del suelo (100%), utilizan la estaca como tipo de semilla (100%) y siembran la variedad La Selva (100%). A este sistema de producción se le llamará "Sistema de producción de lulo La Selva en Monocultivo, en el Oriente de Caldas".

En el quinto grupo, clase o sistema de producción se agrupan diez productores caracterizados por pertenecer a la zona denominada "vertiente oriental del Risaralda y Noreste del Quindío" (67%), siembran la variedad La Selva (89%), no clasifican el lulo (78%), rendimiento superior a los 15.000 kg/ha/año (67%), tipo de productor empresarial (67%), disponen de centros de acopio (67%), pago del producto a crédito (89%), han asistido a cursos de lulo (89%) y repor-

INDICES EN PORCENTAJE DE LA SUMA DE LOS INDICES:
1.05453 MIN = 0.13% / MAX = 12.44%

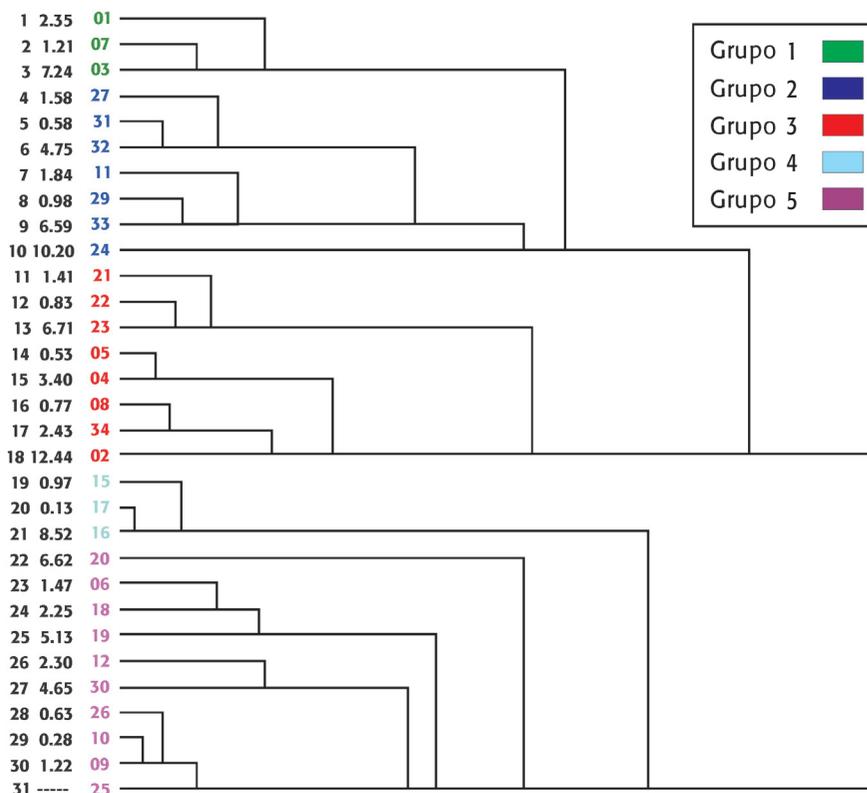


Figura 3. Dendrograma que muestra la organización jerárquica de los grupos establecidos.

tan buena rentabilidad del cultivo (78%). Este sistema de producción será bautizado como "Sistema de Producción de lulo La Selva en Monocultivo, de la Vertiente Oriental del Risaralda y Noreste del Quindío".

El análisis económico de los sistemas de producción encontrados se presenta en la Tabla 3. Si se tiene en cuenta que el costo de oportunidad del capital es de 17% anual (CDT a 360 días), se concluye que los sistemas de producción de lulo en el Eje Cafetero, son atractivos desde el punto de vista financiero. Vale la pena destacar que el sistema de producción de lulo de Castilla intercalado con café, en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas (grupo 2), donde el cultivo del lulo se intercala con café renovado por zoca o nueva siembra, aparece como una de las alternativas a la "crisis", aportando fuentes de ingreso, racionalizando el uso del suelo, mejorando la dieta alimenticia de la población, generando empleo y fortaleciendo el desarrollo agroindustrial.

