

CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE CAFICULTORES DE ECONOMÍA CAMPESINA, DE LOS PRINCIPALES MUNICIPIOS CAFETEROS DE COLOMBIA

Carmen Dussán-Lubert^{*}; Hernando Duque-Orrego^{**}; Julián González-López^{***}

RESUMEN

DUSSÁN L., C.; DUQUE O., H.; GONZÁLEZ L., J. Caracterización tecnológica de caficultores de economía campesina, de los principales municipios cafeteros de Colombia. Cenicafé 57(3):167-186. 2006.

Se clasificaron las fincas con menos de siete hectáreas en café consideradas de economía campesina, con base en tres sistemas de producción: al sol, a la sombra y en semisombra, de los principales municipios cafeteros de los departamentos de Caldas, Antioquia, Risaralda, Quindío, Valle, Tolima, Huila y Cauca. El estudio se realizó durante 2002 y 2004, en 533 fincas con el objetivo de evaluar las características tecnológicas de las explotaciones y su relación con los aspectos socioeconómicos de sus propietarios. Para cada sistema de producción se estableció el grado de tecnificación de los cafetales y se encontró, en general, que al menos la tercera parte en cada uno de ellos, exhibe características tecnológicas en sus sistemas de producción que les permiten lograr altas productividades. Se concluye que el acceso a tecnologías de alta productividad no está restringido a altas escalas de operación (caficultores medianos o grandes). Desde el punto de vista socioeconómico, los grados de escolaridad correlacionan con la adopción de tecnología, lo cual sugiere que la educación de los agricultores juega un papel fundamental en la búsqueda de la mayor productividad y mejor calidad de vida.

Palabras clave: Café, sistemas de producción, cafetales al sol, sombrío, semisombra, aspectos socioeconómicos.

ABSTRACT

The farms with less than seven hectares of coffee plantations considered as country economy were classified based on three production systems: sun exposure, shade and semi-shade. These farms were located in the main coffee municipalities of Caldas, Antioquia, Risaralda, Quindío, Valle, Tolima, Huila and Cauca. This study was carried out during 2002 and 2004 in 533 farms with the purpose of assessing the technological characteristics of the exploitations and their relationship with the socioeconomic aspects of their owners. For each production system, the degree of technology use in the coffee plantations was established and it was found that, in general, at least the third part of each one of them exhibits technological characteristics in their production systems, which allows reaching high productivity. It can be concluded that the access to high productivity technologies is not restricted to high operation levels (average or great coffee growers). From the socioeconomic point of view the years of formal education have a correlation with technology adoption, which suggests that education has a fundamental role in the search for higher productivity and a better quality of life.

Keywords: Coffee, production systems, free solar exposure coffee plantations, shade, semi-shade, socioeconomic aspects.

* Profesora Asistente. Departamento de Matemáticas. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia.

** Investigador Científico III. Economía. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

*** Profesor Titular. Departamento de Matemáticas. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia por medio de Cenicafé ha generado tecnologías para la producción de café, tendientes a lograr mayores rendimientos económicos y agronómicos del cultivo; sin embargo, razones como la falta de recursos económicos y el nivel de escolaridad de los propietarios cafeteros - especialmente los pequeños - no han contribuido en muchos casos a la utilización plena de estas tecnologías. Es por esto que los caficultores han estructurado sus sistemas de producción de acuerdo con su percepción y perspectivas del negocio cafetero, estructura que determina en gran medida la viabilidad de su actividad productiva.

En las diferentes regiones productoras de café en Colombia, el cultivo se maneja de diversas formas, dependiendo de un conjunto de variables agroecológicas, tecnológicas, sociales y económicas; lo cual permite plantear que una de las características fundamentales de la caficultura en el país es su amplia heterogeneidad. En algunos casos el manejo de la finca es organizado y metódico, con la aplicación de la tecnología disponible para lograr el óptimo desempeño del cultivo, mientras en otros casos, no se emplea toda la tecnología generada por la Federación Nacional de Cafeteros, situación que ha llevado a una amplia gama de sistemas de producción del grano.

El objetivo general del trabajo fue el de caracterizar tecnológicamente pequeños productores de café en los principales municipios cafeteros de ocho departamentos de Colombia, mientras que los específicos fueron: caracterizar tecnológicamente los sistemas de producción de pequeños productores de café, determinar cuáles son las principales variables tecnológicas que contribuyen a agrupar sistemas de producción de café, determinar cuáles son las características socioeconómicas de los caficultores asociados a los diferentes sistemas de producción,

contribuir a la comprensión de los sistemas de producción de café y su relación con las características socioeconómicas de los productores, y generar elementos para el análisis y el diseño de políticas gremiales para este tipo de productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se desarrolló en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Risaralda, Tolima, Quindío y Valle del Cauca. Dichos departamentos abarcan 663.595 hectáreas de café (76% del área nacional, aproximadamente) y representan más del 80% de la producción total nacional, características que le otorgan a la zona de estudio, alta representatividad en la caficultura a nivel del país.

Marco muestral. En cada departamento se seleccionaron los principales municipios cafeteros por área en café (Tabla 1), y en ellos las fincas de pequeños productores con siete o menos hectáreas en café.

Unidad de estudio. Estuvo conformada por la finca cafetera, y de acuerdo con el área se discriminaron los productores en minifundistas, aquellos con un área en café menor o igual a 0,5ha, y en productores de economía campesina, los que poseen entre 0,5 y 7,0ha. La información fue suministrada por el encargado de tomar las decisiones de manejo en la finca.

Tamaño de la muestra. Para la recolección de información se diseñó una encuesta de acuerdo a los lineamientos propuestos por el CIMMYT (1) para este tipo de estudios, la cual reunió la información técnica de las fincas cafeteras, así como la información socioeconómica de los productores. El tamaño de la muestra fue de 533 fincas, las cuales se seleccionaron aleatoriamente.

Recolección de la información. La información se tomó desde el 2002 hasta el 2004 por el personal del Servicio de Extensión de los Comités de Cafeteros incluidos en este estudio. Antes de iniciar el trabajo de campo se hicieron reuniones en todos los Comités de Cafeteros con el fin de entrenar a los encuestadores sobre el uso del formulario de entrevista, así como en los aspectos básicos para la administración de la encuesta.

Variables de la investigación. Antes de presentar las variables utilizadas cabe aclarar lo siguiente:

- La edad del cafetal se obtuvo con el promedio ponderado de los lotes en la finca.
- El tipo de caficultor se clasificó con base en el informe final de la comisión de ajuste de la institucionalidad cafetera (16).
- El grado de especialización de la finca se define como el porcentaje del área en café con respecto al área de la finca, representa el grado de especialización e indica la importancia relativa del café como renglón productivo.

Tabla 1. Área en café en los departamentos y los municipios seleccionados.

Departamento (área sembrada en café)	Municipio	Área en café (ha)
Antioquia (125.212 ha)	Ciudad Bolívar	8.348
	Andes	8.583
	Fredonia	3.276
	Concordia	5.263
	Salgar	5.555
Caldas (91.421 ha)	Manizales	9.847
	Chinchiná	5.766
	Palestina	4.966
	Risaralda	6.650
Quindío (51.484 ha)	Armenia	5.160
	Calarcá	7.865
	Montenegro	5.431
	Quimbaya	7.521
Risaralda (62.052 ha)	Pereira	12.035
	Belén de Umbría	7.497
	Marsella	5.915
	Santa Rosa de Cabal	7.397
Tolima (106.131 ha)	Ibagué	7.969
	Fresno	8.055
	Líbano	10.585
Valle del Cauca (89.569 ha)	Sevilla	9.322
	Caicedonia	6.726
	Alcalá	2.227
	Trujillo	5.157
Cauca (61.603 ha)	El Tambo	6.565
	Timbío	3.689
Huila (76.123 ha)	Garzón	6.170
	Gigante	3.658
Total		187.198

- Para determinar cuál era la principal variedad cultivada, se estimó cuál de ellas cubría al menos el 60% del área cultivada en café.
- La variable fertilización se trató tanto de manera cuantitativa como cualitativa (al discriminar entre los caficultores que fertilizan y los que no lo hacen).

Las variables se agruparon según los objetivos del estudio en dos grupos: socioeconómicas y tecnológicas. Las Tablas 2 y 3 muestran las variables estudiadas en este trabajo, su tipo, escala de medición y categorías en el caso de las cualitativas.

Análisis de la información. Inicialmente se describió el comportamiento de las variables sin discriminar el sistema de producción (17). Para las variables cuantitativas se analizaron estadísticas tales como media, mediana, moda, desviación estándar y coeficiente de variación, además de histogramas y diagramas de caja.

En el caso de las variables cualitativas los análisis se llevaron a cabo mediante gráficos y tablas de frecuencia.

Posteriormente, las fincas fueron separadas de acuerdo al sistema de producción al que pertenecían: sol, sombra o semisombra; y nuevamente se analizaron sus principales características descriptivas, así como la asociación entre variables de tipo cualitativo mediante tablas de contingencia (no se presentan en este artículo).

Mediante técnicas multivariadas, tales como análisis de componentes principales y análisis de clasificación, se determinaron las asociaciones de carácter múltiple entre grupos de variables de tipo cuantitativo y se establecieron tipologías de caficultores con características semejantes.

Los principales objetivos del análisis de componentes principales son: generar nuevas variables que expresen la información

Tabla 2. Descripción de las variables socioeconómicas utilizadas en el estudio.

Variable	Unidad	Tipo de variable	Escala de medición	Categorías
Área de la finca	Hectárea (ha)	Cuantitativa	Razón	
Área en café	Hectárea (ha)	Cuantitativa	Razón	
Tipo de caficultor		Cualitativa	Ordinal	Minifundista (menos de 0,5ha en café) Economía campesina (entre 0,5 y 7ha en café)
Grado de especialización de la finca	%	Cuantitativa	Razón	
Edad del caficultor	Años	Cuantitativa	Razón	
Escolaridad del caficultor	Años cursados	Cuantitativa	Razón	
Género del caficultor		Cualitativa	Nominal	Masculino Femenino
Tamaño de la familia	Número de Personas	Cuantitativa	Razón	

Tabla 3. Descripción de las variables tecnológicas utilizadas en el estudio.

Variable	Unidad	Tipo de variable	Escala de medición	Categorías
Principal variedad cultivada		Cualitativa	Nominal	Colombia Caturra Típica Mezcla y otras variedades
Densidad	Árboles/ha	Cuantitativa	Razón	
Edad del cafetal	Años	Cuantitativa	Razón	
Fertilización	Kilogramos de fertilizante/ha/año	Cuantitativa	Razón	
Exposición solar		Cualitativa	Nominal	Sol Sombra Semisombra
Productividad	@/ha	Cuantitativa	Razón	

*@= una arroba equivale a 12,5kg

contenida en un conjunto de datos, reducir la dimensión del espacio donde están inscritos los datos, eliminar las variables (si es posible) que aporten poco al estudio del problema y facilitar la interpretación de la información contenida en los datos (4). El análisis de clasificación se realizó gracias al algoritmo jerárquico de Ward, que minimiza la pérdida de información cuando se unen dos grupos (11) en un procedimiento similar al análisis de varianza. Éste se basa en la reducción mínima de la misma, reúne las parejas de elementos tales que conservan al máximo la información de la nube resultante (12); y da como resultado clases cuya inercia intragrupo debe ser baja y una inercia intergrupos elevada.

El algoritmo trabajado en la construcción de las clases partió de las coordenadas factoriales del Análisis de Componentes Principales (A.C.P.) previo. Posteriormente se hizo una selección para obtener las categorías mejor tipificadas mediante abandono de los últimos ejes factoriales (13); luego se agregaron los individuos, se clasificaron en grupos, y se dio lugar al dendrograma o árbol jerárquico.

Este último fue ‘cortado’ para crear una o más particiones y en cada partición un cierto número de clases, las cuales se describieron finalmente (2).

Para cada subsistema se realizó el análisis multivariado de la siguiente manera:

- Mediante la matriz de correlaciones se determinó si existía una estructura subyacente entre las variables asociadas a los aspectos socioeconómico y tecnológico.
- Si evidentemente existía tal estructura, se realizó el A.C.P. para las variables asociadas al aspecto tecnológico.
- También se realizó el análisis de clasificación para las variables asociadas al aspecto tecnológico.
- Las clases encontradas en el paso anterior, se convirtieron en las categorías de una nueva variable cualitativa denominada **clases tecnológicas** mediante un procedimiento de recodificación; dicha variable permitió

indicar la posición de cada finca o caficultor en el aspecto tecnológico.

- Se realizó el A.C.P. para las variables asociadas al aspecto socioeconómico, pero se proyectó como ilustrativa la variable indicadora de pertenencia al aspecto tecnológico; lo que enriquece el análisis y permite encontrar asociaciones entre los dos aspectos de interés.
- Se llevó a cabo el análisis de clasificación para el aspecto socioeconómico (ya enriquecido por la variable indicadora del aspecto tecnológico), y se describieron dichas clases.
- En el caso en el cual la matriz de correlaciones no detectó una estructura subyacente entre las variables asociadas a los aspectos socioeconómico y tecnológico, se realizó el A.C.P. y el análisis de clasificación, para cada aspecto por separado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción socioeconómica de los caficultores. En este trabajo las variables socioeconómicas: género, edad del caficultor,

escolaridad, tamaño de la familia, área de la finca, área en café, grado de especialización de la finca y tipo de caficultor, ayudan a explicar las tecnológicas, además de “permitir trazar un puente con otros cuestionarios y poner en relación los resultados obtenidos” (15). La Tabla 4 muestra los estadísticos de las variables socioeconómicas analizadas.

Del total de caficultores entrevistados, la tercera parte pertenece al género femenino, cifra que coincide con los trabajos realizados por Duque y Bustamante (5) en el departamento de Caldas y por Guarín (9) en Risaralda. No obstante, esta cifra resulta muy elevada si se tiene en cuenta que Duque y Chaves (6) encontraron que este género en su “Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café”, realizado en nueve departamentos colombianos, constituía un 13,2% de los encuestados. Estos resultados sugieren la existencia de una tendencia creciente en la participación del género femenino en la administración y la toma de decisiones en las fincas cafeteras.

En promedio, los caficultores encuestados tenían 53 años de edad, y aunque la variable presentó un amplio rango equivalente a 68 años (mínimo de 20 y máximo de 88) también

Tabla 4. Estadísticos de las variables socioeconómicas utilizadas en el estudio.

Variable	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)	Mín.	Máx.	Mediana	Moda
Área de la finca	3,3	5,3	161,6	0,1	79,0	2,3	3,0
Área en café	2,1	1,6	76,9	0,1	6,9	1,7	1,0
Grado de especialización de la finca	83,2	24,0	28,9	7,0	100,0	76,7	100,0
Edad del caficultor	53	13,1	24,9	20	88	52	45
Escolaridad	5	4,1	82,0	0	19	4,0	5,0
Tamaño de la familia	5	2,3	48,5	1	16	4	4

tuvo el menor coeficiente de variación entre las variables analizadas (24,9%), lo que indica que la edad del caficultor tiende a estar más concentrada alrededor de su correspondiente valor promedio que en las otras variables (Tabla 4).

Al comparar estos hallazgos con los registros realizados por Duque y Chaves (6), se evidencia el envejecimiento del productor de café, ya que en el citado documento se encontró que la media era de 46 años y que un 62,5% de los caficultores tenían 50 años o menos, mientras que en este caso el porcentaje fue del 47,5% y la media de 53 años.