Así mismo, el presente trabajo representa una validación, realizada mediante observaciones de campo y el uso de la herramienta de análisis multivariado, del trabajo de subregionalización departamental hecho con fines de planificación para el desarrollo agropecuario, realizado por las URPA de Caldas, Risaralda y Quindío (Montañez, 1987; IGAC, Gobernación del Risaralda, 1995). Los sistemas de producción encontrados coinciden con las unidades territoriales o zonas allí descritas. Aquí es bueno recordar que en el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples los factores son definidos por las modalidades atípicas, como el caso de las zonas en

estudio. Éstas reúnen los requisitos de ser homogéneas en términos agroecológicos, poseen estructura agraria de uso y manejo del suelo, son funcionales en lo referente a las vías de comunicación, a las distancias a los centros de acopio y al mercadeo del producto. También constituyen espacios construidos históricamente a través de procesos socioeconómicos dinámicos de colonización de territorios orientados a la apropiación de los recursos naturales. Estos procesos confluyen en la existencia de "núcleos centrales" o "nodos" en el interior de las regiones, en los cuales tiende a privilegiarse las formas de realización de excedentes y la oferta de determinados bienes y servicios, generados interna o externamente con respecto a la región (epicentro), y el surgimiento de determinadas expresiones de su organización social, política y cultural, al tiempo que las definiciones de niveles específicos de sus relaciones con el medio exterior: con otras regiones, con el Estado y con otros países (Fajardo, 1993).

En el estudio de Dussán (1996), quien usó el análisis multivariado y entre cuyos objetivos estaba el de definir grupos o clases de agricultores con características similares para permitir una mayor comprensión de su comportamiento frente a la crisis cafetera, la variable zona geográfica, con sus cuatro modalidades (centro, norte, occidente y oriente), tuvo gran peso en la agrupación de los caficultores "exitosos" en cuatro clases, lo cual corrobora lo hallado en este estudio.

En el contexto internacional se han venido desarrollando el concepto de nueva ruralidad, donde "lo rural" se asimila más a la noción de territorio, y existe un contingente de capital físico, natural,

cultural, humano y social, que supera la dicotomía de lo rural-urbano (IICA, 2000). Los sistemas de producción de lulo identificados, especializados, tipificados y caracterizados están en armonía con ese concepto y con el concepto de distrito agroindustrial asumido como "espacio socioeconómico y agroecológico de base fundamentalmente rural, donde la producción agropecuaria se articula con la transformación y procesamiento industrial, en un proceso de modernización y diversificación productiva sostenible, para mejorar y estabilizar los ingresos y el bienestar de sus habitantes" (Gobernación del Departamento de Caldas, 2002).

Etter (1993) considera que "... tradicionalmente el concepto de sistema de producción se ha mantenido en un nivel abstracto, desligado de su contenido real, lo cual ha impedido su adecuada comprensión y su aplicación para el análisis de la dimensión supraorganizativa o ecosistémica de la realidad". En términos generales el sistema de producción se ha definido como una unidad funcional compuesta de elementos físicos, bióticos y socioeconómicos, sin que sean claramente identificables con una dimensión espacio-tiempo real y concreta. Los resultados del presente estudio muestran una manera de visualizarlos, para que dejen de ser un "fantasma conceptual" como apropiadamente lo define Etter, "que más que aportar a entender su complejidad, nos permita abordarlos analítica y prácticamente".

Dentro de esa visión integral del sistema de producción hay espacio para incluir conceptos como los de cadenas productivas y de agregación de valor en el marco de nuevos modelos productivos que permitan, no sólo revertir los procesos de deterioro ambiental, sino recuperar terreno para solucionar problemas de seguridad alimentaria, generación de empleo y crecimiento del bienestar.

Para fines prácticos, las tipologías de sistemas de producción que se consideran prioritarias para las labores de investigación, transferencia de tecnología y capacitación fueron identificadas con una zona geográfica específica. Con ello, se contextualizan los sistemas de producción de lulo, al tiempo que se reconocen sus particularidades concretas, en concordancia con la construcción del nuevo concepto de ruralidad (Echeverry, 2001) según el cual, el sistema de producción se liga al desarrollo territorial

Tabla 3. Análisis económico de los sistemas de producción de lulo. Precios constantes de 2001.

Grupo	Nombre del sistema de producción	TIR	B/C
		Tasa Interna de Retorno anual	Relación Beneficio-Costo
1	Lulo de Castilla intercalado con café, en el Noroeste del Quindío	44,59%	1,27
2	Lulo de Castilla intercalado con café, en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas	75,00%	1,63
3	Lulo de Castilla en monocultivo, en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas	87,71%	1,61
4	Lulo La Selva en monocultivo, en el oriente de Caldas	93,13%	1,59
5	Lulo La Selva en monocultivo, en la vertiente oriental de Risaralda y noreste del Quindío	63,27%	1,36

Fuente: Encuesta a productores de lulo en el Eje Cafetero, 2001.

con sus implicaciones desde el punto de vista de la complejidad sistémica. En otras palabras, haciendo paráfrasis de las ideas de Calderón (2003): “el pensar espacialmente, lo que implica la incorporación de la dimensión geográfica, o más concretamente la visión agroecosistémica al análisis es, de alguna manera, el prerrequisito para concebir el desarrollo agroindustrial” (Figura 4).

Conclusiones y recomendaciones

Basados en las características comunes de las fincas productoras de lulo se identificaron cinco clases o sistemas de producción. Todos ellos se consideran prioritarios para el trabajo de investigación participativa en fincas de agricultores, la transferencia de tecnología, la capacitación y la asistencia técnica. Estas “áreas homogéneas”, vistas de manera general, proporcionan el marco para que investigadores y transferidores establezcan ensayos y parcelas demostrativas que incluyan las variables experimentales más importantes (variedades, manejo integrado de plagas y enfermedades, arreglos espaciales del cultivo, etapas de crecimiento y desarrollo, fertilización y buenas prácticas agrícolas) bajo condiciones representativas. Este instrumento analítico permite mejorar la planeación, la toma de decisiones en la formulación de actividades de investigación, la transferencia de tecnología, así como la capacitación y diseño de políticas de apoyo a

la producción de lulo, en toda la cadena de producción.

Con el presente trabajo la alianza estratégica CORPOICA-SENA aporta elementos a la llamada “agricultura de precisión”, es decir a una agricultura específica por sitio, aplicada a los cultivos de lulo del Eje Cafetero. La agricultura específica por sitio es una estrategia integrada de investigación, transferencia de tecnología y capacitación, por medio de la cual se busca la adopción de prácticas de manejo del sistema de producción, que consideren la variabilidad espacio-temporal propia de los sitios donde se desarrollan los cultivos. Con ella se contribuye a mejorar la rentabilidad y productividad del cultivo, lo cual demanda de sistemas de análisis que integren la diversidad de las condiciones locales, por medio del uso de herramientas como los sistemas de información geográfica y los métodos estadísticos multivariados.

El aumento en el desempleo, la informalidad y la siembra de cultivos ilícitos en la zona, debidos a la crisis del café, se pueden reducir mediante el fomento de la diversificación, con alternativas rentables, entre las cuales se encuentra el cultivo del lulo, como lo demuestran los resultados financieros del presente trabajo. Sin embargo, el cultivo presenta altos riesgos, por problemas de tipo sanitario y de contaminación del medio ambiente, con el uso indiscriminado de agroquímicos. Se requiere entonces de

la investigación en alternativas tecnológicas aptas para las condiciones biofísicas, socioeconómicas y culturales de la región. Sólo así se podrán aprovechar las excelentes perspectivas de esta especie tropical, todavía poco explotada, y evitar que en los surcos del café siga creciendo la coca.

La identificación de los sistemas de producción con una zona geográfica, con un territorio específico, articula las relaciones entre los diferentes agentes socioeconómicos, la actividad productiva agropecuaria, las cadenas productivas, el medio ambiente y el resto de la sociedad, aportando una visión renovada del papel de la agricultura. Finalmente, el concepto del sistema de producción asumido como un espacio rural a nivel subregional, facilita las reformas y acciones necesarias para la construcción colectiva de nuevos modelos de desarrollo agroindustrial.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo hace parte del Proyecto “Estudio de mapificación de las zonas óptimas rentables actuales y potenciales de los cultivos de mango común, mora, lulo, pitahaya y uchuva”, cofinanciado por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA (Contrato COD. 009 - 001 - 033/00 suscrito entre la Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello, SECAB y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA).