Lo anterior y el hecho de que menos de un 20% de las personas entrevistadas eran menores de 40 años pueden indicar una falta de relevo generacional, lo cual implicaría una posible barrera en la adquisición de tecnologías modernas de producción.

El promedio de los años de educación formal para los caficultores fue de 5 años; valor mayor al reportado por La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (7) a nivel nacional en 1998, que fue de 3,7 años. En este estudio, los resultados obtenidos para esta variable (Figura 1) coinciden con

los encontrados por Duque y Chaves, por ejemplo: 72,8% de los encuestados tenían primaria completa o incompleta, 16,3% bachillerato completo o incompleto y un 3,7% estudios técnicos y/o universitarios (6). Según Metcalf (14), la aceptación de una innovación es más rápida a medida que es mayor el nivel educativo del agricultor, situación que podría considerarse desfavorable en este caso.

Más de la mitad de las familias están constituidas por cuatro o menos personas (Figura 2), lo cual indicaría una tendencia a la disminución en el tamaño de las mismas, ya que en 1996 los porcentajes eran de 42,5% para familias con cuatro o menos miembros, de 31,5% para aquellas con cinco o seis miembros, y de 26% para familias con más de seis personas (6)

El área de la finca varió entre 0,1 y 79ha, con una media de 3,3 y un coeficiente de variación de 161,6%, el cual indica que ésta es la variable que presenta la mayor dispersión entre las estudiadas, lo que sugiere pocos valores mayores de 8ha que hacen que la media se desplace hacia la derecha.

El área mínima cultivada en café es de 0,1ha y la máxima de 6,9ha, la mediana de

Figura 1.
Años de escolaridad del caficultor.

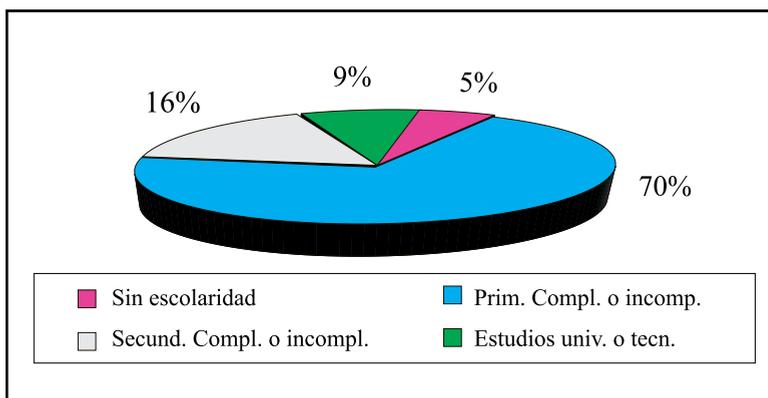
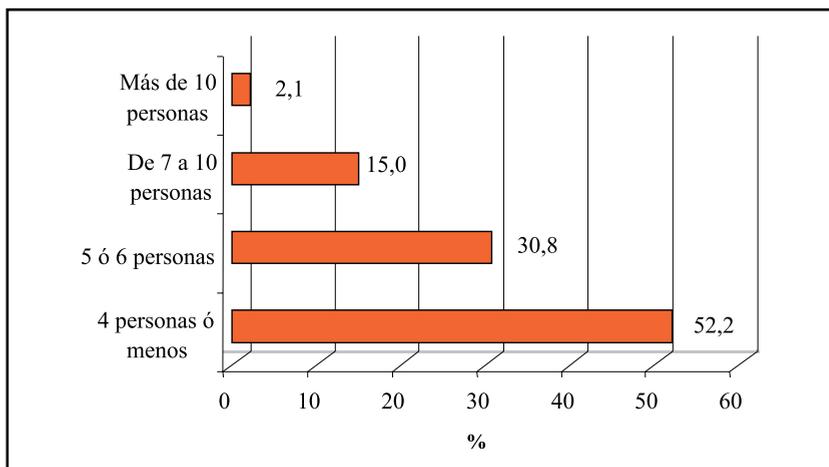


Figura 2.
Tamaño de
la familia del
caficultor.



esta variable es 1,7, la moda 1,0 y la media 2,1ha, lo cual significa que esta variable es menos heterogénea que la anterior. Esto se verifica al observar que el área cultivada en café con respecto al área de la finca tiene un menor coeficiente de variación (76,9%).

De acuerdo con la información reportada en la Tabla 6, el grado de especialización de la finca es alto (media de 83,2%) con una de las dispersiones más bajas (CV=28,9%) entre las variables analizadas. Además, se observó una alta dependencia del café como renglón productivo generador de ingresos para la finca (monodependencia).

Se destaca que al menos el 50% de las fincas tienen un porcentaje de especialización de 76,7% o mayor (mediana) y que el valor más frecuente para esta variable fue de 100% (moda), lo que muestra lo frecuente que es encontrar toda la finca dedicada a este renglón productivo, lo cual podría deberse al tamaño pequeño de los predios.

Se encontró que el 89% de los caficultores correspondió a la categoría “economía campesina”, mientras que el 11% restante se ubicó en la de minifundistas (16).

Descripción de variables tecnológicas. Las variables consideradas como de carácter tecnológico fueron: exposición solar, variedad, densidad de siembra, edad de los cafetales, fertilización y productividad. La Tabla 5 muestra los estadísticos para las variables de tipo continuo.

Para analizar la variable exposición solar, se consideraron tres categorías: caficultura a plena exposición solar, caficultura a la sombra y caficultura a la semisombra, de acuerdo con los criterios de los integrantes del Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros. Es importante mencionar que para las calificaciones de sombra y semisombra, no se especificó la intensidad de la misma.

Al observar los porcentajes de cada una de ellas fue evidente que más de la mitad de los cultivadores (52%) tiene sus cultivos de café a plena exposición solar, valor mayor al 43% reportado por Duque y Chaves (6), y menor al encontrado por Guarín (9), 76% a plena exposición.

En cuanto a las variedades cultivadas se destaca que el 46,3% del área total sembrada en café correspondió a la variedad Caturra

Tabla 5. Estadísticos de las variables tecnológicas utilizadas en el estudio.

Variable	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)	Mín.	Máx.	Mediana	Moda
Densidad (árboles/ha)	5.015,1	1.425,3	28,4	1.300,0	10.000,0	5.000,0	5.000,0
Edad del cafetal (años)	6,7	6,2	92,3	0,5	50,0	5,0	4,0
Fertilización (kg.ha ⁻¹ .año ⁻¹)*	553,8	452,6	81,7	0,0	2.478,0	500,0	0,0
Productividad (@.ha ⁻¹) **	105,0	63,6	60,6	3,0	400,0	100,0	100,0

*Se incluyeron tanto los caficultores que fertilizan como los que no lo hacen.

** Una arroba (@) equivale a 12,5kg.

y el 43,7% a la variedad Colombia. Para los mismos departamentos, en la encuesta nacional cafetera (7) se reportaron los siguientes datos: Caturra 47,8%, Colombia 28,6% y Típica 23,6%.

Las cifras anteriores permiten plantear que probablemente la variedad Colombia ha ganado presencia a expensas de las reducciones en área de la variedad Típica, lo cual podría ser explicado en el sentido de que los caficultores han buscado tecnificar sus cafetales incrementando el uso de variedades de porte bajo.

El promedio de densidad de siembra fue de 5.015 árboles por hectárea, con una mediana igual a la moda, de 5.000 árboles por hectárea. El rango observado osciló entre 1.300 y 10.000 árboles por hectárea, y el coeficiente de variación fue relativamente bajo (28,4%) en comparación con las otras variables analizadas; lo que implica que los datos tienden a concentrarse alrededor del promedio.