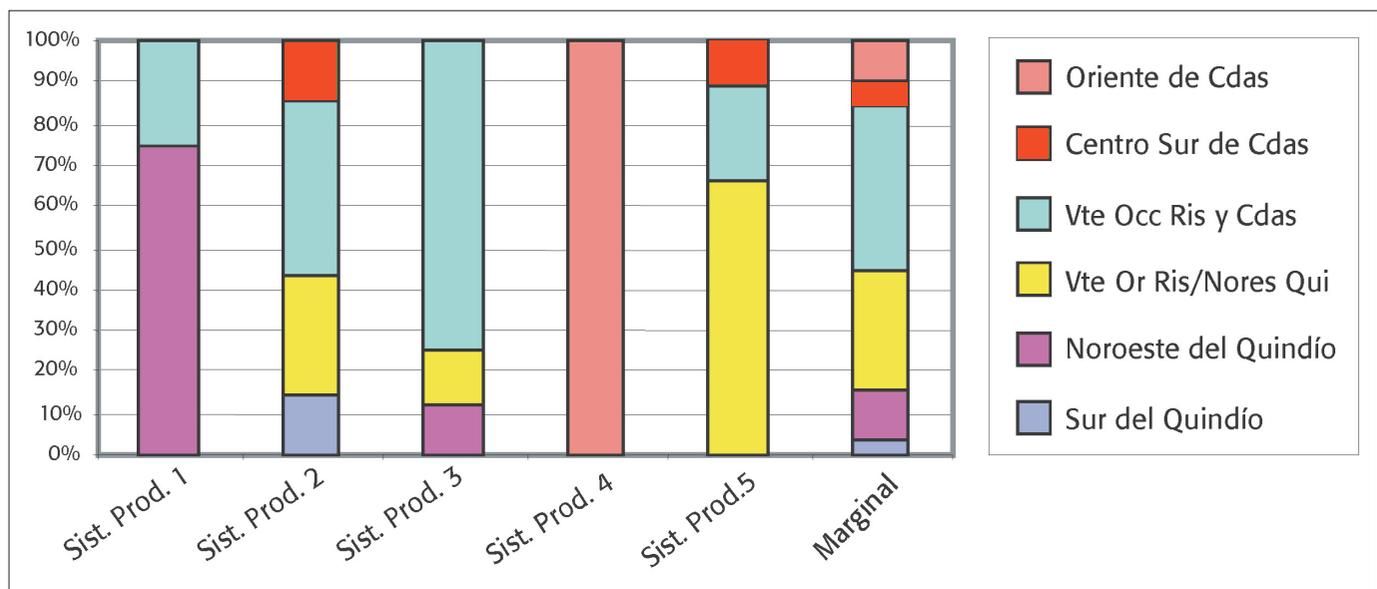


Figura 4. Perfiles de sistemas de producción por zona resultantes del Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples de los datos de la encuesta hecha a productores de lulo en el Eje Cafetero, 2001.

Los autores expresan sus agradecimientos a los productores de lulo y a las UMATA del Eje Cafetero, por la valiosa participación en el suministro y la recolección de la información primaria. También al Dr. Alberto Orrego Uribe por las sugerencias y comentarios realizados al trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Calderón R., M. 2003. Pensar espacialmente. Periódico La Patria, viernes 30 de mayo, p. 4A.

Cisia. 1998. Spad (*Système Portable Analyse Des Donnes Numeriques*) para Windows. Versión 3.0. Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées. Saint Mandé, Francia.

Cohran, W. G. 1996. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental S.A. México DF, 513 p.

Crivisqui, E.M. 1993. Análisis factorial de correspondencias, un instrumento de investigación en ciencias sociales. Centro de Publicaciones de la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Paraguay, pp. 235-238.

Dussán L., C. 1996. Análisis estadístico multivariado de fincas cafeteras exitosas en el Departamento de Caldas. Tesis de Grado para optar al título de Especialista en Estadística. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Postgrado en Estadística. Manizales, 147 p.

Echeverry, R. 2000. Elementos para la construcción de un nuevo concepto de ruralidad. *En:* Primer Encuentro Nacional de Investigación y Extensión en Sistemas de Producción. Universidad de Caldas. Manizales, 17 y 18 de agosto.