Si se considera que el promedio general de la densidad de siembra varía entre 4.500 y 5.000 árboles por hectárea, para este estudio

la variable toma valores promedios un poco mayores; sin embargo, el rango observado muestra que una parte de los caficultores tiene densidades de siembra altas (mayores de 6.000 árboles por hectárea), lo cual es indicativo de una tendencia a la intensificación de los cafetales.

Para aquellas fincas cuyas densidades de siembra son menores de 3.500 árboles por hectárea, la variedad predominante fue la Típica, lo cual se concluyó al realizar la prueba de independencia (P valor = 0,0).

El promedio de edad de los cafetales fue de 6,7 años, lo cual desde un punto de vista general puede considerarse como una caficultura que tiende al envejecimiento y que implica la existencia de un 22% de lotes mayores de 8 años, lo que podría afectar la competitividad de la finca al reducirse la productividad de la misma.

Debe resaltarse que aunque en el 90% de las fincas se siembran variedades de porte bajo, con 5.015 árboles por hectárea, en promedio, las edades observadas muestran tendencia al envejecimiento de la caficultura.

El 75% de los caficultores (cuartil 3) utilizan 800 ó menos kilogramos de fertilizante por hectárea al año, mientras que el 25% restante se mueve entre más de 800 y 2.478kg. Para evaluar la fertilización, lo adecuado hubiera sido establecer las cantidades aplicadas de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, pero ante la dificultad que los caficultores tuvieran presentes tales valores, se optó por preguntar el total de kilogramos aplicados por hectárea por año, con el propósito de tener un indicador que ayudara a comprender algunos aspectos relacionados con esta práctica.

Al cruzar la variable fertiliza (sí – no) con el tipo de exposición solar, se observó que las personas que no fertilizan se asocian a la sombra o a la semisombra, mientras que las que fertilizan pertenecen al subsistema plena exposición solar (P valor = 0,0056).

Al analizar las cantidades de fertilizante utilizadas únicamente por el grupo de los que sí fertilizan, se encontró que la media anual fue de 678,6kg.ha⁻¹, con un coeficiente de variación del 60%. En la caracterización de los caficultores que no fertilizan sus cultivos, fue evidente que los productores pertenecientes a este grupo presentan en general las siguientes particularidades: el 26,7% de ellos son minifundistas y el 17,3% de economía campesina, el 53,8% siembran variedad Típica, un 28,9% siembra a la sombra y un 40% de estos caficultores tienen 51 años o más, el 42,9% no tiene ningún tipo de escolaridad y el 21,3% de ellos tienen de 7 a 10 personas por familia.

La productividad se analizó con relación al año 2001 y varió entre 3 y 400@.ha⁻¹ de café pergamino seco (c.p.s.), con una media de 105 unidades, mayor al promedio nacional que es de 90@.ha⁻¹ de c.p.s. (7) (Tabla 5). Aproximadamente la tercera parte de las fincas presentó productividades entre 50 y 100@.ha⁻¹ de c.p.s. durante ese año,

mientras que un 22,5% tuvo productividades bajas equivalentes a 50 ó menos arrobas por hectárea; en contraste, sólo el 5,8% de las fincas mostró productividades superiores a 200@.ha⁻¹.

Sistema de producción

Subsistema café al sol

Análisis de componentes principales (A.C.P.) para el aspecto tecnológico. La matriz de correlaciones indicó la existencia de una estructura subyacente en la información entre las variables asociadas al aspecto tecnológico y aquellas relacionadas con el socioeconómico (3).

Al evaluar de manera independiente las correlaciones existentes entre las variables asociadas a la tecnificación se observó que el A.C.P. es procedente, según el índice de esfericidad de Bartlett (8), de la medida de adecuación muestral MSA global (18) y de las correlaciones parciales.

El análisis de componentes principales se llevó a cabo utilizando como activas las variables cuantitativas que se relacionan con la tecnificación, así como la variedad, como variable “explicativa” o nominal ilustrativa.

Se decidió retener dos factores basados en los criterios del histograma de valores propios (explica el 73,4% de la variabilidad de la nube de individuos) y de la raíz latente.

El primer plano factorial (mapa factorial) conformado por el primer y segundo factor, permite interpretar bidimensionalmente la realidad multivariante (determinada por todas las variables activas) lo que facilita mediante relaciones geométricas (distancias y ángulos) establecer asociaciones entre

variables e individuos (10). Al tener en cuenta que la cantidad de varianza con que contribuye cada variable a la solución final es superior del 70% (comunalidades), se concluye que todas las variables (Figura 3) se encuentran bien representadas sobre el plano, y se destaca que las cuatro variables activas se encuentran bien representadas. La fertilización y la productividad están fuertemente relacionadas entre sí. De igual forma, la densidad de siembra y la edad del cafetal están relacionadas de manera inversa.

Las variables nominales ilustrativas indican que las altas densidades y los cafetales más jóvenes se asocian con la variedad Colombia, y los cafetales viejos y poco densos con la variedad Típica principalmente, y con la variedad Caturra en menor medida. Generalmente, las mezclas no se fertilizan y tienden a ser poco productivas.

En el **análisis de clasificación jerárquica para el aspecto tecnológico en el subsistema al sol**, el histograma de índices de nivel sugirió tomar tres clases, pues dichos grupos permitieron una muy clara definición, así (2):

Clase 1: Está conformada por el 7,5% de los caficultores, que se caracterizan principalmente porque el 90,9% cultivan variedad Típica, y que constituyen el 47,6% de la clase. La media de edad de sus cafetales está muy por encima de la media general (25,8 vs. 6,5 años), mientras que la fertilización (217,9 vs. 606,7kg.ha⁻¹.año⁻¹), la productividad (58,0 vs. 116,6@.ha⁻¹) y la densidad de los cafetales (3.143,0 vs. 5.069,4 árboles/ha), están muy por debajo de la media respectiva para cada variable.

Clase 2: Constituida por el 56,6% de los caficultores, los cuales poseen fincas con

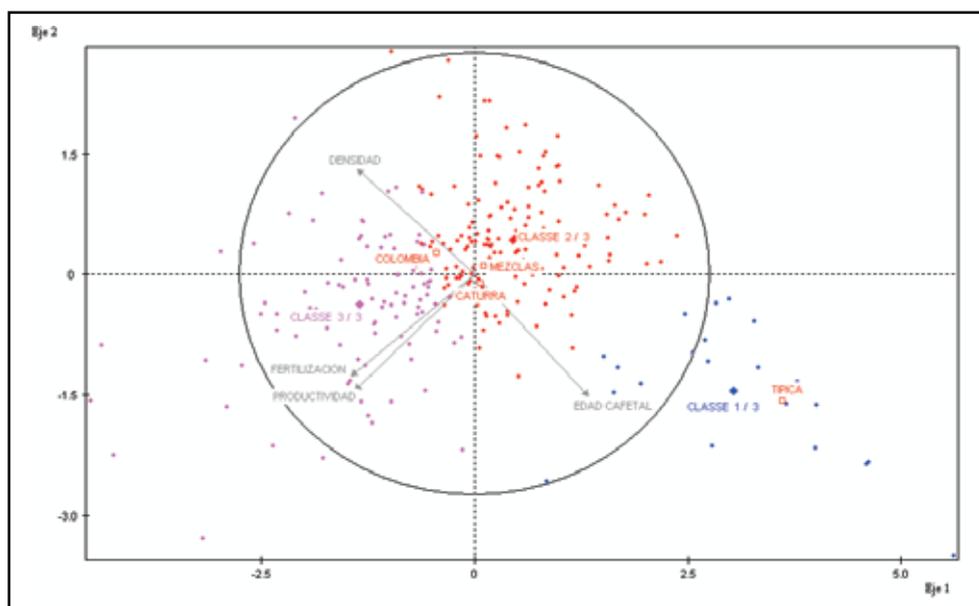


Figura 3. Primer plano factorial (ejes 1 y 2) subsistema al sol, aspecto tecnológico. Nube de puntos individuos (clase 1 en azul, clase 2 en rojo, clase 3 en fucsia).

cafetales cuya edad media es estadísticamente menor a la general (5,4 vs. 6,5 años), el promedio de densidad, menor que el global (4.843,8 vs. 5.069,6 árboles/ha), al igual que la productividad y la fertilización (92,1 vs. 116,6@.ha⁻¹ y 379,8 vs. 606,7kg.ha⁻¹año⁻¹, respectivamente).

Clase 3: Finalmente, la tercera clase la integra el 35,8% de los caficultores, que se caracterizan porque el 49% siembra variedad Colombia y por poseer valores estadísticamente mayores a las medias globales en fertilización, productividad y densidad (1.046,9kg, 167,5@.ha⁻¹ y 5.831,0 árboles/ha respectivamente), así como poseer cafetales jóvenes (4,2 años en promedio).

La Figura 3 muestra la asociación a la clase 3 de los individuos con mayores producciones, densidades de siembra y fertilizaciones, pero con menores edades del cafetal; así como las asociaciones de los de la primera clase con cafetales viejos y variedad Típica.

Con base en los resultados del análisis de clasificación se construyó una nueva variable nominal denominada clases tecnológicas, la cual posee tres categorías: La primera la constituyen las fincas de la clase 1 del análisis de clasificación anterior que se llamó ‘no tecnificadas’; la segunda clase ‘poco tecnificadas’, constituyó la siguiente categoría; mientras que la tercera clase estuvo conformada por las fincas ‘tecnificadas’.

Para el **análisis de componentes principales para el aspecto socioeconómico en el subsistema al sol**, la variable indicadora clases tecnológicas se proyectó como ilustrativa en un nuevo A.C.P. donde las activas fueron las variables socioeconómicas, y como ilustrativas además de la variable clases tecnológicas, estuvieron la tipología de los caficultores y el género.

En el A.C.P. se decidió evaluar los dos primeros ejes factoriales ya que el histograma de valores propios mostró que únicamente éstos son superiores al valor propio medio (1.002), además dichos factores explican el 63,4% de la inercia de la nube de individuos.

El primer plano factorial permitió observar que el área de la finca y el área en café están fuertemente correlacionadas entre sí, pero son independientes de la edad del caficultor y del grado de escolaridad (los cuales tienen alta correlación negativa). Los predios sin tecnificar tienden a asociarse con los caficultores de mayor edad y con menor escolaridad, mientras que los más jóvenes se asocian con los tecnificados y con mayor escolaridad (Figura 4).

En el análisis de clasificación se encontraron tres clases así:

Clase 1: Conformada por el 50,2% de los caficultores. Esta clase reúne el 66,7% de los minifundistas (15,7% de la clase) y al 58,2% de las fincas poco tecnificadas (65,7% de la clase), y desde el punto de vista de las variables cuantitativas se caracteriza por presentar una media de edad del caficultor y un tamaño de familia superiores a las generales (59,1 vs. 52,6 años y 4,9 vs. 4,4 personas), mientras que en la escolaridad, área en café y área de la finca presentan valores menores al promedio global: 2,8 vs. 5,1 años, 1,5 vs. 2,3ha y 2,1 vs. 3,1ha, respectivamente. Por tanto, pueden clasificarse como los dueños de fincas poco tecnificadas.

Clase 2: Constituida por el 29,4% de los caficultores. Esta clase posee un 36% de los predios tecnificados - los cuales representan el 44% de la clase - son aquellos que en general siembran variedad Colombia y que presentan valores estadísticamente superiores a las medias globales en fertilización, productividad y densidad, y que poseen cafetales jóvenes.

Las personas de este grupo se asocian con un mayor promedio de escolaridad (7,7 vs. 5,1 años), mientras que los promedios del área del cafetal, área de la finca, tamaño de la familia y edad del caficultor, son menores a los generales correspondientes (1,9 vs. 2,3ha, 2,3 vs. 3,1ha, 3,8 vs. 4,4 personas y 41,2 vs. 52,7 años).

Clase 3: La conforma el 20,4% de las personas que siembran café al sol, y que se ubican dentro de la categoría de economía campesina. Casi la mitad de dicha clase son caficultores que poseen un promedio de escolaridad superior a la media general (7,0 vs. 5,1 años), y son dueños de fincas tecnificadas. Dichas fincas tienen un área total, así como un área en café por encima del promedio global (7,0 vs. 3,1ha y 4,8 vs. 2,3ha, respectivamente).

De lo anterior, se concluye que las fincas sin tecnificar o con poca tecnificación tienden a estar en la clase 1, la cual se asocia a minifundistas y a caficultores con un promedio de 59 años, con familias grandes y con poca escolaridad; mientras que las clases 2 y 3 reúnen un mayor porcentaje de fincas tecnificadas, las cuales se asocian principalmente con un mayor grado de escolaridad de sus dueños (Figura 4). Además, es claro que el género no discrimina por clases.

Subsistema café con semisombra

Análisis de componentes aspecto tecnológico.

Se observó que la fertilización y la productividad están fuertemente relacionadas entre sí y son independientes de la densidad y edad del cafetal. Así mismo, esta última muestra una fuerte correlación inversa con la densidad. Las altas densidades y los cafetales más

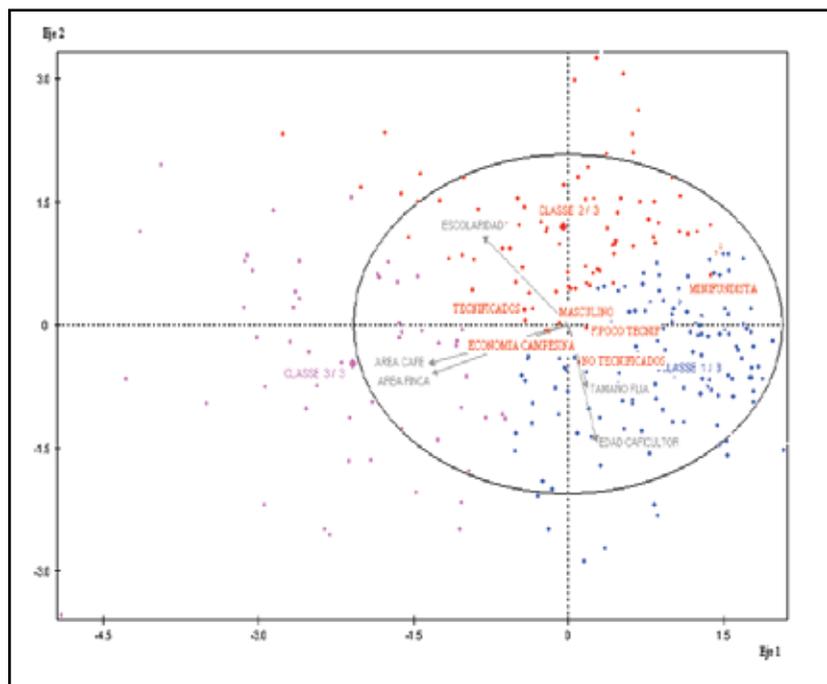


Figura 4. Primer plano factorial (ejes 1 y 2). Subsistema al sol, aspecto socioeconómico. Nube de puntos individuos (clase 1 en azul, 2 en rojo y 3 en fucsia).

jóvenes se asocian con la variedad Colombia, mientras que los cafetales viejos y poco densos están relacionados con la variedad Típica principalmente, y en menor medida con la variedad Caturra (Figura 5).