Etter R., A. 1993. Consideraciones acerca de la agricultura sostenible. Documento preparado para los Talleres de Reestructuración del ICA. Instituto para el Desarrollo, Universidad Javeriana. Bogotá, 15 p.

Fajardo M., D. 1993. Espacio y sociedad. Formación de las regiones agrarias en Colombia. Corporación Colombiana para la Amazonia - Araracuara. Bogotá, 261 p.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1988. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento de Risaralda. Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. Bogotá, D.C. 265 p.

_____. 1986. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento del Quindío. Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. Bogotá, D.C. 144 p.

_____. 1982. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento de Caldas. Programa

de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. Bogotá, D.C. 309 p.

Gobernación del Departamento de Caldas. 2002. Los distritos agroindustriales y sus estrategias. Manizales, Colombia, 58 p.

IICA. 2000. Nueva ruralidad: El desarrollo rural sostenible en el marco de una nueva lectura de la ruralidad. Serie: Documentos conceptuales IICA/ASDI, Ciudad de Panamá. 31 p.

ITC. 1997. ILWIS for Windows - The Integrated Land And Water Information System. Versión 2.1. International Institute for Aerospace and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Nether Lands.

Infante V., A. 1979. Evaluación económica de proyectos de inversión. Biblioteca Banco Popular. Textos Universitarios. Cuarta edición. Cali, Colombia, 237 p.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Gobernación del Risaralda. 1995. Características geográficas. Pereira, Colombia, 284 p.

Montañez, G. 1987. Metodología para la subregionalización y macrorregionalización departamental con fines de planificación agropecuaria. Proyecto PNUD/COL/ 87/001. Bogotá, 36 p.

Osorio C., J.A. 2002. Plan de Investigación y Transferencia de Tecnología para la Fruticultura Colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas. C.I. Tibaitatá. 14 p.

Pérez C., J.C.; Ríos G., G.; Morales M., J.E.; Romero C., M.; Franco G.; Botero O. M.J.; Echeverry A., D.I. 2003. Rentabilidad y competitividad de los cultivos de mora y lulo en el Eje Cafetero. Informe Técnico del Proyecto Mapiificación de Zonas Óptimas Rentables, Actuales y Potenciales de Mora, Lulo, Pitahaya, Uchuva y Mango Común. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Regional Nueve, Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Manizales, 120 p.

Price G., J. 1978. Análisis económico de proyectos agrícolas. Editorial Tecnos, S.A. 4ª reimpresión. Madrid, España, pp. 62-116.

Programme de Recherche et d'Enseignement en Statistique Appliquée, PRESTA, 1999a. Presentación del Análisis Factorial de Correspondencias Simples y Múltiples. Seminario de Métodos Multivariados. Universidad del Quindío. Agosto 2 al 6. Armenia, Colombia, 31 p.

Programme de Recherche et d'Enseignement en Statistique Appliquée, PRESTA, 1999b. Métodos de Clasificación. Seminario de Métodos Multivariados. Universidad del Quindío. Agosto 2-6. Armenia, Colombia, 57 p.

Ríos G., G.; Muñoz V., C. I.; Franco G. y Botero G., J. J. 2000. Caracterización

del sistema de producción de lulo en los Departamentos de Caldas y Risaralda. Módulo III. *En:* Módulos de caracterización de los sistemas de producción agropecuarios del Departamento de Caldas. CORPOICA, Regional Nueve - PRONATTA. Manizales, Caldas, 33 p.

Rodríguez Q., P. y Carvajal R., G. 1996. Caracterización de sistemas de producción. Fascículo 3 del Módulo "Aplicación del enfoque de sistemas de producción", de la Serie Módulos para la Capacitación Metodológica de las UMATA. Bernardo Rivera (ed). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Bogotá, Colombia, 16 p.

Romero C., M. 1994. Esquema integral de caracterización. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Programa Nacional de Agroecosistemas. C.I. Tibaitatá. 12 p.

Suárez G., G. 1996. La tipificación y caracterización de sistemas de producción. *En:* Análisis biológico y matemático de sistemas de producción. INIAP - FUNDAGRO. Quito, Ecuador, pp. 205-211.