Así mismo, el análisis de clasificación determinó la posibilidad de tener dos tipologías de caficultores:

Clase 1: Conformada por el 48,85% de los caficultores que se caracterizan principalmente porque el 62,5% de ellos siembra variedad Caturra (Figura 5); además, tienen en común que el promedio de la edad de sus cafetales está por encima de la media general, mientras que la fertilización, la productividad y la densidad de los mismos se encuentra por debajo del promedio general. A esta clase se le denominará, para efectos de resumir información al momento de elaborar la

variable indicadora, como No Tecnificados (Tabla 6).

Clase 2: Está constituida por el 51,15% de los caficultores, de los cuales un 64,2% siembra variedad Colombia (Figura 5) y presentan valores estadísticamente superiores a los globales en densidad, fertilización y productividad. Se caracterizan además por poseer cafetales jóvenes. Esta clase se denominó Tecnificados (Tabla 6).

Las clases obtenidas sirvieron como base para constituir las categorías No Tecnificados y Tecnificados de una nueva variable nominal denominada clases tecnológicas, la cual resume la información de esas variables y sirve como indicadora en un nuevo A.C.P., donde las activas fueron las variables socioeconómicas: área de la finca, área en café, edad del caficultor, escolaridad y tamaño de la familia,

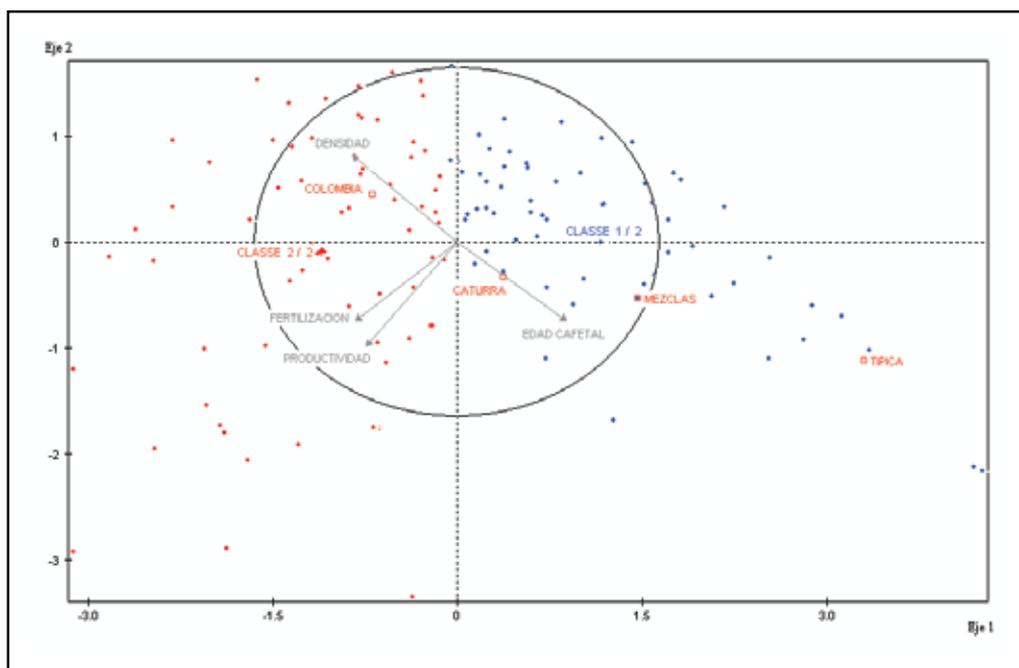


Figura 5. Primer plano factorial (ejes 1 y 2). Subsistema semisombra, aspecto tecnológico. Nube de puntos individuos (clase 1 en azul y clase 2 en rojo).

Tabla 6. Caracterización de las clases por las variables cuantitativas. Subsistema semisombra, aspecto tecnológico.

Clases	V. test	Prob	Medias		Desv. Estándar		Variable
			Clase	General	Clase	General	
Primera clase	5,37	0,000	9,8	6,9	7,1	6,1	Edad del cafetal
	-6,34	0,000	55,6	86,8	29,4	54,9	Productividad
	-6,97	0,000	3.966,7	5.054,4	1.078,9	1.734,4	Densidad
	-7,04	0,000	236,6	526,5	254,0	459,0	Fertilización
Segunda clase	7,04	0,000	803,4	526,5	439,6	459,0	Fertilización
	6,97	0,000	6.093,4	5.054,4	1.610,7	1.734,4	Densidad
	6,34	0,000	116,6	86,8	57,0	54,9	Productividad
	-5,37	0,000	4,1	6,9	2,7	6,1	Edad del cafetal

mientras que como ilustrativas además de la variable clases tecnológicas, se utilizaron la tipología de los caficultores y el género.

Para el análisis de componentes principales para el aspecto socioeconómico en el subsistema a la semisombra, el primer plano factorial permitió observar que el área de la finca y el área en café están correlacionadas, al igual que el área en café y la escolaridad, y en menor medida la escolaridad y el área de la finca. De igual forma, las fincas tecnificadas se asocian con los caficultores con mayor escolaridad y más jóvenes (Figura 6).

El segundo plano factorial (ejes 1 y 3) mostró que el tamaño de la familia es independiente del tamaño de la finca, el área en café y el grado de especialización; además dicha variable no se muestra asociada con la tecnificación. En el tercer plano factorial (ejes 2 y 3), el tamaño de la familia y la edad del caficultor son independientes, pero esta última se asocia con el grado de tecnificación, y son los caficultores más jóvenes aquellos más tecnificados.

En el análisis de clasificación para el aspecto socioeconómico en el subsistema café con semisombra, el histograma de

índices de nivel determinó la presencia de dos tipologías de individuos, así:

Clase 1: Conformada por el 77,10% de los caficultores. Esta clase contiene el 100% de los minifundistas (12,87% de la clase) y el 84,38% de los dueños de predios no tecnificados (53,47% de la clase), o sea que en general este grupo siembra variedad Caturra, y el promedio de la edad de sus cafetales está por encima de la media general, mientras que la fertilización, la productividad y la densidad de los mismos está por debajo del promedio. Además, esta clase se caracteriza por tener área de la finca, área en café y escolaridad menores a la media general (Tabla 7 y Figura 6).

Clase 2: Constituida por el 22,90% de los caficultores, los cuales son de economía campesina (100%) y un 66,7% de ellos poseen fincas tecnificadas (que en general siembran variedad Colombia y presentan valores estadísticamente superiores a los globales en densidad, fertilización y productividad, así como por poseer cafetales más jóvenes). En general, este grupo posee fincas y área en café mayores que el promedio global, así como mayor escolaridad (Tabla 7 y Figura 6).

Tabla 7. Caracterización de las clases por las variables cuantitativas. Subsistema a la semisombra, aspecto socioeconómico.

Clases	V. test	Prob	Medias		Desv. estándar		Variable
			Clase	General	Clase	General	
Primera clase	-6,50	0,000	1,8	3,0	1,5	4,0	Área de la finca
	-7,58	0,000	6,3	5,4	3,1	5,0	Escolaridad
	-9,07	0,000	1,4	2,1	0,9	1,7	Área en café
Segunda clase	9,07	0,000	4,7	2,1	1,4	1,7	Área en café
	7,58	0,000	11,5	5,4	5,4	5,0	Escolaridad
	6,50	0,000	7,2	3,0	6,4	4,0	Área de la finca

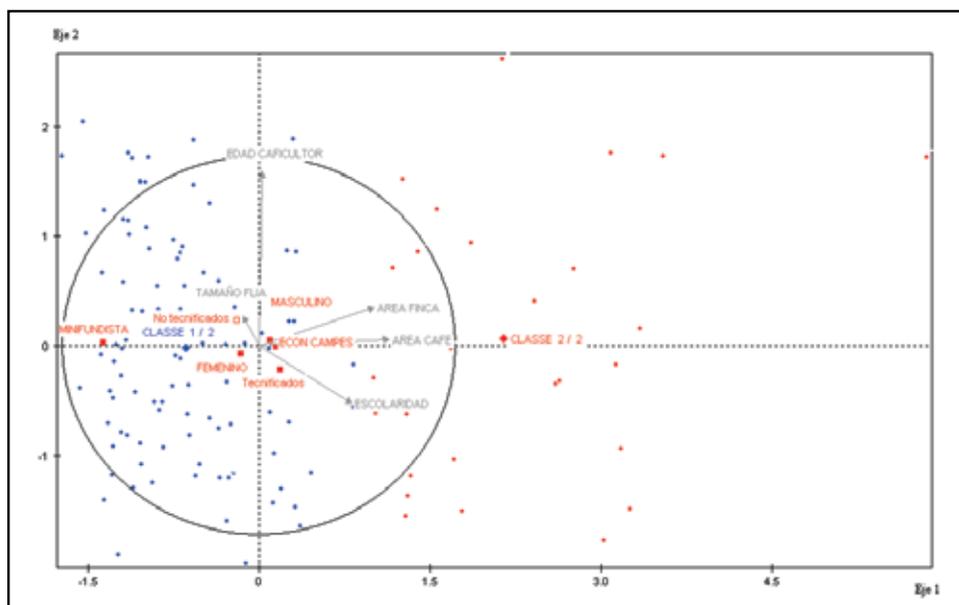


Figura 6. Primer plano factorial (ejes 1 y 2). Subsistema a la semisombra, aspecto socioeconómico. Nube de puntos individuales (clase 1 en azul, clase 2 en rojo).

Subsistema café a la sombra

Para este subsistema no se encontró asociación entre las variables del tipo tecnológico y aquellas del aspecto socioeconómico, o sea que son independientes.

El análisis de componentes principales para las variables asociadas al aspecto tecnológico

destacó que las cuatro variables activas se encuentran bien representadas, y se observó que la fertilización y la productividad están relacionadas entre sí, así como la densidad y de la edad del cafetal. Estas últimas también muestran una fuerte correlación entre ellas, pero inversa.

Las variables nominales ilustrativas indican que las altas densidades y los cafetales más jóvenes se asocian con la variedad Colombia y con las mezclas, mientras que los cafetales viejos y poco densos se asocian con la variedad Típica (Figura 7).

Las tres clases obtenidas gracias al histograma de índices de nivel mostraron tres clases que se describen a continuación (Tabla 8):

Clase 1: Esta clase contiene el 36,21% de los caficultores que siembran café a la sombra, y se caracterizan porque allí se encuentra el 49% de los cultivadores de variedad Colombia (61,9% de la clase), así como por presentar valores por encima de la media general en fertilización, productividad y densidad, pero edad del cafetal menor a la misma.

Clase 2: El 49,13% de los caficultores pertenecen a esta clase, los cuales en productividad y fertilización se encuentran por debajo del promedio global.

Clase 3: Agrupa el 14,66% de los caficultores, se caracteriza porque allí se encuentra el 66,7% de los cultivadores de variedad Típica (constituyen un 35,3% de la clase), presentan densidades y productividades muy por debajo de la media general, así como cafetales más viejos en promedio que los de los demás caficultores de este subsistema.

Análisis de componentes principales subsistema a la sombra, aspecto socioeconómico: Se trabajó el A.C.P. para las variables activas: área de la finca y en café, escolaridad, edad del caficultor y tamaño de la familia. El género y el tipo de caficultor lo hicieron como “explicativas”.

El histograma de valores propios indicó que únicamente los dos primeros valores propios superan el valor promedio, lo que explicaría el 67,3% de la inercia de la nube de individuos. Se destaca, como muestra la Figura 8, que la escolaridad tiene una alta correlación inversa con la edad del caficultor y el tamaño de la familia, y que éstas en

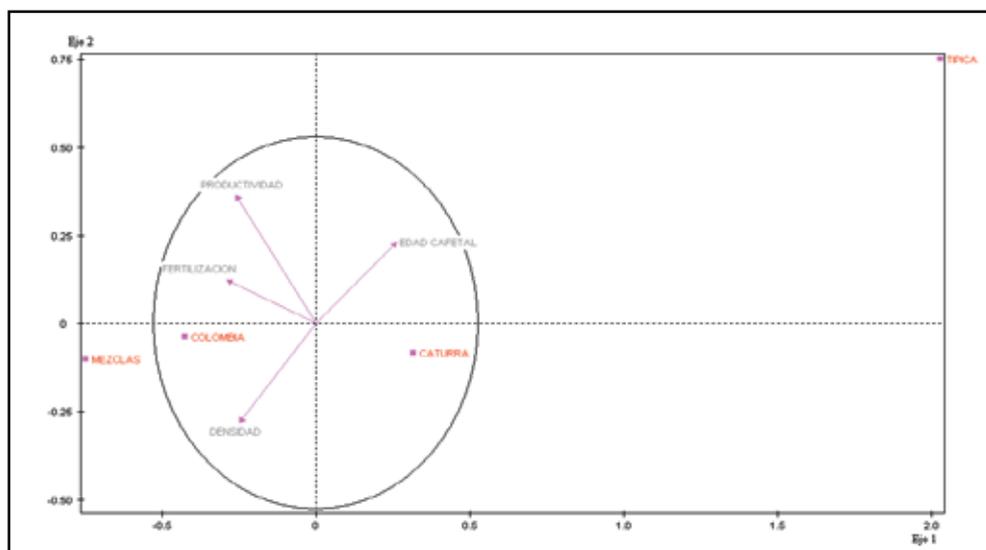


Figura 7. Primer plano factorial (ejes 1 y 2). Subsistema a la sombra, aspecto tecnológico. Variables cuantitativas activas en gris, variables ilustrativas en rojo.

Tabla 8. Caracterización de las clases por las variables cuantitativas. Subsistema a la sombra, aspecto tecnológico

C	V. test	Prob	Medias		Desv. estándar		Variable
			Clase	General	Clase	General	
Primera clase	7,67	0,000	856,7	456,1	373,0	421,9	Fertilización
	6,81	0,000	114,1	98,3	61,7	59,1	Productividad
	3,64	0,000	5.405,3	4.828,7	1.015,0	1.278,3	Densidad
	-3,80	0,000	4,5	7,1	2,3	5,5	Edad del cafetal
Segunda clase	-4,62	0,000	72,4	98,3	31,4	59,1	Productividad
	-6,11	0,000	211,7	456,1	222,8	421,9	Fertilización
Tercera clase	5,93	0,000	14,5	7,1	8,5	5,5	Edad del cafetal
	-2,73	0,000	61,9	98,3	37,7	59,1	Productividad
	-6,94	0,000	2.832,5	4.828,7	569,8	1.278,3	Densidad

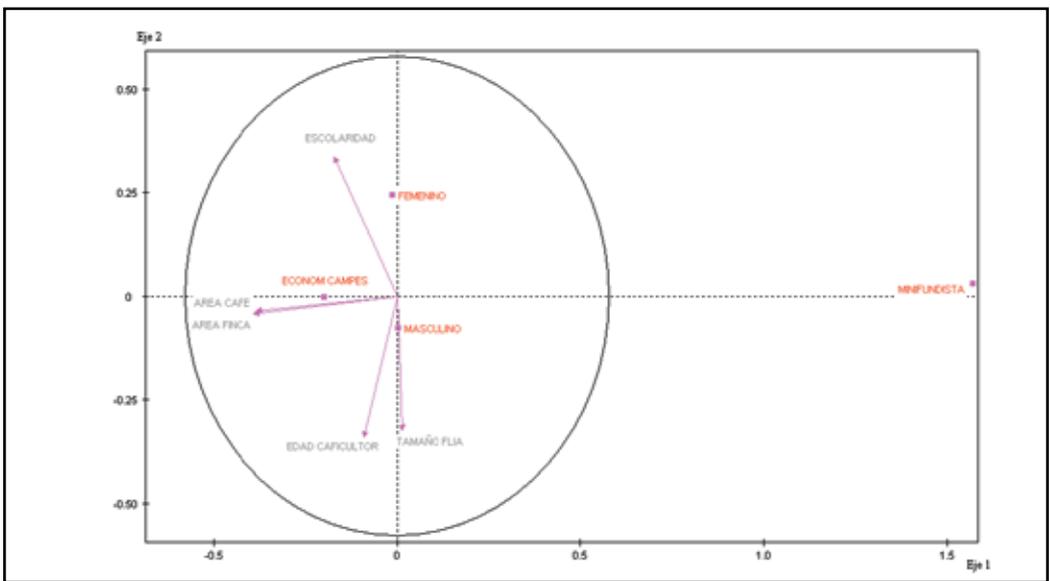


Figura 8. Primer plano factorial (ejes 1 y 2). Subsistema a la sombra, aspecto socioeconómico: variables cuantitativas activas en gris, variables ilustrativas en rojo

general son independientes del tamaño de la finca y del área en café.

Las tres clases obtenidas gracias al histograma de índices de nivel mostraron que la clase 1 contiene el 56,03% de los caficultores que siembran a la sombra, se caracteriza porque allí se encuentra el 92,31%

de los minifundistas (18,46% de la clase), así como por presentar valores por debajo de la media general en escolaridad, área en café y área de la finca (Tabla 9).

La segunda clase está constituida por el 11,20% de los caficultores, que tienen un promedio superior al general en edad del

caficultor, tamaño de la finca, tamaño de la familia y área en café cultivada; mientras que la tercera clase agrupa el 32,76% de los caficultores. En esta clase la escolaridad aparece como variable que caracteriza la población (Tabla 9), pues las personas pertenecientes a este grupo tienen en promedio con relación a la media general, 3 años más de educación, familias más pequeñas y áreas en café y de la finca mayores.

De acuerdo con los resultados pueden plantearse las siguientes conclusiones, las cuales deben ser interpretadas como válidas únicamente para los municipios bajo estudio y pequeños caficultores, durante el tiempo que se realizó el estudio:

- En los tres subsistemas estudiados se encontró que al menos la tercera parte de los caficultores llevan a cabo una caficultura tecnificada y productiva (35,8% al sol, 51,2% a la semisombra y 36,2% a la sombra), lo cual, sin duda los conduce a ser más competitivos.
- El hecho de observar niveles altos de tecnificación entre muchos pequeños productores de café, es un indicador claro que las tecnologías de producción de café

que determinan altas productividades son neutras a escala. Lo cual significa que el acceso a tecnologías de alta productividad no está restringido a altas escalas de operación (caficultores medianos o grandes).

- Con excepción del subsistema a la sombra, en los otros dos, los años de educación formal estuvieron asociados a cafetales tecnificados y productivos. Este hallazgo comprueba, al igual que en otros estudios, que la educación de los agricultores juega un papel fundamental en la forma como ellos conciben y estructuran sus sistemas de producción, buscando mayor productividad y mejor nivel de vida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a las siguientes instituciones:

- Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé.
- Disciplina de Economía de Cenicafé.
- Comité Departamental de Cafeteros de Caldas.
- Comité Departamental de Cafeteros de Quindío.

Tabla 9. Caracterización de las clases por las variables cuantitativas. Subsistema a la sombra, aspecto socio-económico

Clases	V. test	Prob	Medias		Desv. estándar		Variable
			Clase	General	Clase	General	
Primera clase	-4,80	0,000	2,9	4,2	1,9	3,5	Escolaridad
	-6,97	0,000	1,0	1,7	0,6	1,3	Área en café
	-7,53	0,000	1,2	2,3	0,8	1,8	Área de la finca
Segunda clase	5,93	0,000	9,3	5,4	2,3	2,5	Tamaño de la familia
	4,16	0,000	4,3	2,3	2,1	1,8	Área de la finca
	4,07	0,000	3,1	1,7	1,6	1,3	Área en café
	3,69	0,000	65,8	53,4	7,0	12,8	Edad del caficultor
Tercera clase	6,37	0,000	7,2	4,2	4,1	3,5	Escolaridad
	5,17	0,000	3,6	2,3	1,5	1,8	Área de la finca
	4,64	0,000	2,5	1,7	1,2	1,3	Área en café
	-4,94	0,000	3,8	5,4	1,6	2,5	Tamaño de la familia

Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda.

Comité Departamental de Cafeteros de Tolima.

Comité Departamental de Cafeteros del Valle del Cauca.

Comité Departamental de Cafeteros del Cauca.

Comité Departamental de Cafeteros de Huila.

Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

Universidad de Caldas.

Universidad Tecnológica de Pereira.

Sistema de información cafetera, encuesta nacional cafetera SICA. Bogotá, FNC, 1997. 178 p.

8. GONDAR N, J E. Análisis factorial. Madrid, España, 2000. Online Internet. Disponible en: www.estadistico.com/arts. [Consulta: 15 agosto. 2005].

9. GUARÍN P., C. M. Perspectivas de producción de fincas cafeteras del departamento de Risaralda bajo el actual entorno del sector. Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2004. 113 p. (Tesis: Maestría en Administración Económica y Financiera).

10. HAIR JR., J.F. ; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. Análisis multivariante. 5.ed. Madrid, Prentice Hall Iberia, 1999. 832 p.

11. JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 4.ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 1998. 816 p.

12. LANGRAND, C. Presentación de los métodos de clasificación. Red Presta 94. Caracas, Universidad Central de Venezuela - Université Libre de Bruxelles. 1994. 78 p.

13. LEBART, L.; MORINEAU, A.; LAMBERT, T.; PLEUVRET, P. Spad-n, Statistical Package for the Analyses of Data: Reference Manual. Paris, Editado por CISIA-CERESTA Paru. 1994. 414 p.

14. METCALF, D. La economía de la agricultura. Madrid, Alianza Editorial, 1974. 155 p.

15. MORINEAU, A.; ALUJA, T. Aprender de los datos: el análisis de componentes principales. Editorial Universitaria de Barcelona, Barcelona, 1a. ed. 1999. 176 p.

16. RAMÍREZ, L.F.; SILVA, G.; VALENZUELA, L.C.; VILLEGAS, A.; VILLEGAS, L.C. El café, capital social estratégico; informe final Comisión de Ajuste de la Institucionalidad Cafetera. Bogotá, FNC, 2002. 173 p.

17. SARAVIA, A. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. San José, IICA, 1985. 265 p.

18. VISAUTAV, B.; MARTORIC, J. C. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Vol. II. Estadística multivariante. 2.ed. Madrid, McGraw-Hill/ Interamericana de España, 2003. 348 p.

LITERATURA CITADA

1. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO - CIMMYT. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. México, Cimmyt. Programa de Economía, 1993. 88 p.

2. CRIVISQUI, E. Métodos de Clasificación. Red Presta 99. Université Libre de Bruxelles. Online Internet. Disponible en: www.ulb.ac.be/assoc/presta/Cursos. [Consulta el 4 de julio de 2005].

3. CRIVISQUI, E. Métodos de Componentes principales. Red Presta 99. Online Internet. Université Libre de Bruxelles. 199. Disponible en: www.ulb.ac.be/assoc/presta/Cursos. [Consulta el 4 de julio de 2005].

4. DÍAZ M., L. G. Estadística multivariada: inferencia y métodos. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2002. 529 p.

5. DUQUE O., H.; BUSTAMANTE G., F. Determinantes de la productividad del café. Chinchiná, Cenicafé, 2002. 54 p.

6. DUQUE O., H.; CHAVES C., B. Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 88 p.

7. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA.