

**VALORACIÓN CONTINGENTE DE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS DE LA
ZONA CAFETERA CENTRAL DE COLOMBIA**

CÉSAR ALBERTO SERNA GIRALDO

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2007**

**VALORACIÓN CONTINGENTE DE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS DE LA
ZONA CAFETERA CENTRAL DE COLOMBIA**

CÉSAR ALBERTO SERNA GIRALDO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**Director
I.A. HERNANDO DUQUE ORREGO
M.Sc. Economía Agrícola
Líder Departamental de Extensión Rural
Comité Departamental de Cafeteros de Caldas**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2007**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Manizales, 19 de noviembre de 2007

AGRADECIMIENTOS

El autor da primero que todo gracias a DIOS, y a las siguientes personas y entidades por la colaboración para el desarrollo del estudio:

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, Cenicafé. “Pedro Uribe Mejía”, por la financiación parcial de esta investigación.

Hernando Duque Orrego. Líder Departamental de Extensión Rural. COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS, por sus valiosas orientaciones y asesoría.

Hugo Mauricio Salazar. Ingeniero Agrónomo, Comité Departamental de Cafeteros de Caldas por su apoyo y aportes en el desarrollo del proyecto.

Carolina Aristizábal Arias. Economista Empresarial, MSc. Comité Departamental de Cafeteros de Caldas por su apoyo y aportes en el desarrollo del proyecto.

Carlos Ricardo Calle Archila, Disciplina Sistemas Cenicafé, por su colaboración durante todo el proyecto.

Andrés Duarte Cano por su asesoría y aportes en el desarrollo del informe.

Luis Fernando Salazar y Edgar Hincapié de la Disciplina de Suelos de Cenicafé por su asesoría durante la realización del proyecto.

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS, por el apoyo logístico en el trabajo de campo.

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE RISARALDA, por el apoyo logístico en el trabajo de campo.

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DEL QUINDÍO por el apoyo logístico en el trabajo de campo.

Personal del Servicio de Extensión de los citados Comités, que realizaron el proceso de captura de la información en campo.

A todas las personas que de una u otra manera aportaron al trabajo y que por espacio no se alcanzan a incluir.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	14
1.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. REVISIÓN DE LITERATURA	17
3.1 IMPORTANCIA DE LA CAFICULTURA EN COLOMBIA	17
3.2 EROSIÓN Y SU IMPACTO EN LA CAFICULTURA Y PARA LA ZONA DE ESTUDIO	17
3.3 ASPECTOS LEGALES, EFECTOS <i>OFF-SITE</i> Y OTROS TEMAS ASOCIADOS A LA EROSIÓN DEL SUELO	20
3.4 LA EROSIÓN DEL SUELO Y SUS EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS	22
3.5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE RECURSOS AMBIENTALES Y EL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE	25
4. MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1 LOCALIZACIÓN	30
4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
4.3 POBLACIÓN OBJETIVO	31
4.4 UNIDAD DE MUESTREO	32
4.5 TIPO DE MUESTREO	32
4.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	34
4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	35
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
5.1 CONDICIONES AMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
5.1.1 Altitud y promedio de precipitación en la finca	38
5.2 INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	38
5.2.1 Tipo de tenencia de tierra	38
5.2.2 Función y género del encuestado en la finca	39
5.2.3 Edad del encuestado	39
5.2.4 Educación formal	40
5.2.5 Experiencia como caficultor y tiempo dedicado en la finca actual	40
5.3 INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE LA TIERRA	41
5.3.1 Tamaño de la finca (por área en café)	41
5.3.2 Participación del área en café sobre el área total de la finca	42
5.3.3 Área en otros cultivos	42
5.3.4 Última vez que sembró café en la finca	43
5.3.5 Variedades de café que tiene sembrada en la finca	43
5.3.6 Pendiente de la finca, clase y promedio	44

5.4	ASPECTOS RELACIONADOS CON LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	45
5.4.1	Densidad de siembra del café	45
5.4.2	Edad del cultivo del café	45
5.4.3	Sombrío y tipo de crecimiento	45
5.4.4	Cultivos asociados o transitorios al café en la finca	46
5.4.5	Tipo de caficultura	47
5.4.6	Fertilización del café	47
5.4.7	Producción de café en la finca	47
5.5	CONOCIMIENTO, CALIFICACIÓN, PRÁCTICAS ASOCIADAS A LA EROSIÓN Y DISPOSICIÓN PARA INVERTIR EN SU PREVENCIÓN Y CONTROL	47
5.5.1	Conocimiento, fuentes de información, signos, causas, otros	47
5.5.1.1	Conocimiento acerca de la erosión	47
5.5.1.2	A través de quién obtuvo ese conocimiento	48
5.5.1.3	Signos de erosión observados en las fincas	48
5.5.1.4	Causas de la erosión del suelo	49
5.5.2	Valoración del suelo por parte del caficultor	49
5.5.2.1	Gravedad de la erosión del suelo	50
5.5.2.2	Intensidad de la erosión que afecta los suelos de las fincas del estudio	50
5.5.2.3	Grado de importancia de la erosión en la finca	51
5.5.2.4	Impacto económico por causa de la erosión	52
5.5.2.5	Opción de cambio de uso de la finca o algún lote para evitar la erosión	52
5.5.2.6	Disposición para invertir (DPI) en el control o prevención de la erosión de los suelos en la finca	52
5.5.2.7	Valor Monetario de la DPI en evitar o controlar la erosión del suelo	53
5.5.2.8	Valor comercial por hectárea de la finca	55
5.5.3	Conocimiento y aplicación de prácticas y tecnologías de manejo adecuado del suelo	56
5.5.3.1	Prácticas de conservación de suelo	56
5.5.3.2	Otras prácticas de manejo del suelo asociadas con la erosión	57
5.5.3.3	Utilización de la pulpa del café	59
5.6	VALORACIÓN CONTINGENTE DE LA EROSIÓN DEL SUELO	59
5.6.1	Calificación de la gravedad de la erosión (EROGRAV)	60
5.6.2	Calificación de la intensidad de la erosión de los suelos (INTERO)	60
5.6.3	Grado de importancia de la erosión en la finca (IMPERO)	61
5.6.4	Consideración de las pérdidas económicas causadas por la erosión (PERDERO)	62
5.6.5	DPI en evitar o controlar la erosión de los suelos en la finca	63
5.6.5.1	Significancia de la Prueba Chi-cuadrado	63
5.6.5.2	Chi-cuadrado y diagrama de dispersión de la DPI frente al valor de la finca	67
5.6.5.3	Valoración Contingente en función del nivel de educación del caficultor	68
6.	CONCLUSIONES	71
7.	RECOMENDACIONES	72
	BIBLIOGRAFÍA	74
	GLOSARIO	83

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación zona de estudio	30
Figura 2. Distribución fincas por departamento	31
Figura 3. Diagrama de desarrollo del proyecto	35
Figura 4. Función y género de los encuestados	39
Figura 5. Tamaño de las fincas según el área en café	41
Figura 6. Porcentaje del área en café sobre el área total de la finca	42
Figura 7. Medidas de tendencia central para la variable área en otros cultivos	43
Figura 8. Distribución del área por variedades de café sembradas	44
Figura 9. Distribución de las fincas según la utilización del sombrero	46
Figura 10. Signos de erosión observados en las fincas	49
Figura 11. Causas de la erosión del suelo atribuidas por los entrevistados	49
Figura 12. Gravedad de la erosión según calificación de los encuestados	50
Figura 13. Intensidad de la erosión de los suelos percibida en las fincas analizadas	51
Figura 14. Grado de importancia de la erosión en la finca	51
Figura 15. Pérdidas económicas causadas por la erosión	52
Figura 16. DPI en evitar o controlar la erosión del suelo	53
Figura 17. Disposición para invertir frecuencia acumulada y medidas de tendencia	54
Figura 18. Medidas de tendencia central para el valor comercial por ha de la finca	55
Figura 19. Utilización de algunas prácticas de conservación	57
Figura 20. Disposición para invertir con relación al porcentaje del área en café de la finca	64
Figura 21. Disposición para invertir con relación a la siembra a través de la pendiente	65
Figura 22. Calificación porcentual por departamento de las variables asociadas a la valoración de la erosión del suelo	66
Figura 23. Diagrama de dispersión de la DPI en función del valor comercial estimado de la finca	68

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1.	Esquema de valoración de la tonelada de carbono almacenado durante un año en los sistemas agroforestales de café, a través del método costo de oportunidad bajo tres escenarios 27
Tabla 2.	Información departamentos zona de estudio 31
Tabla 3.	Información cafetera de los departamentos zona estudio 31
Tabla 4.	Descripción de las características, unidades y tipo de variable, por aspecto 33
Tabla 5.	Descripción de las variables cuantitativas 35
Tabla 6.	Ecotopos cafeteros zona cafetera central de Colombia 37
Tabla 7.	Edad de los encuestados y clasificación por Género 40
Tabla 8.	Educación formal del entrevistado 40
Tabla 9.	Experiencia como caficultor 41
Tabla 10.	Medidas de tendencia central para la variable área en café 42
Tabla 11.	Pendientes de las fincas en las cuales se realizó la encuesta 44
Tabla 12.	Clase de pendientes de las fincas analizadas 45
Tabla 13.	Densidad y edad del cultivo de acuerdo con la proporción de caficultores 46
Tabla 14.	A través de quién recibió conocimiento sobre la erosión del suelo 48
Tabla 15.	Disposición para Invertir de acuerdo con la proporción del valor 54
Tabla 16.	Valor comercial hectárea/finca de acuerdo con la proporción del monto indicado por el caficultor 55
Tabla 17.	Razones de quienes respondieron NO a las prácticas de conservación 57
Tabla 18.	Otras prácticas asociadas a la conservación de suelos 58
Tabla 19.	Asociación entre las variables valoración del suelo y las variables complementarias 60

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Formulario encuesta de valoración contingente de la erosión de suelos	87
Anexo 2. Categorías asignadas a algunas variables continuas clasificadas por su importancia para determinar la valoración asignada por el caficultor a la erosión del suelo	92
Anexo 3. Tabla de frecuencias entre la gravedad de la erosión con el tipo de caficultura	94
Anexo 4. Tabla de frecuencias de la intensidad de la erosión frente al tipo de caficultura	95
Anexo 5. Tabla de frecuencias de la intensidad de la erosión frente a quemas	96
Anexo 6. Tabla de frecuencias importancia de la erosión frente a siembras a través de la pendiente	97
Anexo 7. Tabla de frecuencias importancia de la erosión frente a trinchos	98
Anexo 8. Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas frente al área en café	99
Anexo 9. Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas frente al porcentaje de participación del área en café en la finca	100
Anexo 10. Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas con relación al tipo de caficultura	101
Anexo 11. Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas con trinchos	102
Anexo 12. Tabla de frecuencias para la DPI frente al porcentaje de participación del área en café en la finca	103
Anexo 13. Tabla de frecuencias para la DPI frente a siembras a través de la pendiente	104

RESUMEN

La erosión del suelo en la zona andina colombiana despierta preocupación e interés por su impacto negativo en la productividad y sostenibilidad de la caficultura. Este estudio tuvo como objetivo contribuir al conocimiento de la valoración contingente asignada por el caficultor a esas pérdidas, a través de su disposición para invertir en el manejo y control. La erosión laminar degrada al suelo en forma silenciosa, sin embargo se carece de información de la valoración que el caficultor asigna a ese problema. Para conocer esta valoración se realizaron 228 encuestas en fincas cafeteras de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. En las entrevistas se consultó al caficultor sobre la calificación de la gravedad, intensidad, importancia y pérdidas económicas que genera la erosión, igualmente se indagó por la disposición para invertir y la cuantía para la prevención y control de la erosión. Los resultados de estas variables de interés se cruzaron con las variables socioeconómicas asociadas con el caficultor y variables relacionadas con el manejo agronómico de la finca, apoyando el análisis de los resultados con técnicas de estadística descriptiva.

El grado de importancia de la erosión fue calificada de muy importante o importante por el 70,5% de los encuestados, seguida por las pérdidas económicas del problema con el 54,9% que las consideraron altas o medias y muy de cerca la calificación de la gravedad de la erosión considerada muy grave o grave por el 54% de los entrevistados. Finalmente se ubicó la intensidad de la erosión de los suelos de las fincas calificada de muy severa o severa únicamente por el 12,4% de los caficultores, los demás (87,6%) la consideraron moderada, ligera o no tener problemas de erosión.

El 75,4% de los encuestados está dispuesto a invertir para controlar o prevenir la erosión del suelo en su finca, de estos el 58,8% indicó un valor monetario cuyo promedio fue de \$379.477 ha.año⁻¹ (\$2.357,98 = 1 U\$Dólar), con un rango que varió entre \$11.933 y \$4.000.000 ha.año⁻¹. Los valores de la moda y la mediana fueron de \$100.000 y \$200.000 ha.año⁻¹, respectivamente. El 16,7% no indicó un valor exacto y condicionó la cuantía a su capacidad económica o a los niveles de producción o ingresos de su finca o a lo que fuera necesario invertir. El 24,6% no presentó una disposición para invertir en controlar o evitar la erosión y de ellos el 21,1% dijo no saber o no responder a la consulta, sólo un 3,5% respondió concretamente no tener disposición para invertir.

Finalmente el nivel de utilización de las prácticas de conservación de suelos consultadas superó el 60% en promedio, y se encontraron casos cercanos al 90% como la siembra a través de la pendiente y no realizar quemadas.

Palabras clave: Valoración contingente, erosión del suelo, valoración de la erosión, conservación de suelos en caficultura, valoración ambiental.

ABSTRACT

Soil erosion in the Colombian Andean region raises concern and interest due to its negative impact on the productivity and sustainability of coffee growing. Laminar soil erosion degrades soil in a silent manner; however, there is no information on the cost that coffee growers assign to that problem. The main objective of this study was to contribute to the knowledge of the contingent valuation assigned by coffee grower to soil erosion losses, through their willingness to invest on its management and control.

In order to know that valuation, 228 surveys were carried out in coffee farms of Caldas, Quindío and Risaralda departments. In the interviews the coffee growers were asked about the qualification of the seriousness, intensity, importance and economic losses that soil erosion generates, it was also investigated the willingness to invest for preventing and controlling erosion as well as the amount to invest. The results of these variables of interest were crossed with the socioeconomic variables associated with the coffee grower and the variables related to the agronomic handling of the coffee farm, supporting the analysis of the results with techniques of descriptive statistics.

The degree of importance of the erosion was described as very important or important by 70.5% of the surveyed farmers, followed by the economic losses of the problem with 54.9% that considered them with high or medium importance. This result was very close to the one of the qualification of the seriousness of the erosion, considered as serious or very serious by 54% of the interviewed coffee growers. Finally, the intensity of soil erosion of coffee farms was considered severe or very severe only by 12.4% of the coffee growers, and the remaining (87.6%) considered it moderate, light or did not have erosion problems.

The total of coffee growers surveyed 75.4% would be interested in investing for controlling or preventing soil erosion of their farm and 58.8% of these growers indicated an average amount of \$379,477 ha.year⁻¹, with a varying rank \$11,933 and \$4,000,000 ha.year⁻¹. The values of statistical mode and median were \$100,000 and \$200,000 ha.year⁻¹, respectively. The 16.7% of the growers did not indicate an exact value and conditioned the amount to their economic capacity, the production levels, the income of their farm or the amount required for investing. The 24.6% did not show a willingness to invest in controlling or avoiding soil erosion of them, 21.1% said not to know or not to respond to the question, only a 3.5% concretely answered not to have any willingness to invest.

Finally the level of utilization of the evaluated soil conservation practices surpassed 60% in average, finding cases of about 90% as sowing through the slope and avoid controlled fires.

Key words: contingent valuation, soil erosion, soil valuation, soil conservation coffee grower, environmental valuation.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural dinámico formado por materiales orgánicos y minerales que cubren la corteza terrestre, y constituye uno de los recursos más valiosos de una nación, al igual que el agua (Baker y Duque, 2007). La pérdida del suelo por la erosión es más rápida que su formación por eso se considera de alto riesgo en el proceso de degradación a través del tiempo. Esta degradación en Colombia es de los problemas que más costos genera al componente ambiental, representado casi en el 0,8% del Producto Interno Bruto – PIB, en donde en conjunto los daños por problemas sociales y ambientales se estima que corresponden al 3,7% del PIB (Banco Mundial, 2006); en este fenómeno las Corporaciones Autónomas Regionales en Colombia invirtieron para el período 1994-2005 cerca de dos billones de dólares. Según el Plan de Acción Trienal las Corporaciones Autónomas de la región cafetera central presupuestaron un consolidado para el año 2007 para atención, prevención de riesgos y gestión ambiental una cuantía del orden de 45 mil 500 millones de pesos de los cuales Caldas aportó \$34 mil millones, Risaralda \$8 mil millones y Quindío \$3 mil 500 millones (Corpocaldas; Carder y CRQ, 2007).

Las cifras anteriores no contemplan los efectos y consecuencias ambientales y económicas causadas por el impacto sobre la productividad y sostenibilidad de los cultivos y la erosión del recurso suelo, es decir que sólo se consideran los efectos *On-site*. Si sumamos los daños *Off-site* más las pérdidas humanas y materiales por fenómenos asociados al suelo (Baquero, 2002) se podrá entender la magnitud del problema de la erosión y el por qué es considerado como el mayor obstáculo para lograr un uso sostenible del suelo y las aguas en las zonas tropicales (Lal, 1994). La erosión del suelo es un indicador de la sostenibilidad que puede degradarse o mejorarse según su uso, por lo que un estado erosivo y una errada valoración de este recurso es un indicador de la manera que la sociedad maneja su agroecosistema, respecto a factores tecnológicos como sociales o económicos (Léon Sicard, 2005).

Otro factor que puede afectarse con la erosión y quizás el más serio y limitativo, es la fertilidad; se disminuye inclusive la eficiencia de los fertilizantes, se incrementa la cantidad y costo de estos insumos y el costo de la mano de obra, y se le restan ventajas a los suelos de esta región que por sus características son aptos para la producción gran parte del año (Lal, 1994). Tal productividad es superior en los suelos de la zona cafetera central de Colombia debido a su origen volcánico, pero a la vez los hace más susceptibles a la erosión, es decir que los suelos para mantener esta ventaja deben ser protegidos de ese fenómeno. Rivera (1990) encontró para la zona del presente estudio un valor de la erosión potencial muy severo, debido a la agresividad de las lluvias y a valores de erodabilidad altos.

Para lograr reducir la erosión potencial a niveles tolerables y mantener las capacidades y condiciones del suelo, el hombre debe tener mayor tangibilidad del valor de ese recurso a través de su conocimiento y manejo. Un conocimiento real del suelo llevará a la toma de decisiones correctas en el campo económico y político, para así generar las tecnologías

apropiadas sin detrimento de este recurso, y lo elevará a la posición que merece y corresponde como un recurso vital para la sostenibilidad de la vida (León Sicard, 2005).

Con un mejor conocimiento del suelo, Colombia podría superar los costos altos asumidos en el PIB por problemas de degradación que lo ubican en el tercer lugar dentro de los países estudiados por el Banco Mundial (2006), superado únicamente por Egipto y Siria. Los altos costos y pérdidas no sólo económicas, sino ambientales llevaron a estudiar cuál es la valoración contingente que asigna el caficultor a la erosión del suelo; el 50% de los suelos del territorio nacional presentan algún grado de erosión, de la cual un 24,4% es catalogada como severa y para la zona andina es considerado el problema de erosión más grave dado que las tierras afectadas sobrepasan un 80% (Baker y Duque, 2007).

Realizar esta valorización implica partir y apoyarse en la economía ambiental, para medir el efecto de la economía en el medio ambiente, la importancia del entorno ambiental para la economía y la forma apropiada de regular la actividad económica, de tal manera que se logre un equilibrio entre los objetivos ambientales, económicos y otros de tipo social (Kolstad, 2001). Obliga esto a tomar la economía y el medio ambiente como elementos mutuamente dependientes y no excluyentes (Riera *et al.*, 2005), y bajo la premisa que para los bienes sin mercado (algunos bienes y servicios ambientales) es bastante complejo estimar su valoración, caso contrario a lo que sucede con la mayoría de los bienes y servicios de una economía moderna en donde los mercados son los que relacionan la oferta y la demanda. Esta disciplina científica brinda la oportunidad de aplicar técnicas y herramientas útiles en la valoración de recursos naturales (Riera *et al.*, 2005). Aunque existe abundancia de literatura y estudios sobre la erosión para el caso de la caficultura en Colombia, no se tienen o no se conocen trabajos que indiquen la valoración que el caficultor asigna a la erosión del suelo así como el nivel de tal valoración.

La primera parte del documento incluye la revisión de literatura. En la segunda parte del trabajo se muestran los objetivos y la justificación para posteriormente indicar la metodología utilizada. Luego se muestran los resultados iniciando con la información socioeconómica obtenida de los encuestados, enfocada a las características generales de la finca y del entrevistado tales como la ubicación, altitud, precipitación y a la función del encuestado, género, edad, nivel de educación y experiencia. Sigue una sección que está relacionada con los datos sobre el uso de la tierra que comprende fundamentalmente áreas y variedades de café. Se continúa con lo referente a los sistemas de producción tales como la densidad de siembra, edad y producción de la finca; y posteriormente se presentan los análisis que se refieren a la valoración del suelo y las prácticas sostenibles del caficultor en las variables sobre conocimiento y valoración de la erosión, causas y consecuencias de este problema y las prácticas de conservación realizadas en la finca.

Por último, se analizan las relaciones entre variables y se toman como punto fundamental cinco variables de interés para la valoración de la erosión del suelo frente a variables complementarias seleccionadas, para evaluar la dependencia o independencia entre ellas. En la parte final del trabajo se presentan las conclusiones y recomendaciones como resultado del estudio.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la valoración asignada por los caficultores a la erosión del suelo en los sistemas de producción cafeteros en la zona central cafetera colombiana.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la percepción y conocimiento de los caficultores sobre la gravedad, importancia, intensidad y pérdidas económicas sufridas por la erosión del suelo.

Conocer cuál es la valoración asignada por el caficultor a la erosión del suelo mediante la disposición para invertir en su prevención y control.

Conocer las prácticas que realiza el caficultor para la conservación de los suelos de la erosión y el nivel de utilización de estas tecnologías.

1.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Más del 50% de los caficultores tienen disposición para invertir en prevención y control de erosión de suelo.

2. JUSTIFICACIÓN

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes, acerca del cual existe un amplio conocimiento sobre su uso, manejo y conservación (Hincapié, 2004). Sin embargo, es muy poco lo que se ha investigado en cuanto a su valoración (Sadeghian *et al.*, 1998), y en particular para el cultivo del café, cuál es el valor asignado a la erosión del suelo por parte del caficultor. La expresión del valor del bien o el servicio para este caso es compleja, no se trata de una simple actividad económica de intercambio entre oferentes y demandantes (Rudas, 1998); tampoco la palabra valor con 13 acepciones distintas en el diccionario de la Real Academia Española, se refiere al tema económico o la palabra valorar a señalar el precio de algo. El concepto de valoración se formula en términos de la disposición a pagar por conservar un bien o servicio (Riera *et al.*, 2005). De acuerdo con la complejidad misma del bien a valorar y de las técnicas ofrecidas desde la disciplina de la economía ambiental se aplica para la valoración ambiental un método de preferencias declaradas.

Este método puede enfocarse hacia los pagos o compensaciones (Riera *et al.*, 2005; Riera, 1994; Azqueta, 1994), decidiéndose por el esquema de pago bajo el diseño de un ejercicio de valoración contingente. Los problemas graves de erosión y las pérdidas potenciales altas por este problema (Banco Mundial, 2006; Ramírez, 2006 y Rivera, 1990) conducen a profundizar sobre el tema desde el punto de vista de su valoración, para contribuir al fortalecimiento de la estrategia de sostenibilidad para la actividad productiva del café en Colombia (Federación Nacional de Cafeteros, 2003). La conservación del suelo es fundamental en el aseguramiento de la competitividad de la actividad y evitar el problema de seguridad alimentaria que se ha planteado para el año 2050, entre otras graves consecuencias.

Este estudio sobre la valoración de recursos ambientales en la caficultura, aportará a la sincronización de objetivos económicos y ambientales ya que trabajos de estas características pueden convertirse en herramientas administrativas alternativas para el manejo ambiental de las actividades del sector, permitiendo mejorar los procesos de planeación, facilitar la elaboración de estudios ambientales, establecer lineamientos de indicadores ambientales, unificar criterios de evaluación y seguimiento, fortalecer la gestión ambiental y optimizar los recursos.

Contribuir a la sostenibilidad de los recursos naturales y específicamente del suelo, es de gran importancia, entendida y enmarcada como objetivo de la Federación Nacional de Cafeteros y de Cenicafe (Federacafe, 2004; Federacafe, 1982; Cenicafe, 2005). Este gremio desde su creación ha trabajado e impulsado el uso racional del suelo y hoy mantiene sus principios al apoyar estudios no sólo técnicos sino socioeconómicos y ambientales que han llevado a la publicación de varias guías ambientales para el café, incluyendo la entregada en el año 2007 sobre la caficultura sostenible en Colombia (Baker y Duque, 2007).

El presente estudio constituye un aporte al conocimiento de cómo valora el caficultor el suelo, con el fin de brindar información para las instituciones gremiales, gubernamentales y dedicadas a la protección del medio ambiente a fin de servir de soporte en las políticas y acciones a seguir sobre este problema en la búsqueda de una caficultura sostenible económica y ambientalmente sin detrimento de los recursos naturales, para las generaciones futuras. Desde la perspectiva económica se habla de cuatro escenarios futuros del bienestar de la sociedad a largo plazo: optimista, optimista moderado, pesimista y apocalíptica (Correa, 2003); la economía ambiental se basa en la tendencia optimista moderada para tratar el desarrollo sostenible.

Una tendencia optimista y con aplicación práctica es establecer si el caficultor asigna o no valor a la erosión del suelo y cuál es la cuantía desde el punto de vista económico. Otro aporte práctico será el conocer qué concepto tiene el caficultor sobre este problema, para así tratar de concluir si hay armonización entre los conceptos productivo y ambiental, de tal manera que el desarrollo de la actividad cafetera no influya negativamente sobre el medio ambiente y los recursos naturales, permitiendo el desarrollo sostenible de los agroecosistemas.

Se tiene un aporte metodológico al diagnosticar acerca de la percepción de valor bajo un método contingente, abriendo la posibilidad de aplicar en la zona cafetera colombiana esta herramienta para conocer el valor de otros bienes y servicios ambientales, debido a que estas metodologías (costos de viaje, precios hedónicos, métodos de valoración contingente, entre otras) han sido aplicadas ampliamente en algunos países desarrollados, pero en los países en vía de desarrollo apenas están en proceso de introducción. La metodología puede servir como guía para otras regiones cafeteras del país y la transferencia del conocimiento generado puede orientar el diseño de planes de acción del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, la Federación Nacional de Cafeteros y otras instituciones asociadas a temas ambientales y al sector agrícola.

Aplicar esta metodología en la valoración del potencial de producción del suelo en la caficultura colombiana en forma pionera, constituye la mayor novedad del trabajo. Los resultados benefician en primera instancia a los caficultores, también aportará a investigadores de diferentes áreas del conocimiento como economistas, sociólogos, psicólogos, ingenieros agrónomos y forestales, entre otros. Es una novedad relevante por la potencialidad de la información para su uso en procesos de educación que no sólo protegerán el medio ambiente, sino que agregarán valor al café. Hoy en día los consumidores finales están dispuestos a pagar un sobreprecio o bonificación a los productos amigables con la naturaleza y el medio ambiente.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 IMPORTANCIA DE LA CAFICULTURA EN COLOMBIA

La importancia de la caficultura en Colombia, desde los puntos de vista económico y social es enorme; se considera que si no hubiera sido por el café los desequilibrios de Colombia serían aún más grandes entre los sectores urbano y rural con mayor inequidad y pobreza. El área cultivada en café corresponde a 873.000 hectáreas aproximadamente, distribuidas en 566.230 Unidades Económicas para la Producción Agropecuaria (UPAS) (Federación Nacional de Cafeteros, 2007). Otros estudios recientes indican un área de 805.000 ha (Ramírez *et al.*, 2002) y el ICO (2003) muestra una reducción del área a 742.520 ha.

El aporte del café al PIB Agropecuario es del 13,1% y al empleo agrícola del 26% (Federación Nacional de Cafeteros, 2007). Con respecto al PIB total Nacional el aporte es del 1,7% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006). Estas cifras le representan ser uno de los productos principales de la economía agrícola colombiana con una producción calculada para el 2007 de 12,1 millones de sacos de 60 kilogramos en los 590 municipios cafeteros del país. Más de dos millones de personas dependen de este cultivo y genera alrededor de un millón de empleos directos e indirectos (Federación Nacional de Cafeteros, 2007). Se estima una ocupación de unos 200.000 recolectores para la cosecha que va de septiembre a diciembre del año 2007, de ellos entre 50 y 60 mil se emplearán en la zona de este estudio. Las razones expuestas sumadas a dos características fundamentales: su carácter perenne y su garantía de compra (Banco Mundial, 2002), hacen considerar el cultivo del café el más importante de la región andina colombiana.

Durante el último quinquenio se ha impulsado la generación de valor agregado para el café, la Federación Nacional de Cafeteros decidió que la Promotora de Café de Colombia (Procafecol) impulse el esquema operativo de los negocios e inversiones de la agremiación, dirigiendo sus esfuerzos a generar valor agregado en la producción cafetera con negocios como las Tiendas Juan Valdez, inversiones en nuevas empresas en el exterior, producción de gaseosas de café, entre otros (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2005).

3.2 EROSIÓN Y SU IMPACTO EN LA CAFICULTURA Y PARA LA ZONA DE ESTUDIO

Del suelo depende la subsistencia de la especie humana y lógicamente cualquier sistema de producción agropecuaria entre ellas la caficultura. A este recurso están muy ligadas la productividad y la competitividad, dos de los factores más relevantes en una cadena productiva. En Colombia el total de la tierra apta para la agricultura es de 14 millones de hectáreas y sólo se explotan algo más de cinco millones; en cambio la ganadería, clasificada como una de las actividades que mayor degradación genera, ocupa 40 millones

de hectáreas, duplicando la capacidad o clasificación potencial estimada para esta actividad (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2000).

El derecho humano a la tierra y su importancia desde el origen de la vida bajo diferentes teorías incluyendo las religiosas como el génesis, y las científicas de Darwin hasta las culturales como la japonesa, es analizado por León Sicard (2005). No importa qué visión se tenga, el suelo no es un privilegio particular es un derecho universal y como tal debemos defenderlo y conservarlo, para permitir el disfrute a las generaciones siguientes como mínimo en las mismas condiciones actuales.

Las responsabilidades en su manejo, incluyen la valoración correcta del recurso y de sus problemas, entre los que la erosión aparece en primera plana. Si los seres humanos son parte de la tierra ésta debería cuidarse como se cuida el cuerpo, en donde la erosión es comparable con el rompimiento de la piel (León Sicard, 2005).

La erosión del suelo es un proceso general de pérdida por arrastre de las partículas edáficas y presenta varios rasgos y características, descritas por León Sicard (2005):

- ⇒ Se presenta a lo largo de los años de manera lenta y difícilmente perceptible a la escala humana en unos casos y de manera rápida y catastrófica en otros.
- ⇒ Dependiendo de las zonas geográficas y de sus condiciones climáticas, topográficas y de material parental, la erosión puede tardar en ser identificada como un fenómeno serio por los agricultores en términos de una a varias generaciones. Cuando llueve poco y se está en suelos profundos desarrollados en áreas planas o de poca inclinación, la erosión puede no ser vista como un problema serio, tal es el caso de algunas zonas de la sabana de Bogotá o del valle del río Cauca. En algunos sectores de relieve quebrado, como en las cordilleras central y occidental, en donde los suelos se desarrollaron a partir de mantos espesos de cenizas volcánicas, la gran profundidad alcanzada por algunos tipos de suelo, tampoco permite en algunos casos detectar la gravedad de sus pérdidas por erosión.
- ⇒ No obstante, como ocurre en las sabanas del río Cesar, que son zonas planas con precipitaciones pluviales bajas en donde teóricamente no deberían presentarse pérdidas significativas de suelo, la aparición de calvas y surcos de gran tamaño y profundidad después de las lluvias, revela un efecto enorme de erosión que no es sino el síntoma exterior de problemas físicos graves del suelo como resultado de prácticas equivocadas de manejo, llevadas a cabo desde mucho tiempo atrás, que además han generado problemas considerables de desertificación, salinización y compactación. El uso de tractores con implementos pesados en momentos en que el suelo no posee condiciones adecuadas de humedad, la destrucción completa de la materia orgánica en los horizontes superficiales, la práctica continua de voltear el suelo, el continuo paso de tractores y combinadas y el uso de sustancias biocidas que afectan la biota edáfica, son los componentes principales de tales prácticas que condujeron a la aparición de fenómenos degradativos severos en las tierras de este valle.

⇒ En otros casos concretos, como las áreas desmontadas de los bosques húmedos tropicales, la erosión es un proceso rápido, que se manifiesta en horas a través de la aparición de surcos superficiales y que, en lapsos cortos de uno a cinco años, puede generar la aparición de las denominadas “bad lands” o “tierras malas” caracterizadas por cárcavas profundas o huecos de gran magnitud en que el suelo se ha perdido para siempre.

La pérdida o reducción de la capa superficial del suelo, disminuye drásticamente la producción ya que la remoción de capas superficiales del suelo, afecta algunas propiedades físicas, tales como distribución de partículas, capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, zona efectiva para raíces y temperatura del suelo (Hincapié, 2004).

Los factores diversos y complejos que pueden alterar el suelo han sido analizados por varios autores según la revisión de literatura de Hincapié (2004), entre ellos Larney *et al.* (1995), Power y Myers (1989), estos últimos definen la calidad del suelo como la capacidad para soportar el crecimiento de los cultivos incluyendo factores como pendiente, agregación, contenido de materia orgánica, profundidad del suelo, capacidad de retención de agua, tasa de infiltración, cambios de pH, capacidad nutricional, entre otros, propiedades que pueden ser afectadas por procesos de erosión. Otra definición de la calidad del suelo dice que es “la capacidad de éste para funcionar dentro de un ecosistema limitado, sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental y promover la salud de las plantas y animales” Doran y Parkin (1994), citados por Hincapié (2004). Esta última incluye en su definición aspectos ambientales y filosóficos del suelo, lo hace trascender de los componentes técnicos y agronómicos.

Algunos autores consideran que el efecto de la erosión en la capacidad productiva depende en gran parte de la calidad del suelo remanente y no de la pérdida del suelo (Hincapié, 2004). Otros consideran que las diferencias entre suelos erodados y no erodados pueden deberse a la aplicación de fertilizantes.

La pérdida anual de suelos en Colombia por erosión es muy alta, 160.000 hectáreas pierden cada año una capa de 20 cm de suelo superficial (Suárez de Castro y Rodríguez, 1962), cifras que reflejan la magnitud del problema, agravándose aún más si se tiene en cuenta que han transcurrido 45 años desde estos cálculos, lo que representaría una pérdida acumulada a 2007 de alrededor de nueve metros de capa superficial en sólo una quinta parte del área dedicada al café en Colombia actualmente.

Otros datos no menos alarmantes indican pérdidas del orden de 6 a 30 Mg.ha⁻¹.año⁻¹ de suelo (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1982). Más preocupante el fenómeno cuando se consideran las pérdidas de materia orgánica que conlleva a la aplicación de fertilizantes químicos y su correspondiente impacto económico, con algunas consecuencias directas e inmediatas como el déficit en el crecimiento de las plantas, el lavado y pérdida de fertilizantes aplicados que se llevan las aguas de escorrentía y los sedimentos, o consecuencias indirectas o potenciales como cambios adversos en la calidad del suelo, daños en los cultivos y el medio ambiente, deterioro de obras civiles e

inundaciones. Los análisis técnicos y estudios no incluyen la totalidad de los efectos nocivos de la pérdida del suelo sobre la productividad de los cultivos y sobre la calidad de los productos cosechados (Lal, 1998).

Para la zona cafetera central de Colombia el diagnóstico actual de la conservación del suelo es negativo, por la destrucción de gran parte del bosque andino, contaminación por el uso de agroquímicos y residuos provenientes del beneficio del café y en los últimos años agravados por el efecto de los cultivos ilícitos (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2000). Un diagnóstico reporta al departamento de Risaralda con procesos de conurbación de Pereira y Dosquebradas, intervención de los ecosistemas frágiles y valiosos en el límite del Chocó biogeográfico y problemas ambientales relacionados con el sector agropecuario y especialmente con la actividad cafetera; en el departamento del Quindío, donde la erosión causada por la culturización de los suelos es moderada en el 70% del área y severa para el 30% restante y el departamento de Caldas refleja intensa deforestación y debido a que el territorio es escarpado se generan grandes problemas de inestabilidad de taludes, acentuado por el mal uso del suelo (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2000).

Esta zona cafetera tiene problemas grandes de deslizamientos e inestabilidad de terrenos (IDEAM, 2003), no obstante el impulso dado por la Federación Nacional de Cafeteros para optimizar el proceso productivo del café, creando mecanismos ambientales que armonizan la producción con el medio que lo rodea. Esta institución es consciente de que respetando a la tierra se ha tenido y se tendrá café para muchas generaciones y por ello todos los esfuerzos y trabajos en la búsqueda del conocimiento sobre el fenómeno pueden ayudar a su conservación y sostenibilidad y aportarán al objetivo único de contribuir a la calidad de este recurso, a la supervivencia de la actividad cafetera y del hombre.

En la Estación Central Naranjal, localidad representativa de la zona cafetera central de Colombia, Cenicafé hizo un primer intento por determinar el efecto de la erosión sobre la productividad, evaluándose la producción de maíz en suelos derivados de cenizas volcánicas con diferentes niveles de erosión y se encontró según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1982), que “la pérdida de la capa orgánica y 5 a 10 cm de la segunda capa, redujo la producción en un 73,3%”; si se tradujera este porcentaje a pérdidas de dinero, se encontraría muy seguramente que vale la pena proteger el suelo de la erosión, sin necesidad de tener en cuenta algún otro efecto económico o ambiental.

3.3 ASPECTOS LEGALES, EFECTOS *OFF-SITE* Y OTROS TEMAS ASOCIADOS A LA EROSIÓN DEL SUELO

A la pérdida de calidad de suelo le derivan otros daños que propician indirectamente la erosión, por ejemplo la aplicación aérea o terrestre de plaguicidas, que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (2000) trata, al citar conclusiones de autores como Schwarzenback *et al.* (1993), quienes indican: “Por muchos años se creyó que, como la mayoría de estos compuestos tienen presión de vapor baja, no representaban un riesgo en el aire, sin embargo se ha encontrado que muchos de ellos desaparecen de la

superficie de las plantas y del suelo por evaporación”. El PNUMA (2000) propuso seleccionar un escenario colombiano para analizar los resultados obtenidos por Schwarzenback *et al.*, basado en la caracterización del problema en el ámbito nacional, según las propiedades físicas del medio y en la información existente sobre el uso de productos químicos en plantas y suelos, buscando que la decisión tomada por la autoridad ambiental en cuanto a la exigencia de estudios de campo, debe obedecer a un análisis Riesgo – Beneficio. Esta estrategia podría extenderse a las investigaciones sobre el recurso suelo, para que así toda política o estrategia ambiental considere los factores económicos, sociales y biológicos, como esenciales para impartir justicia, objetividad e imparcialidad en su aplicación.

Los efectos en aguas superficiales y subterráneas se miden teniendo en cuenta el consumo de productos químicos y variables como topografía, características del suelo, naturaleza del químico, tipo de cultivo, comportamiento climático entre siembra y cosecha y manejo de envases y residuos (IDEAM, 2001). La consideración de estos elementos por parte de los especialistas de esta institución permite tener un detalle sobre las causas de la erosión de los suelos y pueden complementar las variables al conocer la valoración contingente asignada por el caficultor. Se debe tener en cuenta que el clima es un factor relevante; el exceso de lluvia o la sequía ocasionan erosión (Jaramillo, 2005; Rivera, 1990 y 1999).

Desde el punto de vista de la legislación ambiental, en Colombia existen múltiples mecanismos para defender y proteger el medio ambiente y en particular el suelo, entre ellas la acción popular, considerado un mecanismo idóneo para defender derechos colectivos (IDEAM, 2001). La acción popular se encuentra consagrada en el Código Civil, principalmente en el artículo 1005 (para la defensa de los bienes de uso público) y 2356 (acción popular de daño contingente). Puede ser iniciada a través de un abogado sin que haya afectación directa al ciudadano que esté ejerciéndola y es para los casos ambientales más efectiva que la tutela. La acción popular según Valencia (2005), precede para la defensa del medio ambiente (Ley 9 de 1989 y Ley 99 de 1993), cuando éste ha sido afectado con efectos sobre bienes públicos como ríos, carreteras, entre otros. Indica lo anterior que existe una amplia legislación ambiental para la protección del suelo de todos los factores, como la erosión, que lo dañen o depreden. Esta legislación puede encontrar una oportunidad de medición potencial de deterioro con la valoración contingente de la erosión, que podría servir de base para la imposición de sanciones o restricciones por su uso inadecuado.

La legislación ambiental requiere de estudios sólidos para apoyar sus acciones y decisiones en cuanto a los permisos de uso sobre los recursos naturales (IDEAM, 2003). Existe alto grado de incertidumbre legal que necesariamente debe ser corregido en aras de lograr el desarrollo sostenible consagrado en la Constitución Nacional. Las guías ambientales pretenden constituirse en el instrumento técnico que la legislación ambiental avale como normas que deben cumplir los productores agrícolas (IDEAM, 2003).

Una aplicación práctica de la legislación ambiental internacional se presenta con la consecuencia citada por el PNUMA (2000) para los terrenos de pendiente alta superior al

70%, donde los espesores de suelo son menores debido al arrastre sufrido en los procesos de erosión, al no haber suelo presente y por lo tanto disminuir los procesos de absorción, es más probable que el plaguicida alcance fácilmente el agua subterránea; ya que este problema repercute finalmente en los ríos contaminándolos con químicos, lo cual admite demandas de los ciudadanos que deseen proteger el medio ambiente. Esto indica que en la valoración contingente de la erosión intervienen los daños *On-site* y *Off-site* ya que ambos deterioran el medio ambiente de forma importante.

La Legislación Ambiental es muy amplia en los congresos nacional e internacional, por lo tanto la valoración contingente de recursos ambientales, tiene suficiente marco de referencia teórica y legal para proyectos de estas características, Según Serna¹ en un trabajo propuesto por Valencia (2005).

3.4 LA EROSIÓN DEL SUELO Y SUS EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

Las autoridades e instituciones ambientales han tomado conciencia del problema de la erosión del suelo, y las últimas tendencias es la de incluir el suelo dentro de las mayores preocupaciones en todas las convenciones de países en donde se analiza la situación del medio ambiente. Todavía se desconoce para el caficultor en Colombia, qué valor asigna a la erosión del suelo y su compromiso frente al impacto de esta pérdida, no sólo en términos económicos sino ambientales y sociales (Hincapié, 2004).

Las mayores preocupaciones ambientales están enfocadas hacia el cambio climático y el suelo, según las noticias del informe anual de la Agencia Europea de Medio ambiente² que analizó la situación ambiental para 30 países, concluyendo que a pesar de ser el cambio climático el reto más inmediato, existen otras prioridades ambientales, como la lucha contra la contaminación atmosférica, la regulación de los productos químicos para reducir sus efectos sobre la salud y la conservación del suelo como recurso productivo y reserva de la biodiversidad.

También se destaca dentro del informe que de los nueve indicadores que utiliza la Agencia para evaluar la situación del continente, se encuentra el de la “superficie dedicada a la agricultura ecológica”. Aunque la legislación ambiental de la Comunidad Europea ha logrado progresos, todavía faltan metas por alcanzar en la forma de utilización del suelo, crecimiento de las zonas urbanas, expansión del turismo a zonas ecológicas por su desarrollo mal planificado y falta de conciencia de la población. Lo anterior indica que al parecer el valor del suelo sólo se ha considerado por su precio comercial y su explotación, y no como el recurso no renovable del cual depende la sostenibilidad ambiental y la mayoría de los seres vivos (Diario El Tiempo, 2005).

¹ Serna, César. Conclusiones de la revisión bibliográfica para el Módulo de Legislación Ambiental. Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales. Manizales, Colombia. 2005.

² Periódico EL TIEMPO, Bogotá noviembre 29 de 2005. Primera página. On line Internet. Disponible en: <http://www.eltiempo.com>. (Consultado en noviembre 29 de 2005).

En algunas de las comunidades autónomas de España, según el Código de Buenas Prácticas (2000), tienen reglamentado el uso del suelo coincidiendo en recomendaciones como utilizar sistemas de rotación de cultivos, mantener mantos mínimos de vegetación en períodos lluviosos, evitar las quemas, tratamiento de residuos de cosechas, entre otras. Esta legislación es estricta y genera un ordenamiento en el uso de la tierra, aportando a su calidad y sostenibilidad en el futuro y disminuyendo efectos ambientales por los químicos, agricultura intensiva, pérdida de nutrientes naturales. En la comunidad de Castilla y León según el citado Código de Buenas Prácticas (2000), para la gestión del uso de la tierra dicen que se requiere una estabilización de la política agraria comunitaria, para volver a estudiar unas rotaciones de cultivos que compaginen criterios económicos con los medio-ambientales, ello implica la urgente necesidad mundial de unificar políticas económicas y ambientales a todo nivel, considerando la vulnerabilidad actual del medio ambiente y en especial de los suelos ligeros, suelos con poca capacidad de retención, secos e infértiles o excesivamente húmedos.

En cuanto al cultivo del café este Código de Buenas Prácticas (2000), indica que una zona óptima debe considerar el acceso a los siguientes recursos naturales: energía solar, suelo, agua, aire, clima; pero que estos recursos deben estar disponibles con una calidad alta para el éxito de la producción. Mantener el suelo protegido de la erosión y conocer el valor asignado por los caficultores a este problema, apunta a contribuir en el logro de estos requisitos, una buena calidad del suelo aporta a la rapidez del crecimiento y desarrollo de los árboles, al inicio oportuno de la producción, a la cantidad y calidad de ésta, a la resistencia al ataque de plagas y enfermedades, así como a la duración de su vida productiva.

Es importante considerar la planeación ambiental como instrumento regulador y legislador del medio ambiente y de apoyo para las instituciones correspondientes, que para el caso de la caficultura, según IDEAM (2003), debe contener:

- a. Determinación de recursos naturales y energía aplicados en el proceso de producción.
- b. Definir actividades a implementar e identificar los impactos.
- c. Establecer medidas de manejo ambiental de prevención, mitigación, control, corrección o compensación, para contrarrestar impactos negativos que puedan generar la actividad cafetera.
- d. Conocer el plan de ordenamiento territorial de la localidad.

El impulso de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia a la planeación ambiental, es la continuidad de su filosofía del cuidado del medio ambiente establecido en sus objetivos y reforzados a través de sus Programas de Investigación Científica y Servicio de Extensión, en la disposición empresarial de una relación armónica con la naturaleza, según está expresado en sus informes anuales 2004-2005.

El cultivo del café en sus diferentes etapas tiene relación directa con el suelo, según lo expresa el IDEAM (2003), a saber: Preparación del terreno, trazado, ahoyado y siembra; manejo de arvenses; establecimiento del sombrío; fertilización; control de plagas y manejo

de enfermedades. Todas estas actividades deben estar basadas en tecnologías que permitan la conservación del recurso suelo, especialmente el establecimiento de coberturas nobles protectoras del impacto de las gotas de lluvia directamente al suelo, causa principal de la erodabilidad de los suelos cafeteros en Colombia.

Complementario a las prácticas anteriores existen algunos indicadores para el Manejo Integrado del Medio Ambiente, definidos por Parrado (2005), en los cuales se incluyen los correspondientes al suelo, según la actividad de la que se trata. Para el caso de la caficultura en Colombia el IDEAM (2003), establece seis parámetros que evalúa, así: 1. Etapa del cultivo, 2. Recurso afectado, 3. Causa del impacto ambiental, 4. Medidas de prevención ambiental, 5. Medidas de control ambiental y 6. Medidas de mitigación ambiental. Una aplicación de estos parámetros propuesta por el IDEAM (2003) es: 1. Prácticas inadecuadas en el momento de la desyerba, por dejarse completamente desnudo o por remover drásticamente el suelo en terrenos pendientes, 2. Erosión, 3. Establecer un programa de manejo integrado de arvenses, 4. Racionalizar el uso de herramientas que aumentan la erosión (ejemplo el azadón), 5. Usar prácticas correctivas de conservación del suelo y establecer coberturas y abonos verdes.

El desarrollo sostenible exige planes integrales de todas las áreas y disciplinas del saber y de los sectores público y privado apoyados en la conciencia del ser humano para la protección y recuperación del medio ambiente. Cualquier iniciativa o práctica aislada impacta poco sobre este fin. El manejo inadecuado origina una disminución permanente de la productividad de los suelos, pérdidas por escorrentía al no regular las aguas y disminución de la biodiversidad genética que conduce a un desequilibrio ecológico y una agricultura insostenible para los seres vivos.

En Colombia, la generación de conocimiento e instrumentos tecnológicos ha sido insuficiente para la agricultura y el manejo del suelo acorde con las circunstancias del país, y muchas de ellas son copias o adecuaciones de modelos extranjeros, debido en gran parte a la falta de apoyo gubernamental y privado para la investigación científica. Esto ha ocasionado para la economía avances en productividad y agricultura intensiva, a cambio de efectos degradantes en el suelo, tal es el caso de la erosión. Esto no significa que la economía y la erosión, o en general el medio ambiente, sean excluyentes, sino por el contrario pueden existir avances sin detrimentos mutuos e inclusive la riqueza puede y debe mejorar la calidad de vida y buscar la protección de los suelos.

Evaluar los efectos económicos del uso inadecuado del suelo que trae como consecuencia la erosión no es fácil, ni siquiera para establecer impactos en el rendimiento de los cultivos. Esta dificultad proviene principalmente de la falta de información cuantitativa de las innumerables interacciones entre la degradación del suelo y la eficiencia de fertilizantes y enmiendas, clima, pérdida por erosión, prácticas de conservación, etc. (Lal, 1994).

Los efectos de erosión, contaminación y degradación física, química y biológica, no entran en las cuentas costo/beneficio de la economía neoclásica y se suman a las injusticias sociales que marginaron históricamente a los campesinos y los constriñeron a las zonas de

minifundio en ladera, dejando las zonas planas con mejores suelos y disponibilidad de agua a los terratenientes latifundistas que manejaron sus tierras a veces con criterios rentistas y especulativos y, a veces, con criterios de agricultura intensiva en insumos, sin importar los efectos ecosistémicos posteriores y las externalidades económicas de tales procedimientos (León Sicard, 2005). Así mismo agrega este autor que la erosión, la compactación de suelos, la desertificación o la salinización de las tierras son procesos que pueden abordarse desde el punto de vista de sus efectos apelando a la contabilidad de sus magnitudes físicas, pero que se solucionan en las dimensiones económicas, políticas y científicas, esferas pertenecientes a la cultura. Finalmente el autor pregunta si todos tienen derecho a que la tierra no se pierda por erosión y si quienes han sido los responsables van a pagar el deterioro?.

3.5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE RECURSOS AMBIENTALES Y EL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE

La valoración económica del ambiente consiste en darle un valor monetario a bienes y servicios ambientales que no son transados en los mercados y por tanto no tienen precio explícito (Figueroa, 2004). No obstante esta valoración en sistemas agroforestales es compleja, dada la variedad de servicios ambientales ofrecidos, de los cuales muchos no son susceptibles de ser valorados en términos monetarios.

El nuevo enfoque del desarrollo se caracteriza por ciertos criterios de racionalidad en el aprovechamiento de los recursos ambientales, para esto es necesario hacer intervenir en su evaluación todos los costos, incluso los no evaluables monetariamente (Cordero, 1995 citado por Salguero, 1996).

Los estudios sobre valoración de recursos ambientales que busquen sincronizar los objetivos económicos y ambientales en la caficultura, se convertirán según lo expresa el IDEAM (2003) en herramientas administrativas alternativas para el manejo ambiental de las actividades de ese sector, que permitan mejorar los procesos de planeación, facilitar la elaboración de estudios ambientales, establecer lineamientos de manejo ambiental, unificar criterios de evaluación y seguimiento, fortalecer la gestión ambiental y optimizar los recursos. Este interés está expresado en la justificación y objetivos del trabajo sobre valoración contingente propuesto, en donde el sector cafetero aporta al desarrollo sostenible a través de la promoción y ejecución de campañas de conservación de suelos y aguas, y a la difusión de estas prácticas en las diferentes etapas del cultivo.

Para conocer más sobre el suelo y presentar propuestas y tecnologías que aporten efectivamente a evitar su deterioro y contribuir a su sostenibilidad, es necesario buscar la valoración que de este recurso tiene el caficultor lo cual se sustenta en el enfoque de Rhoades y Booth (1982) citados por Altieri (1995) en el libro sobre Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable: La filosofía básica en que se apoya este modelo es que la investigación y el desarrollo agrícola deben comenzar y terminar en el campesino. La investigación agrícola aplicada no puede comenzar aisladamente en un centro de experimentación o con un comité de planificación que está lejos del contacto con la

realidad campesina. En la práctica esto significa obtener información del caficultor y tratar de comprender la percepción que él tiene de los recursos, su valoración como problema o no y las respuestas directas dadas sobre la erosión del suelo.

Existen dos líneas de pensamiento sobre el valor que tiene el medio ambiente (Azqueta, 1994):

- ⇒ Una dice que la naturaleza tiene un valor intrínseco per se (no necesita de nada ni de nadie que le otorgue).
- ⇒ La otra, por el contrario, asume que es su relación con el ser humano lo que da valor al medio ambiente, y se incrementa en la medida en que las personas le dan mayor valor.

El tipo de clasificación anterior recibe el nombre de antropocéntrica la que parte de la suposición de que la naturaleza es valiosa en tanto sea útil para el ser humano y ecocéntrica la que se apoya en el principio de que el valor de la naturaleza es ajeno a los intereses del ser humano (Rideout y Hessel, 1997) citados por Suárez, (2002).

El suelo es uno de los componentes fundamentales del medio ambiente y cualquier cambio en él, podrá tener diferentes valores según la línea de pensamiento de la persona o comunidad a la que esté asociada. La valoración ambiental es un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costes derivados de algunas de las siguientes acciones: a) uso de un activo ambiental; b) realización de una mejora ambiental y c) generación de un daño ambiental Romero (1997) citado por Suárez (2002).

Muchos de los aspectos del ambiente no tienen precios de mercado establecidos y es posible estimar un valor implícito para un bien o servicio ambiental por medio del precio pagado por otro bien que está en el mercado (Suárez, 2002). Agrega que a pesar de que hay limitaciones en estas técnicas, ellas pueden, en ciertos casos, ser muy útiles para valorar una gama amplia de cualidades ambientales. Estos métodos denominados de valoración directa utilizan precios de mercado o precios sombra, algunos de estos son: cambios de productividad, costos de reemplazo, costo de sustitución, pérdida de ingresos, costo efectividad, costos de oportunidad (este enfoque es también una manera de medir el costo de preservación) y los costos preventivos.

Baquero (2002) obtuvo resultados econométricos para el costo del uso del suelo bajo tres formas funcionales: lineal, logarítmica y cuadrática con valores presentes en pesos de 451.114; 361.957 y 575.724, respectivamente. Así mismo se estimó el costo de la erosión por hectárea bajo la metodología hedónica en \$673.000 (Baquero, 2002).

Sobre una investigación vinculada a la captura de carbono Suárez (2002) utilizó el método de costo de oportunidad comparando dos situaciones (una localmente rentable y la otra mejorada desde el punto de vista de almacenamiento de carbono) y bajo tres escenarios, los cuales son presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de valoración de la tonelada de carbono almacenado durante un año en los sistemas agroforestales de café, a través del método de costo de oportunidad bajo tres escenarios.

Escenario	Situación		Significado del costo de oportunidad
	1	2	
1	Óptimo Ecológico	Óptimo económico	Costo teórico de evitar la pérdida de carbono por practicar la actividad productiva más rentable, en vez de la actividad productiva más ecológica.
2	Situación actual (punto medio actual)	Óptimo ecológico	Costo de aumentar el stock de carbono, desde el punto medio de la situación actual, hasta el punto óptimo ecológico.
3	Situación futura (punto medio futuro)	Situación actual (punto medio actual)	Costo de evitar pérdida de carbono por cambios de usos del suelo previstos. Se supone reducción del stock de carbono y aumentos en los ingresos, asumiendo en café precios constantes.

Fuente: Suárez P., D.A. Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la Comarca Yassica Sur, Matagalpa, Nicaragua.

En un trabajo sobre el análisis de la relación ambiental y financiera de la dinámica del uso de la tierra en la finca comercial de CATIE en Turrialba, Costa Rica, la evaluación económica da una información importante para definir el uso más conveniente según el tipo de suelo, buscando el máximo beneficio económico, sin deteriorar el recurso y logrando la sostenibilidad del sistema a través del tiempo (Lainez, 1997). En este mismo documento el autor cita a Rossister *et al.* (1993), quienes consideran que una evaluación física indica el grado de aptitud para un uso de la tierra sin considerar las condiciones económicas, ya que trata de establecer la situación económica en un período de tiempo determinado, la evaluación económica de este sistema (refiriéndose al Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras – ALES) es más que todo un análisis del riesgo o factibilidad de un tipo de uso en una unidad cartográfica definida. El sistema ALES referenciado por Lainez (1997), calcula en forma automática los indicadores financieros (Valor Presente Neto, Relación Beneficio/Costo, Tasa Interna de Retorno).

El método de costos defensivos que trata de eliminar, mitigar, neutralizar o evitar los daños y el deterioro que los procesos industriales han causado al medio ambiente fue aplicado por Salguero (1996), basándose en los costos reales de las empresas o personas para disminuir los daños ambientales. Lo aplicó el autor para hallar los costos defensivos del sector cafetero en el proceso de beneficio del producto; para el estudio propuesto no es un método que pueda aplicarse porque no se están valorando los costos reales del caficultor para evitar la erosión de los suelos. No se descarta que el presente trabajo sea tomado como base para una posterior obtención de los costos defensivos de la erosión del suelo en la caficultura colombiana.

Sobre los métodos de valoración económica de recursos ambientales, el autor Riera (1994), dice que el método de la valoración contingente es una de las técnicas –a menudo la única– que se tiene para estimar el valor de bienes o servicios para los que no existe mercado, éste consiste en simular un mercado hipotético, encuestando a los consumidores potenciales sobre la disposición a pagar o el valor a ser compensado por ese bien o servicio; con los datos se deduce el valor del bien que le asigna el consumidor potencial.

Los bienes sin un mercado han sido tratados en la economía con tres técnicas, el modelo de costos de desplazamiento (o costos de viaje), el modelo de los precios hedónicos y el método de valoración contingente (Azqueta, 1994). El primero tiene aplicación para la valoración social de un espacio de interés medio ambiental y recreativo concreto (Riera, 1994); el segundo es utilizado de acuerdo con el mismo autor para la valoración de externalidades ambientales y bienes de no mercado. Los costos de desplazamiento son más específicos para estimar el costo de visitar un sitio de recreación, definir si hay utilidades o “excedentes del consumidor” para algunos usuarios si es del caso y es clasificado dentro de la categoría de uso de curvas de demanda. Los precios hedónicos tienen su mayor funcionalidad cuando existe en el mercado un recurso similar para compararlo bajo las condiciones del bien a valorar.

La tercera técnica expuesta, de valoración contingente definida con anterioridad, es la que más genuinamente permite los análisis ex ante, de vital importancia para el caso de la erosión del suelo. Este método tiene desventajas y algunos autores lo descalifican, una de las dificultades que señala Riera (1994), es la notable complejidad en la elaboración del ejercicio y que sus conclusiones no pueden generalizarse.

Otra falencia es la originada por ejemplo, por problemas de interpretación, los cuales no descalifican el procedimiento para muchos casos, especialmente los que tienen que ver con bienes públicos y recursos ambientales que son valorados directamente por el consumidor. Esto lo hace seleccionable para el presente estudio en donde el propio calificador asigna la valoración y las posibles imprecisiones se pueden tratar con preguntas complementarias sobre la importancia del problema o el impacto de las pérdidas por erosión del suelo.

El método se ha incluido también al medir la disposición a pagar para obtener una aproximación a la valoración de recursos filogenéticos (REMERFI, 2002), al estudiar las decisiones que los agricultores están dispuestos a tomar con el fin de mantener la diversidad genética en sus campos.

La economía reconoce los efectos degradativos de la erosión de suelo sobre el valor de la tierra y sobre los ingresos o rentabilidad de un sistema de producción agropecuaria, pero en la práctica pareciera ignorarse esos efectos. De Prada (2005) hizo una valoración económica de la erosión del suelo en la economía del productor, utilizó el método de valoración contingente cuantificando los cambios reales en la erosión del suelo durante cuatro años y bajo un modelo econométrico estimó a precios constantes de Argentina del año 2000 que el costo de la erosión del suelo ha aumentado entre 45 y 57 millones de pesos para el área de estudio que abarcó 1.080.000 hectáreas. Concluye el autor que un diseño

cuidadoso de la política de conservación de suelo y agua podría focalizar los productores que han incrementado los costos de erosión y reducir el costo de intervención.

El apoyo del estadístico Chi-cuadrado es común en trabajos bajo la metodología de valoración contingente para determinar la significancia de las variables. Rojas *et al.* (2001) incluyeron en su estudio esta prueba y concluyeron, al determinar la viabilidad financiera de proyectos de tratamientos de aguas residuales, que este método presenta un alto potencial de aplicación en zonas rurales de países tropicales, al ser una alternativa que posibilita a los planificadores medir ex-ante la sostenibilidad de las inversiones a realizar, así como el entendimiento de las condiciones y variables que afectan la disposición a pagar (DAP).

El criterio de selección de las variables de interés y variables complementarias que afectan la valoración contingente expresada mediante una DAP es fundamental en el complemento e interpretación de los resultados. Sánchez (2002), realizó la valoración económica de la descontaminación de una laguna en Venezuela. El autor mediante el método de valoración contingente definió el modelo econométrico utilizando un nivel de significancia del 10% para las asociaciones evaluadas considerando las siguientes variables: ingreso individual, precio hipotético de acceso a la laguna, nivel de educación, edad, ocupación y grado de satisfacción esperado por el disfrute del proyecto, como variables explicativas de las respuestas obtenidas.

La valoración contingente debe analizarse mediante la relación con variables relevantes; para estudiar las posibles relaciones entre éstas con las variables de interés y la explicación de la disposición a pagar expresada se utilizan las tablas de contingencia. La relación de dependencia entre las dos variables se calcula a partir del valor de la Chi-cuadrado. Riera y Mogas (2000) llevaron a cabo un estudio para comprobar la disposición a pagar por un determinado programa de reducción del riesgo de incendios forestales en Cataluña utilizando las probabilidades de total independencia o alta relación entre variables. De la relación cruzada entre la aceptación a pagar por el programa y algunas variables explicativas encontraron que las respuestas declaradas por los individuos no se ven afectadas significativamente por la pertenencia a una organización de defensa de la naturaleza y la provincia de residencia de la persona entrevistada, mientras que la edad, el tamaño del municipio y el disfrute de las funciones recreativas de los bosques por parte de la persona entrevistada influye significativamente en el grado de acuerdo con el programa. Estos autores asumieron que los valores de la probabilidad mayores de 0,05, por ejemplo, indicaban que no hay relación entre las variables estudiadas a un nivel del 95% de confianza.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda (Figura 1), donde se encuentra la zona cafetera central, representativa de la caficultura en Colombia. Los municipios incluidos en el diagnóstico corresponden a los registrados en el Sistema de Información Cafetera - SICA (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1997 y 2007) de los Comités Departamentales de Cafeteros de esta área. La Tabla 2 presenta la información de cada departamento con sus municipios y el número de veredas en donde se realizó la encuesta, y en la Tabla 3 se muestra la información cafetera actual para la zona de estudio, incluyendo el número de fincas de cada departamento y el número a las cuales se les aplicó la encuesta.

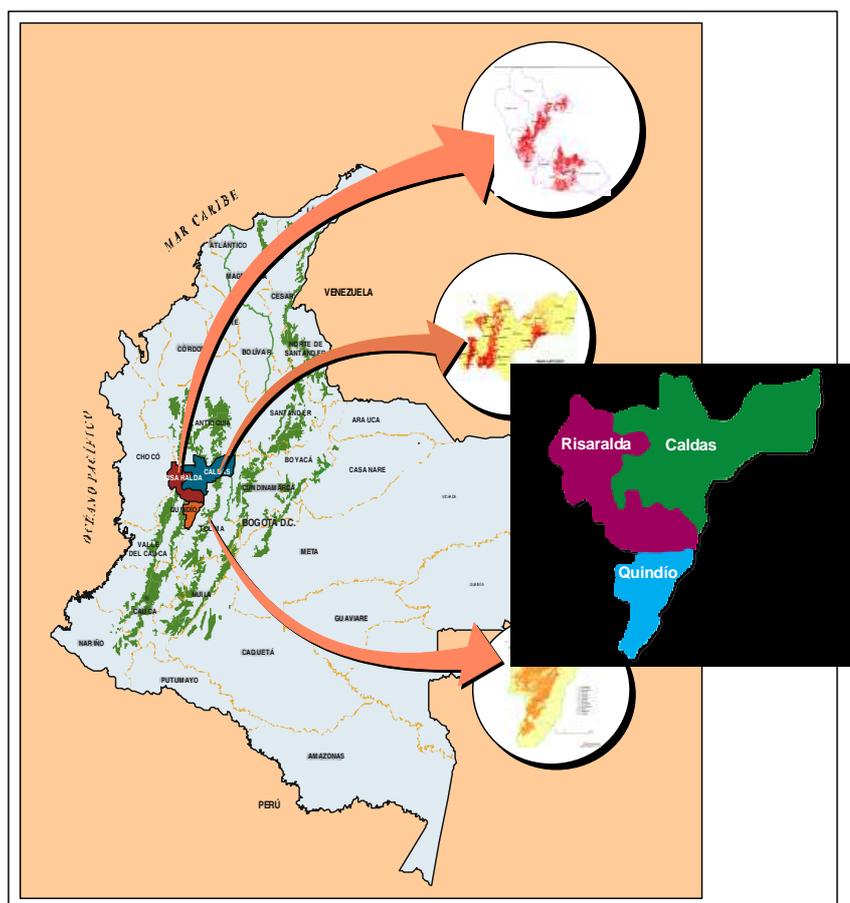


Figura 1. Ubicación zona de estudio

Tabla 2. Información departamentos zona de estudio

Departamento	No. de municipios			No. veredas incluidas
	Total	Cafeteros	Encuestados	
Caldas	27	25	23	75
Risaralda	14	13	12	65
Quindío	12	12	12	53
Totales	53	50	47	193

Tabla 3. Información cafetera de los departamentos zona estudio

Departamento	No. hectáreas en café			No. fincas cafeteras según SICA 2007	No. de caficultores encuestados
	Según Duque (2004)	Según SICA año 2007	Fincas encuestadas		
Caldas	91.421	88.971	771,57	52.075	93
Risaralda	62.052	56.003	561,80	26.112	76
Quindío	51.484	48.389	432,41	7.340	59
Totales	204.957	193.363	1.765,78	85.527	228

4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se llevó a cabo un estudio específico exploratorio, bajo un diseño no experimental transeccional o transversal (descriptivo correlacional), según Montoya (1999).

4.3 POBLACIÓN OBJETIVO

La población objeto de estudio fueron las fincas de los caficultores, siendo la fuente de información la finca cafetera bajo las condiciones de manejo vigentes a la fecha de realización de la encuesta (Anexo 1); éstas debían estar registradas en las listas de los respectivos Comités de Cafeteros, de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. La distribución porcentual por departamento se ilustra en la Figura 2.

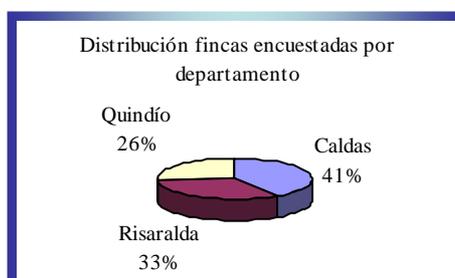


Figura 2. Distribución fincas por departamento

4.4 UNIDAD DE MUESTREO

La unidad de muestreo estuvo conformada por la finca.

4.5 TIPO DE MUESTREO

El tamaño de muestra se estableció con base en el estudio previo realizado en Cenicafé por la disciplina de Economía para el proyecto “Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental de la producción de café en Colombia”, en el cual se encuestó a 203 caficultores de 72 municipios cafeteros de Colombia en ocho departamentos. En él se preguntó sobre siete prácticas de conservación de suelos y si el caficultor respondió afirmativamente a cuatro condiciones: (1) realiza manejo integrado de arvenses; (2) siembra a través del contorno; (3) establece coberturas nobles; (4) no realiza quemadas al suelo, se consideró que le asigna valor a la erosión del suelo o le da importancia, y con ese porcentaje de respuestas se determinó el valor de “P” en la fórmula para el tamaño de la muestra (P = proporción de la población que tiene la característica que se desea estudiar y Q = proporción de la población que no tiene dicha característica).

El resultado obtenido fue de 114 caficultores con respuestas afirmativas a las condiciones anteriores y que se asume le asignan valor o le dan importancia a la erosión del suelo. Ellos representaron el 56% del total de caficultores consultados. Este dato se reemplaza por “P” en la fórmula estadística para calcular el tamaño para una proporción o porcentaje (Poate y Daplyn, 1993):

$$n = \frac{Z^2 \cdot P(1 - P)}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra (Número de fincas)

Z = Confiabilidad. Cuantil de la normal, correspondiente al 95% de probabilidad.

P = Probabilidad de que el caficultor le asigne o le de importancia a la erosión del suelo.

E = Error de estimación = 6,45%

Remplazando quedaría:

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,56(1-0,56)}{(0,0645)^2}$$

$$n = \frac{3,84 \cdot 0,246}{0,00416} \quad \mathbf{n = 228 \text{ fincas}}$$

Se tomó un error de estimación del 6,45% y una confiabilidad del 95%.

El cuestionario incluyó variables referentes a: Información general de la persona encargada de la administración de la finca, aspectos socioeconómicos, datos sobre uso de la tierra, información asociada con los sistemas de producción y factores relacionados con la valoración del suelo. La información obtenida con el instrumento de medición se ordenó en cuatro grupos (Tabla 4), los cuales están planteados de acuerdo con los objetivos del estudio y clasificados en: Socioeconómico, uso de la tierra, sistemas de producción y valoración del suelo.

Tabla 4. Descripción de las características, unidades y tipo de variable, por aspecto

Aspecto: Socioeconómico	Unidades	Tipo de variable
Departamento		Categórica
Municipio		Categórica
Altitud	Metros	Continua
Promedio de precipitación en la finca	mm.año ⁻¹	Continua
Vereda		Categórica
Género del caficultor		Categórica
Edad del caficultor	Años	Continua
Nivel de educación del caficultor	Años de educación formal	Continua
Experiencia como caficultor	Años	Continua
Años de trabajo en la finca	Años	Continua
Tenencia de tierra		Categórica
Aspecto: Uso de la tierra	Unidades	Tipo de variable
Área total de la finca	Hectáreas	Continua
Área en café	Hectáreas	Continua
Área en otros cultivos	Hectáreas	Continua
Fecha última siembra de café		Categórica
Variedades de café sembradas		Categórica
Clase de pendiente		Categórica
Promedio de la pendiente del terreno	Grados	Continua
Aspecto: Sistemas de producción	Unidades	Tipo de variable
Promedio de la densidad de siembra	Árboles café.ha ⁻¹	Continua
Promedio de edad de los cafetales	Años	Continua
Tipo de crecimiento		Categórica
Luminosidad		Categórica
Dosis de fertilizante por hectárea	Kg.ha ⁻¹ .año ⁻¹	Continua
Tipo de caficultura prevalente		Categórica
Producción café en la finca	@ cps (1@ = 12,5 kg)	Continua
Cultivos asociados		Categórica
Cultivos transitorios		Categórica

Tabla 4. Descripción de las características, unidades y tipo de variable, por aspecto. Continuación.

Aspecto: Valoración del suelo y prácticas sostenibles	Unidades	Tipo de variable
Conocimiento acerca de la erosión		Categórica
Gravedad, intensidad, importancia y pérdidas económicas		Categórica
Signos y causas de la erosión		Categórica
Alternativa de modificar el uso del suelo		Categórica
Disposición a la valoración de la erosión del suelo		Categórica
Inversión para evitar o controlar la erosión		Continua
Valor estimado de la finca (comercial)		Continua
Manejo integrado de arvenses		Categórica
Prácticas conservación de suelos		Categórica
Utiliza herbicidas para el control de arvenses		Categórica
Herramientas utilizadas para intervención de suelos		Categórica
Uso de la pulpa		Categórica

4.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La toma de la información en campo fue ejecutada por el personal del Servicio de Extensión de los diferentes Comités de Cafeteros incluidos en el estudio. Antes de iniciar el trabajo de campo se realizaron reuniones de instrucciones generales con los Líderes de Extensión y Coordinadores Regionales de cada Comité, para plantear los objetivos del estudio y uso del formulario de entrevista a aplicar, así como para tratar aspectos básicos para la administración de la encuesta. El diagrama de ejecución del proyecto se presenta en la Figura 3.

Una vez se estableció el tamaño de la muestra, se asignaron las encuestas por cada departamento tratando de cubrir el mayor número de municipios cafeteros y de acuerdo con el conocimiento de cada zona que tiene el Servicio de Extensión se definieron las veredas considerando las características geográficas y del cultivo del café. Por último y con base en la preselección anterior, se determinaron las fincas teniendo en cuenta las características del cultivo, clasificación entre grande, mediano o pequeño caficultor y si se tenían o no problemas o antecedentes de erosión. Las entrevistas se llevaron a cabo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2006 y enero de 2007, luego se procedió a tabular la información y a construir las respectivas bases de datos.

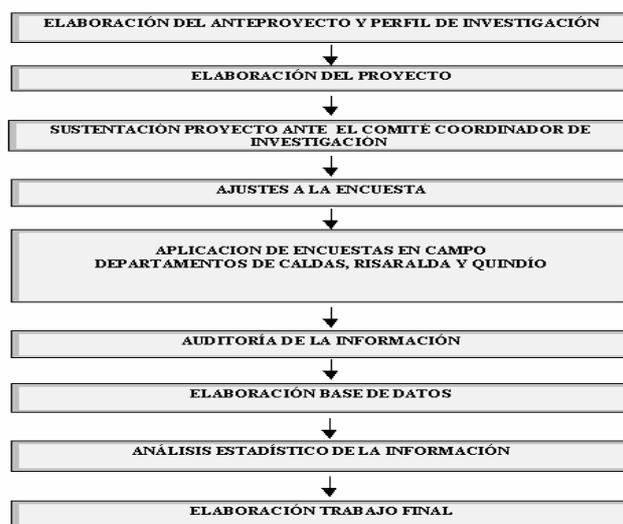


Figura 3. Diagrama de desarrollo del proyecto

4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para las variables cuantitativas (Tabla 5), se estimó la media, mediana, moda; y desviación estándar y rango como medidas de variabilidad; además se estimó el intervalo para el promedio poblacional con un coeficiente de confianza del 95%.

Tabla 5. Descripción de las variables cuantitativas

Variable
Altitud de la finca
Edad del entrevistado
Nivel de educación del caficultor
Años de experiencia en el cultivo
Años de trabajo en esta finca
Área total de la finca
Área en café y área en otros cultivos
Última fecha de siembra
Promedio de la pendiente del terreno
Promedio de la densidad de siembra y edad de los cafetales
Dosis de fertilizante.ha ⁻¹
Producción de café en la finca
Disposición para invertir en el control o prevención de la erosión del suelo
Valor estimado de la finca

Las variables de interés están definidas en la encuesta dentro del grupo valoración del suelo y prácticas sostenibles, ellas son: Calificación de la gravedad de la erosión (EROGRAV); calificación de la intensidad de la erosión (INTERO); grado de importancia de la erosión (IMPERO); consideración de las pérdidas económicas a causa de la erosión (PERDERO); y disposición para invertir en evitar o controlar la erosión (DPI). A esas variables se les evaluó la coincidencia o discrepancia con datos estructurales y de manejo del suelo, denominadas “variables complementarias” e incluidas en el Anexo 2; las cuales fueron consideradas de relevancia para conocer la valoración que el caficultor asignó a la erosión del suelo, realizando un cruce entre ellas mediante el uso de tablas de contingencia.

Algunas variables continuas fueron tratadas como categóricas con base en las escalas de clasificación incluidas en el Anexo 2. Estas categorías se construyeron bajo la asesoría de varios investigadores de Cenicafé principalmente en las especialidades de clima, sistemas de producción, suelo y biometría, o se consultaron estudios similares realizados por la Disciplina de Economía de esa institución. Para éstas se hizo un análisis de frecuencia, cruce de variables por medio de tablas de contingencia y se les aplicó la prueba Chi-cuadrado, para definir las posibles relaciones de cada una de las características asociadas a los aspectos: Socioeconómicos, uso de la tierra, sistemas de producción y valoración del suelo. Otro objetivo de la aplicación de la prueba Chi-cuadrado fue aceptar o rechazar la hipótesis de independencia entre cada una de las variables de interés con las variables complementarias evaluadas.

Obtenidos los cálculos y análisis de las variables de interés y variables complementarias, se aplicó la metodología de valoración contingente mediante la obtención de la disposición para invertir (DPI), por parte de los caficultores. En la simulación se decidió consultar por el valor dispuesto a invertir en $\$.ha^{-1}.a\tilde{no}^{-1}$ para controlar o prevenir la erosión en los suelos.

La hipótesis de trabajo fue evaluada con el estadístico de prueba Z, a un nivel de significación del 5%.

Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa SAS V9.1, y Microsoft® Excel 97 para el manejo de las bases de datos de la información.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 CONDICIONES AMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está clasificada dentro de los ecotopos cafeteros definidos por Gómez *et al.* (1991) (Tabla 6). Los departamentos en los cuales se realizó el trabajo hacen parte de la región andina colombiana cuyas áreas se encuentran entre los 4° y 7° N con una distribución de lluvias bimodal anual influenciadas por la Zona de Confluencia Intertropical – ZCIT (Jaramillo, 2005).

Tabla 6. Ecotopos cafeteros zona cafetera central de Colombia

Departamento	Municipio ³	Ecotopo
Caldas	Aguadas, Arma, Pácora, Salamina, La Merced, Aranzazu, Filadelfia (parte)	204 A
	Filadelfia (Samaria), Neira, Manizales (parte)	205 A
	Samaná, Pensilvania, Victoria (parte), Marquetalia (parte)	205 B
	Victoria (parte), Marquetalia (parte), Marulanda, Manzanares	206 B
	Marmato, Supía, Riosucio, Anserma (parte)	106 B
	Anserma (parte), Risaralda, Viterbo, Belalcázar	107 B
	Manizales (parte), Chinchiná (parte), Palestina	206 A
	Villamaría (Rioclaro), Manizales (parte), Chinchiná (parte)	207 A
Risaralda	Quinchía, Guática, Mistrató (parte oriental), Belén de Umbría (parte)	106 B
	Belén de Umbría (parte), Apía (parte), La Virginia	107 B
	Apía (parte), Santuario, La Celia, Balboa	108 B
	Marsella, Santa Rosa de Cabal (parte), Dosquebradas (parte) y Pereira (parte)	206 A
	Santa Rosa de Cabal (parte), Dosquebradas (parte)	207 A
	Pereira (parte)	209 A
Quindío	Salento, Armenia (parte), Calarcá (parte)	208 A
	Filandia, Circasia, Quimbaya, Montenegro, Armenia (parte), Calarcá (parte), La Tebaida, Córdoba (parte), Buenavista (parte)	210 A
	Calarcá (parte), Buenavista (parte), Córdoba (parte), Pijao	211 A

Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación de Gómez *et al.* (1991).

³ Un municipio puede pertenecer a uno o más ecotopos y un ecotopo puede incluir municipios de uno o más departamentos.

5.1.1 Altitud⁴ y promedio de la precipitación en la finca. Para la variable altitud el rango superior no excedió los 2.050 m y la altitud mínima correspondió a los 1.196 m. De acuerdo con los datos evaluados la mayoría de las fincas (75 por ciento), se encuentra en la zona óptima para el cultivo del café, es decir entre los 1.300 y 1.700 msnm, sólo el ocho por ciento están en zona baja (menos de 1.300 msnm) y en la zona alta por encima de 1.700 msnm el restante 17 por ciento. Las medidas estadísticas de tendencia central encontradas fueron muy similares para la media, mediana y la moda, este último dato fue 1.500 m.

Respecto del promedio de la precipitación por año en la finca se encontró que varió entre 1.200 y 3.500 mm. La precipitación anual de esta región se distribuye en todos los meses durante el año sin presencia de períodos secos pronunciados, el régimen pluviométrico de tipo bimodal muestra dos períodos lluviosos y dos de menor precipitación. La finca con menor precipitación está ubicada en el municipio de Apía, departamento del Risaralda, mientras que tres fincas ubicadas en el municipio de Marquetalia del departamento de Caldas, mostraron la mayor precipitación; el 75% de las fincas tienen una precipitación igual o superior a los 2.400 mm.año⁻¹. La gran mayoría de los predios equivalentes al 94,4% no presentaron problemas de deficiencia hídrica, porque registraron un promedio de precipitación en mm.año⁻¹ entre los 1.500 y 2.800⁵.

No existe una relación lineal entre la precipitación media anual y la altitud (Cenicafé, 1987); sin embargo, la distribución de las montañas, tiene una influencia decisiva en la distribución vertical de las lluvias (Jaramillo, 2005). Los tres departamentos estudiados presentan las anteriores características y están localizados en la región Andina de Colombia donde la lluvia aumenta con la altitud hasta un nivel máximo que depende de la vertiente, pero por lo general, la máxima precipitación ocurre entre 1.300 y 1.500 m, a partir de esta altitud la lluvia comienza a disminuir (Cenicafé, 1987).

5.2 INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

El análisis socioeconómico de los caficultores encuestados fue un objetivo complementario del presente estudio, para buscar posibles asociaciones o independencias de estos aspectos con las variables de interés que ayuden a la comprensión o explicación de argumentos sobre la valoración contingente de la erosión de los suelos asignada por el caficultor.

5.2.1 Tipo de tenencia de tierra. Respecto a este parámetro se estudiaron seis modalidades: Propietario, Poseedor, Arrendatario, Aparcero, Medianero⁶ y Otro. El mayor porcentaje de los encuestados eran propietarios de sus predios (93%), datos bastante similares a los encontrados para esta variable por Duarte (2006) y Duque y Bustamante (2002); estos últimos obtuvieron una respuesta del 92,8% correspondiente a propietarios.

⁴ La clasificación de las fincas en Zona Baja, Media (Óptima) o Alta con relación a la altitud se realizó con la Asesoría del Dr. José Vicente Baldión R. Investigador Científico II Disciplina Agroclimatología Cenicafé.

⁵ Comunicación Personal, Dr. Álvaro Jaramillo Robledo Investigador Científico III Disciplina Agroclimatología Cenicafé, 19 de abril de 2007.

⁶ La Medianía es un tipo de tenencia semejante al de tierras en compañía.

5.2.2 Función y género del encuestado en la finca. En cuanto a la función del encuestado en la finca predominan los propietarios (Figura 4); siendo Caldas el departamento con mayor porcentaje de ellos con un 90%, seguido de Quindío con el 83% y del Risaralda con un 80%. El porcentaje restante para cada una de las zonas correspondió a la función de administrador/mayordomo.

El 84% de los casos correspondió a hombres y un 16% a mujeres. El componente femenino a pesar de ser bajo es muy interesante al reflejar una creciente participación en la producción y manejo del café comparado con estudios recientes de Duque y Chaves (2000). En la Figura 4, se presentan los resultados totales obtenidos.

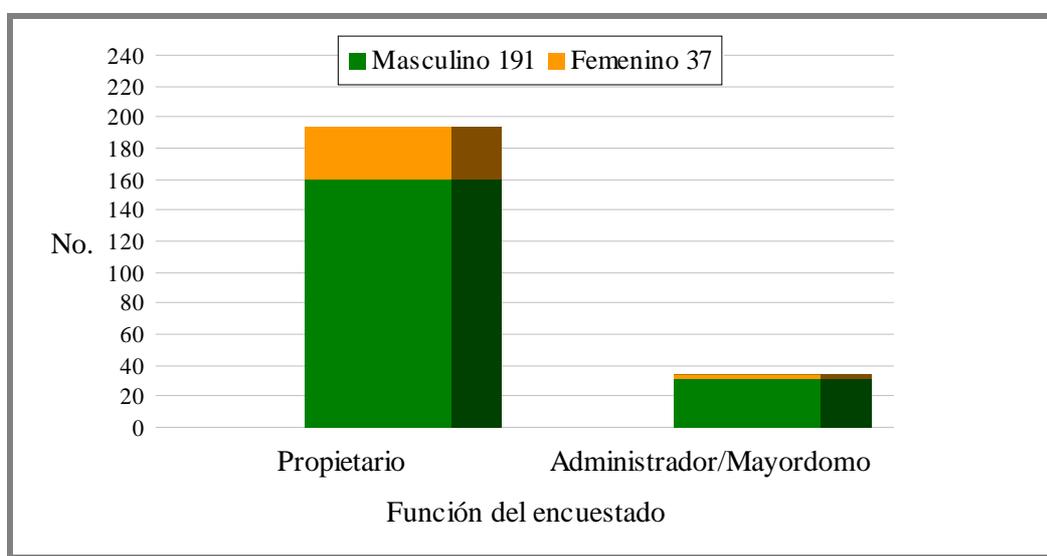


Figura 4. Función y género de los encuestados

5.2.3 Edad del encuestado. Se encontró que el 85% de los entrevistados supera los 35 años, siendo el porcentaje más alto entre 35 y 50 años, con una diferencia muy leve del 1% con el intervalo de mayores de 50 años (Tabla 7). Debe destacarse el número bajo de personas (35) ubicadas en el rango de menor edad. La edad media fue de 48 años, en donde se resalta que el entrevistado de mayor edad tenía 80 años y 21 años el más joven. Al calcularse el promedio según el Género se encontró una edad de 48 años para los hombres y para las mujeres de 51 años, cifras inferiores a las reportadas por la Federación Nacional de Cafeteros (2004) con un promedio de edad de 51 años para los hombres y 55 años las mujeres. Estas últimas cifras podrían ser el resultado del emprendimiento de la Federación para el proyecto de relevo generacional desde 1998 que busca el acceso a la tierra para jóvenes agricultores (CONPES, 2004).

Tabla 7. Edad de los encuestados y clasificación por Género

Grupo de edad	Porcentaje	No. Hombres	No. Mujeres
Hasta 35 años	15	30	5
Mayor de 35 hasta 50 años	43	84	14
Mayor de 50 años	42	77	18

5.2.4 Educación formal. El grado de educación de los caficultores encuestados presentó marcada variabilidad (Tabla 8). Una proporción importante (23,7%) presentó escalas bajas de escolaridad pues ni siquiera completaron la primaria. Sin embargo, más de la mitad (50,9%) tiene mínimo estudios de secundaria y la gran mayoría de estos (40,4% del total) continuó con educación tecnológica, universitaria o de posgrado. Parecería por lo tanto, que el nivel de educación formal de los caficultores encuestados en este estudio es superior al encontrado en los inventarios y censos del SICA⁷ y del CRECE⁸ reportados por la Federación Nacional de Cafeteros (1997), y en estudios como el de Núñez (2005).

Tabla 8. Educación formal del entrevistado

Nivel de educación	% caficultores
Ningún año de escolaridad (Cero)	0,9
Primaria incompleta	22,8
Primaria completa	25,4
Secundaria incompleta	10,5
Secundaria completa, Tecnología / Universitaria / Postgrado	40,4

5.2.5 Experiencia como caficultor y tiempo dedicado en la finca actual. Los datos obtenidos se presentan en la Tabla 9; se puede observar la estabilidad en el ejercicio de esta actividad. El 75% excede los 10 años cultivando café y por lo tanto debe inferirse un conocimiento y experiencia aceptables. El promedio de tiempo fue de 24 años y el tiempo más común como caficultor es 30 años, datos que validan la permanencia en este renglón agrícola. Similar tendencia presentó la permanencia en la finca con una estabilidad promedio de 15 años, explicada probablemente porque el 85% son propietarios, teniendo un 77% con cinco o más años en la finca actual. Estos datos pueden validar lo planteado por Federacafé (2004), en cuanto al contexto social de la tierra dedicada al café que pasa de una generación a otra cuando muere el padre y en lo referente a los Programas Institucionales de evitar la migración a centros urbanos o dedicación a cultivos ilícitos.

⁷ Sistema de Información Cafetera, SICA. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

⁸ CRECE – Centro Regional de Estudios Cafeteros y Empresariales.

Tabla 9. Experiencia como caficultor

Tiempo	Porcentaje
Menor o igual a 8 años	40
Mayor a 8 y hasta 20 años	32
Mayor de 20 años	28

5.3 INFORMACIÓN SOBRE EL USO DE LA TIERRA

5.3.1 Tamaño de la finca (por área en café). Se establecieron tres categorías de tamaños de finca según el área en café (Figura 5), así: pequeña (hasta cinco hectáreas), mediana (mayores a 5 y menores a 10 ha), y grande (mayor a 10 ha). Sobresalieron las fincas pequeñas, similar a los datos reportados en la Encuesta Nacional Cafetera 1997⁹ y refleja así mismo la estructura de la caficultura en el concierto nacional estudiada por García (2003), quien identificó un 80% de los productores ubicados en fincas inferiores a cinco hectáreas. Esta tendencia de transformación hacia la pequeña propiedad se ha reflejado desde hace aproximadamente cuatro décadas.

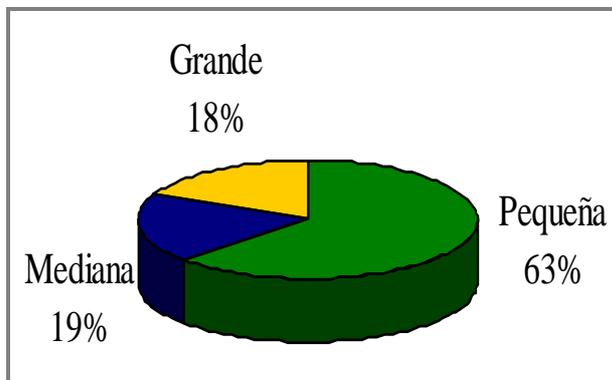


Figura 5. Tamaño de las fincas según el área en café

En el análisis estadístico (Tabla 10) se obtuvo una media de 7,7 hectáreas, la cual debe ser analizada considerando que esta medida se deja arrastrar por valores extremos, y para el caso de la muestra hubo predios mayores a 100 hectáreas. Al observar el tamaño que más se repite se encontró dos hectáreas, valor que puede representar mejor el promedio de la extensión de las fincas cafeteras en la zona central colombiana y en general del país.

⁹ HERRÓN, O. A. Aspectos generales de la caficultura. Febrero de 1997, citado por Duque et al.(2000).

Tabla 10. Medidas de tendencia central para la variable área en café

Medida	Área en café (ha)
Media	7,7
Mediana	3,9
Moda	2,0

5.3.2 Participación del área en café sobre el área total de la finca. Los resultados se agruparon bajo tres modalidades (Figura 6). Con esta clasificación se analizó la distribución del suelo en las fincas y se determinó la importancia relativa del cultivo del café en la cobertura del área total del predio, que está por encima de las tres cuartas partes sembrado con este cultivo.

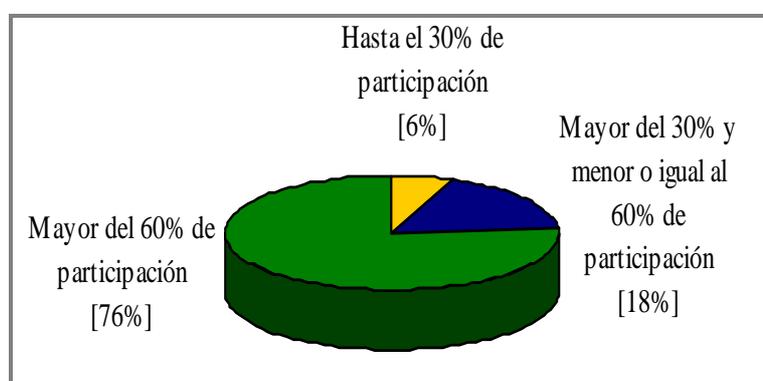


Figura 6. Porcentaje del área en café sobre el área total de la finca

Se encontró que el promedio de participación del café es del 76,7% en un rango que estuvo entre el 5,5 y el 100 por ciento, con una moda igual a 100 por ciento de participación. Lo anterior explica por qué es muy común encontrar toda el área de la finca cultivada en café y más razonable aún si se considera el tamaño pequeño de la mayoría de los predios, especialización que va en detrimento de cultivos de pancoger que aportaban en el pasado al mejoramiento de la economía de las fincas cafeteras pequeñas.

García (2003) reporta que para los predios grandes el grado de especialización en café era menor, es decir que podría existir una relación inversa entre el tamaño de la finca y el área dedicada al café. Con ello se reitera lo demostrado en estudios anteriores de la Federación de Cafeteros y confirmado en éste, en el sentido que las fincas pequeñas son dependientes económicamente de este cultivo, haciéndolas más susceptibles ante las variaciones en el precio del café.

5.3.3 Área en otros cultivos. Se calcularon las estadísticas básicas (Figura 7); estableciéndose como dato que más se repite 1,0 hectáreas, dentro de un rango que estuvo entre las 0,04 y 80 hectáreas. Un 90 por ciento de las fincas tenían menos de ocho hectáreas

dedicadas a otras actividades agrícolas, dato que refleja la exclusividad del café, sumado a que un 44 por ciento de las fincas no tiene otros cultivos y que otro 30 por ciento no alcanzó a tener al menos dos hectáreas con productos diferentes al café. Lo anterior conlleva a no poseer ingresos diversificados y por lo tanto el caficultor es más vulnerable ante fluctuaciones en los precios tal como lo indican García y Ramírez (2002).

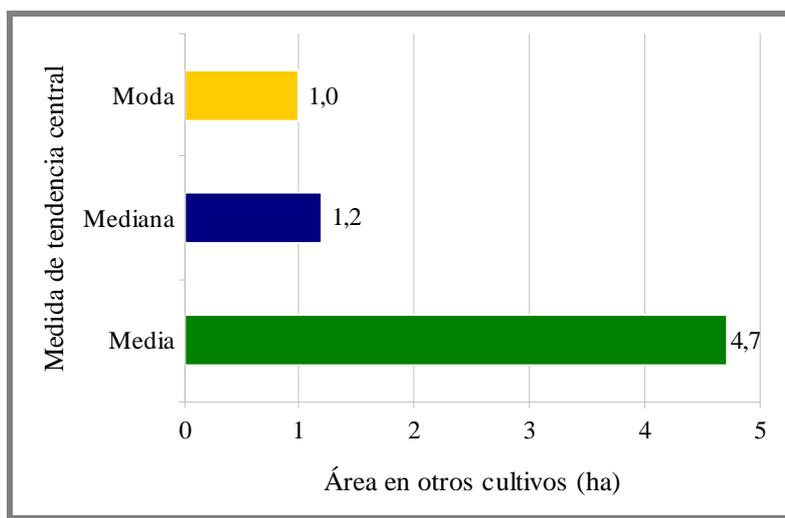


Figura 7. Medidas de tendencia central para la variable área en otros cultivos

5.3.4 Última vez que sembró café en la finca. Se encontró que el 57% lo hizo en el transcurso del año 2006; un 38% sembró café en el quinquenio anterior, correspondiente al período 2000/2005; por último sólo un 5% de los encuestados efectuó siembras antes del año 1999. Estos datos podrían validar el proceso de renovación de la caficultura emprendido por la Federación Nacional de Cafeteros, ya que el análisis estadístico al calcularse las medidas de tendencia central, arrojaron fechas iguales (enero de 2006) para la mediana y la moda, mientras que para la media la fecha correspondió a enero de 2005, este valor debe ser analizado considerando que la media se deja arrastrar por valores extremos.

5.3.5 Variedades de café que tiene sembrada en la finca. Casi la totalidad de área en café, de los caficultores encuestados, correspondió a variedades de porte bajo (98,9%). Entre éstas, el área sembrada en variedad Colombia (hoy Castillo®) casi duplicó el área en variedad Caturra (Figura 8). Sólo el 1,1% del área fue reportada en variedades de porte alto: Típica principalmente y unas mínimas áreas con Borbón y Tabi. Estos resultados podrían indicar que los caficultores encuestados tienen un alto grado de modernización en la caficultura, no sólo por el uso de variedades de porte bajo que permiten mayores densidades de siembra (Duque y Bustamante, 2002), sino también por el uso de la variedad Colombia que es resistente a la roya del cafeto.

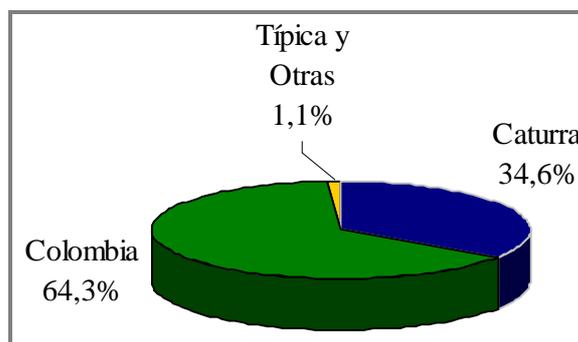


Figura 8. Distribución del área por variedades de café sembradas

La distribución porcentual de los predios de acuerdo con las variedades predominantes mostraron que Caturra como variedad exclusiva estaba sembrada en el 22% de las fincas, seguida de Colombia sin mezcla con un 14% de las fincas y estas dos variedades mezcladas representó la mayor proporción con un 50% del total de fincas; otras mezclas de variedades en las cuales también participaron Caturra y Colombia se encontró en el 14% de los predios. En resumen se encontró que la variedad Caturra estaba sembrada en el 83% de las fincas mientras que la variedad Colombia en el 72%.

5.3.6 Pendiente de la finca, clase y promedio. Los datos para las dos primeras variables se presentan en las Tablas 11 y 12, respectivamente. Las medidas arrojadas para el promedio (en porcentaje) de la pendiente del terreno fueron: para la moda 50%, para la mediana 25,8% y para la media 30,9%.

La erosión del suelo está muy ligada a la pendiente del terreno, factor fundamental en la consideración y determinación de índices de erosión (Wischmeier y Smith, 1978; Pérez, 2001). Estos índices están ligados a la escala de trabajo y son el reflejo directo de la erosionabilidad del suelo a medida que crecen los niveles de pendiente.

Tabla 11. Pendientes de las fincas

Pendiente del terreno	Porcentaje de fincas
Casi plano (0 – 3%)	1,75
Ligeramente inclinado (3 – 7%)	8,77
Inclinado (7 – 12%)	20,61
Fuertemente inclinado (12 – 25%)	25,00
Fuertemente quebrado (25 – 50%)	33,77
Escarpado (50 – 75%)	7,89
Muy escarpado (Mayor 75%)	2,19

Pendiente del terreno según clasificación de IGAC, 1995.

Tabla 12. Longitud de pendientes de las fincas analizadas

Clase de pendiente	Porcentaje de fincas
Cortas (Menor a 50 metros)	35,21
Medias (Entre 50 y 150 metros)	47,89
Largas (Entre 150 y 300 metros)	14,55
Muy largas (Mayor a 300 metros)	2,35

Clase de Pendiente del terreno según clasificación de IGAC, 1995.

5.4 ASPECTOS RELACIONADOS CON LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

5.4.1 Densidad de siembra del café. Los resultados correspondieron al promedio ponderado de la densidad de siembra estimada de acuerdo con la densidad y área de cada lote en cada sistema de producción. En la Tabla 13 se presenta la distribución proporcional para esta variable; la densidad de siembra fluctuó entre los 1.000 y 10.000 árboles por hectárea. Para las medidas de tendencia central se encontraron datos similares para la media, mediana y la moda con valores de 5.410, 5.128 y 5.000 plantas.ha⁻¹, respectivamente. La mediana reflejó unas densidades de siembra superiores a 4.500 árboles.ha⁻¹, reflejándose la aplicación de lo recomendado por Uribe y Mestre (1988). Esta mejora en la productividad con altas densidades de siembra debe implementarse con el manejo integrado de arvenses para reducir la competencia de éstas con el café, conservar el suelo protegiéndolo de la erosión y disminuir los costos de producción de café (Duque, 2004).

La media obtenida en este estudio es ligeramente inferior al promedio nacional estimado en 5.671 árboles.ha⁻¹ (Pizano, 2001), y superior al promedio de la densidad encontrado en la Encuesta Nacional Cafetera, donde cerca del 60% del área cafetera del país tenía poblaciones inferiores a 4.250 plantas.ha⁻¹ (Federación Nacional de Cafeteros, 1997).

5.4.2 Edad del cultivo del café. Esta variable se estimó con base al cálculo del promedio ponderado según el número de árboles y edad de cada lote, resultados referenciados en la Tabla 13 según la distribución proporcional. Con el promedio de la densidad de 5.410 plantas.ha⁻¹ y la altitud de 1.196 m, la longitud del ciclo del café debería ser en promedio de cinco años (dependiendo de la variedad y la densidad). Con esto se logra el establecimiento de un sistema de manejo de cafetales para mantener los lotes jóvenes y productivos (Mestre y Salazar, 1998). La media de 4,9 años de edad es alta, explicada porque esa medida se deja arrastrar por valores extremos que para el caso estudiado se dio en el municipio de Buenavista Quindío, en un predio sembrado con variedad Típica con promedio ponderado de edad de 70 años.

5.4.3 Sombrío y tipo de crecimiento. La Figura 9 presenta la distribución de los sistemas de producción predominantes. Los tipos de sombrío más frecuentes son: plátano dominico

hartón genoma AAB (*Musa paradisiaca*), guamo (*Inga* spp), nogal (*Cordia alliodora*) y otros; estos últimos se clasificaron en Forestales: Cedro (*Cedrela odorata*), Churimo (*Inga* spp), Eucalipto (*Eucalyptus grandis*), Yarumo (*Cecropia* spp), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Nacedero (*Trichantera gigantea*), Frutales: Aguacate (*Persea americana*) y Banano de mesa genoma AAA (*Musa paradisiaca*), y en Arbustivos: Higuera (*Ricinus comunis*) y Cacao (*Theobroma cacao*). Los árboles de café en un 93% están cultivados a libre crecimiento y sólo un 7% de las fincas tenían sus cafetales descopados; esta última práctica está asociada a cafetales viejos o sembrados con variedad Típica.

Tabla 13. Densidad y edad del cultivo de acuerdo con la proporción de caficultores

Frecuencia acumulada (%)	Densidad (plantas.ha ⁻¹)	Edad del cafetal (años)
25	< 4.444	< 3,0
50	< 5.128	< 4,0
75	< 6.400	< 5,3
100	< 10.000	< 70,0

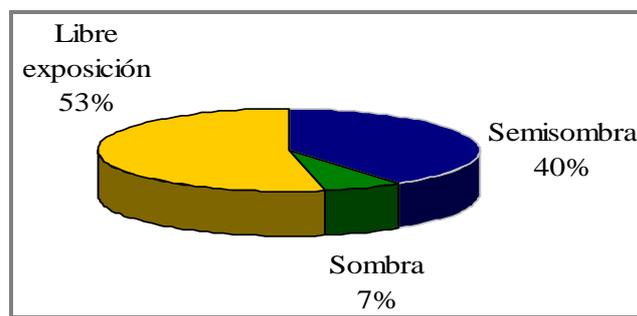


Figura 9. Distribución de las fincas según la utilización del sombrero

5.4.4 Cultivos asociados o transitorios al café en la finca. El 62% de los sistemas de producción no tenían cultivos asociados y la mitad de las fincas tampoco siembra cultivos transitorios. Dentro del 38% con cultivos asociados están los Arbustivos como el plátano (*Musa paradisiaca*), banano de mesa genoma AAA (*Musa paradisiaca*) y cacao (*Theobroma cacao*); los de porte bajo como fríjol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), tomate (*Lycopersicum esculentum*), entre otros; forestales y frutales. Con relación a la mitad de los predios que tienen cultivos transitorios se encontró fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en el 36% de los lotes, maíz (*Zea mays*) en el 31% y en un 7% tomate (*Lycopersicum esculentum*). En el 4% de las fincas se encontró otros cultivos transitorios especialmente yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa paradisiaca*), habichuela (*Vicia faba*) y un pequeño porcentaje de arveja (*Pisum sativum*).

5.4.5 Tipo de caficultura. El grado de tecnificación de las fincas de los caficultores encuestados nuevamente confirma su alto nivel de modernización. El 68% de las fincas fueron reportadas como tecnificadas, 3% intermedias y el restante 29% bajo el cultivo tradicional. Estas cifras podrían confirmar la tendencia de los últimos 25 años a la tecnificación de la caficultura como resultado de las actividades de investigación y transferencia (García y Ramírez, 2002).

5.4.6 Fertilización del café. En el 99% de las fincas evaluadas, los caficultores reportaron el uso de la pulpa como abono. Sin embargo, el 96% también aplicó algún fertilizante químico en el año 2005, en una cantidad cuya moda fue de $1.000 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$. Aunque la cantidad de fertilizante aplicada por ha.año^{-1} no es el indicador idóneo para caracterizar el grado de fertilización, pues también se deberían considerar el tipo de producto y su composición química, puede ser una variable indicadora de suficiencia o deficiencia en la utilización de abonos químicos (Duarte, 2006).

5.4.7 Producción de café en la finca. Para analizar la producción del factor tierra se trabajó con información del año civil 2005. Se obtuvo un promedio de producción por finca de 1.187 arrobas de café pergamino seco¹⁰. En cuanto a la producción por ha.año^{-1} se encontró un promedio de 126,8 @ de cps, valores superiores a los encontrados por Duque y Bustamante (2002) para cuatro municipios del departamento de Caldas. También se encontró una mediana de 111 y la moda de 100 @ $\text{cps.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$. Pizano (2001) reporta que la productividad por hectárea fue de 70 @ $\text{cps.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ hacia 1980 y en el 2001 estaban llegando a las 108 @ $\text{cps.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$. Las producciones reportadas coinciden con los datos históricos y tendencias registradas para la caficultura en Colombia (Junguito y Pizano, 1991).

5.5 CONOCIMIENTO, CALIFICACIÓN Y PRÁCTICAS ASOCIADAS A LA EROSIÓN Y DISPOSICIÓN PARA INVERTIR EN SU PREVENCIÓN Y CONTROL.

5.5.1 Conocimiento, fuentes de información, signos, causas, otros. El primer grupo de variables buscó determinar el conocimiento de los entrevistados sobre la erosión del suelo, a través de qué institución o mecanismo lo hicieron y cuáles signos o causas consideraron asociados a ese problema.

5.5.1.1 Conocimiento acerca de la erosión. El 94,3% de los encuestados respondió afirmativamente que sabía qué es la erosión del suelo y el 79% de estos dio una definición correcta o aceptable ya que el 21% restante equivocó su explicación, principalmente con movimientos masales. Resultados no sorprendivos ya que es bastante común mezclar la erosión laminar caracterizada por poca percepción visual, con los desplazamientos de masas que impactan de forma mayor y son considerados desastres naturales, así la desertización esté afectando el 50% de la población latinoamericana y del caribe. Se debe

¹⁰ Es de anotar que 1 @ = 12,5 kg

trabajar en la capacitación y formación de conciencia de toda la población, respecto del problema de la erosión.

La mejor medida para contrarrestar eventos erosivos es la prevención y ésta únicamente se logra con el conocimiento sobre la vulnerabilidad de las laderas, las causas y efectos de dichos eventos y las formas adecuadas para prevenirlos y controlarlos (Salazar e Hincapié, 2006).

5.5.1.2 A través de quién obtuvo ese conocimiento. El 87,9% correspondió a fuentes formales gubernamentales y no gubernamentales (Servicio de Extensión, Cenicafe, Educación, Umatas, Corporaciones Autónomas Regionales), valores que se discriminan en la Tabla 14; y un 12,1% fueron fuentes no formales o informales, tales como otro agricultor, la experiencia o los medios de comunicación (Tabla 14). Las respuestas dadas por los entrevistados marcan la importancia del Servicio de Extensión de la Federación en su función de divulgación y transferencia de los conocimientos, prácticas y tecnologías. Es importante reconocer el enorme aporte a la sostenibilidad del Servicio de Extensión, trabajando desde sus inicios hace casi medio siglo y manteniendo su compromiso con la conservación de los suelos y evitar su erosión (Saldías y Jaramillo, 1999).

Tabla 14. A través de quién recibió conocimiento sobre la erosión del suelo

Fuente	Número de respuestas	Porcentaje sobre el total de respuestas
Servicio de Extensión	155	46
Libros	57	17
Otras	57	17
Otro Agricultor	27	8
Cenicafe	23	7
Umatas	19	5

5.5.1.3 Signos de erosión observados en las fincas. Fueron dos los principales signos señalados por el 77% de los entrevistados como síntomas de la presencia de la erosión en las fincas: el arrastre de suelos y la formación de surcos por agua, este detalle y demás signos reportados se ilustran en la Figura 10. Efectivamente estos dos factores son síntomas inequívocos de la erosión y su aparición puede alertar tempranamente para tomar acciones de prevención y control de este riesgo. Un suelo con erodabilidad baja, puede mostrar signos de erosión severa, cuando la pendiente está muy inclinada y larga, o está localizado en zonas con lluvias de intensidades altas y viceversa (Ramírez, 2006). La erosión potencial de los suelos en la zona central cafetera es muy severa, debido a la agresividad de las lluvias y valores altos de erodabilidad (Rivera, 1990).

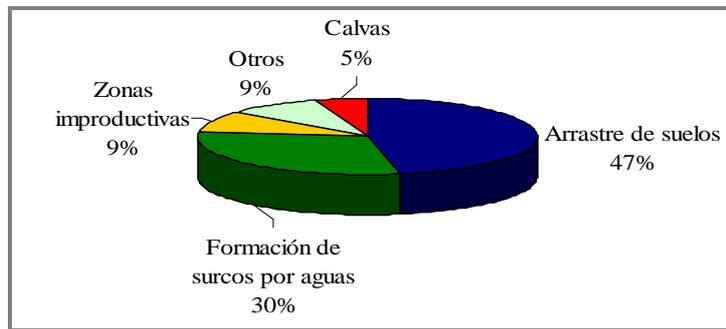


Figura 10. Signos de erosión observados en las fincas

5.5.1.4 Causas de la erosión del suelo. Las respuestas registradas (Figura 11), indicaron claridad de los entrevistados sobre las principales causas de la erosión, ya que el 90% señaló la lluvia, el manejo inadecuado y la falta de prácticas de conservación como causantes del problema. Las principales causas de la erosión parecen plenamente identificadas por los caficultores y coinciden con las reportadas por varios autores (Salazar e Hincapié, 2006; Rivera, 1998 y 1999). Las causas tienen relación con los signos de la erosión y algunas de ellas están directamente relacionadas con el riesgo a la erosión potencial según la pseudoecuación citada por Ramírez (2006), la cual incorpora tres factores para su cálculo: Amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta, representados por la lluvia, suelo y características del suelo muy asociadas a las respuestas encontradas. También la Dirección de Conservación de Suelos del Consejo Agrario Provincial de Santa Cruz Argentina¹¹ indica que la causa más perjudicial es la provocada por las precipitaciones debido a la fuerza de arrastre de las gotas sobre la superficie del suelo.

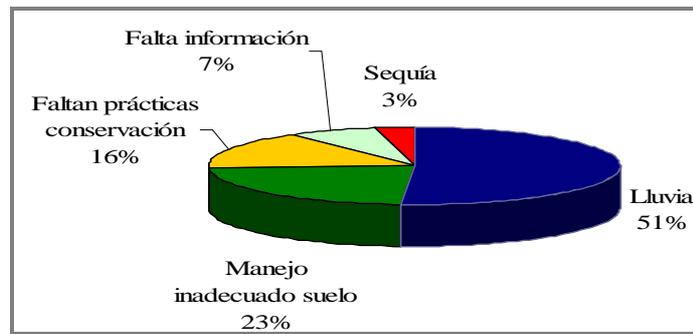


Figura 11. Causas de la erosión del suelo atribuidas por los entrevistados

5.5.2 Valoración del suelo por parte del caficultor. El segundo grupo de variables correspondieron a las definidas como de interés y con ellas se analizó lo relacionado con la valoración que asignó el caficultor a la erosión del suelo, tanto cualitativa (calificación de la gravedad, intensidad, cambio de uso de la tierra, grado de importancia y su impacto

¹¹ On Line Internet. Disponible en: <http://www.santacruz.gov.ar/recursos/erosion/erosion.htm>.

económico) como cuantitativamente (disposición para invertir). Además se incluye la variable sobre el valor comercial estimado en $\$.ha^{-1}$ de la finca como variable explicativa de las variables de interés.

5.5.2.1 Gravedad de la erosión del suelo. El 54% de los encuestados calificaron de muy grave o grave la erosión del suelo y el 46% dividieron sus respuestas entre normal, leve o insignificante, proporcionalmente (Figura 12). Al analizar los resultados se encuentra que desde el punto de vista de la percepción de la gravedad del problema es positiva la calificación de la mayoría, pero el 31% de los encuestados demuestra muy baja percepción de la gravedad (leve o insignificante), lo que merece un cuidado especial, si se parte del hecho real de los altos y crecientes síntomas de este problema en la zona cafetera y las pérdidas de suelo anual presentadas en el país por esta causa Hincapié (2004).

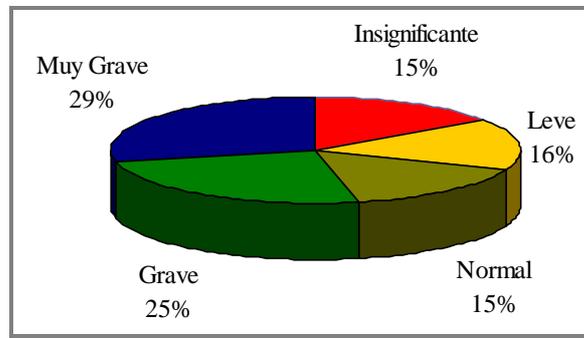


Figura 12. Gravedad de la erosión según calificación de los encuestados

5.5.2.2 Intensidad de la erosión que afecta los suelos de las fincas del estudio. El 87,6% de los entrevistados respondió que sus suelos no tienen erosión o que si ésta existe es ligera o moderada, y sólo un 12,4% calificó la intensidad de la erosión de los suelos de sus predios como severa o muy severa (Figura 13). Esta cifra está muy cercana a la encontrada por Pérez (2001), quien indica que el 81,08% del territorio nacional no presenta problemas graves de erosión; el otro 14,82% corresponde a pérdidas significativas de suelo. No obstante la “aparente” baja intensidad de este problema no desvirtúa el cuidado que debe tenerse ya que muchas de esas áreas son zonas que han perdido su fertilidad natural o demuestran procesos erosivos irreversibles.

Lo anterior indica que los diagnósticos de pérdidas de suelo debidas a la erosión se deben mantener inquebrantables y fortalecer las acciones y campañas emprendidas por la Federación de Cafeteros, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, y Corporaciones Autónomas Regionales, entre otras instituciones. Se estima que cerca del 18% del área del país sufre erosión avanzada (IDEAM, 2001). Estos problemas en zonas de ladera tropical andina se presentan por la interacción de diversos factores clasificados en naturales y antrópicos (Gómez *et al.*, 1975).

Existe una relación entre la clase de degradación y la pérdida de suelo en $\text{Mg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$, así: Ligera o Ninguna <10 ; Baja entre 10 y 25; Moderada entre 25 y 50; Alta entre 50 y 100 y Muy Alta > 100 (Pérez, 2001).

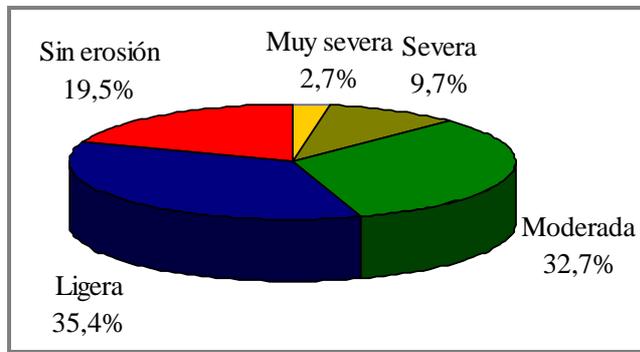


Figura 13. Intensidad de la erosión de los suelos percibida en las fincas analizadas

5.5.2.3 Grado de importancia de la erosión en la finca. Los resultados de esta variable se muestran en la Figura 14, donde puede observarse que más de la mitad de los caficultores la considera muy importante mientras que para el resto es importante, normal o insignificante. Estos resultados son contrarios y contradictorios a las respuestas sobre la intensidad o gravedad de la erosión, esto es que para un 70,5% de los entrevistados es muy importante o importante pero sin embargo, similar proporción de ellos otorgó una calificación baja en cuanto a la intensidad de la erosión en los suelos de sus predios; no obstante lo anterior también podría explicarse si se considera que la asignación de importancia a la erosión puede darse independiente de si el fenómeno ocurre exactamente al interior de cada finca. Para la caficultura colombiana, la investigación llevada a cabo en Cenicafé durante toda su existencia ha mantenido interés en la conservación del suelo impulsando las prácticas de manejo que controlen y protejan este recurso de la erosión, y estableciendo los medios de verificación necesarios, Federación Nacional de Cafeteros (2003). Salazar e Hincapié (2006) indicaron que el problema ambiental de mayor importancia de las zonas de ladera tropical y del mundo es la erosión de los suelos.

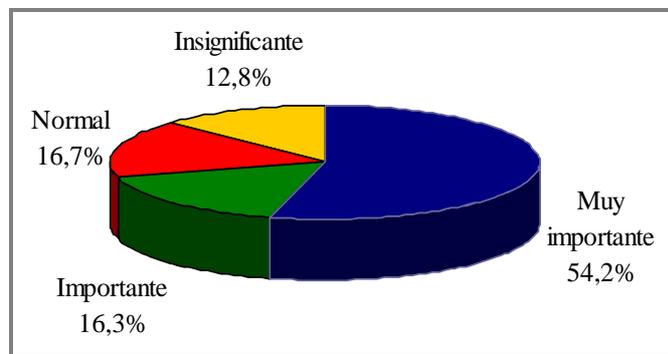


Figura 14. Grado de importancia de la erosión en la finca

5.5.2.4 Impacto económico por causa de la erosión. Al consultarse sobre la percepción de las pérdidas económicas generadas por la erosión, el 37,6% consideró que son altas y los demás caficultores respondieron que son medias, bajas o insignificantes en proporciones similares (Figura 15). Como la erosión va acompañada de un desgaste paulatino del suelo, los problemas que de ella se derivan no son fácilmente asociados por el hombre a la causa, siendo él un acelerador de la misma. La posición antropocéntrica frente al medio ambiente se olvida del valor propio de la naturaleza; considera que es el ser humano el que da valor a la naturaleza y al medio ambiente (Azqueta, 1994), esto podría explicar el alto número de respuestas (45,2%) considerando bajas o insignificantes las pérdidas económicas.

La realidad de las implicaciones económicas de la erosión es muy distante de la calificación que se encontró, porque los gastos para atender desastres a causa de este problema son enormes sin considerar las pérdidas de vidas humanas y ambientales. En Caldas a través del Programa de Gestión del Riesgo se invirtió para el período 2004-2006 \$29.554 millones (CORPOCALDAS, 2007), en el Quindío para el mismo ítem y lapso \$423 millones (CRQ, 2007) y en Risaralda se proyectaron unos excedentes para inversión en el Plan de Acción Trienal 2007-2009 por 30 mil millones de pesos (CARDER, 2007).

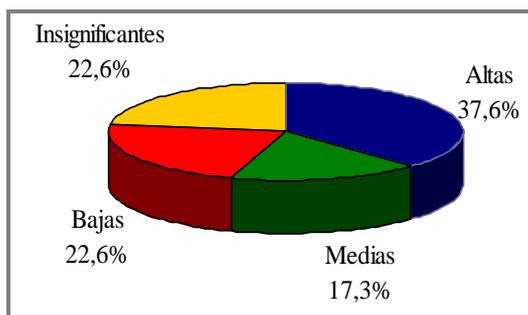


Figura 15. Pérdidas económicas causadas por la erosión

5.5.2.5 Opción de cambio de uso de la finca o algún lote para evitar la erosión. Ante la pregunta si el caficultor ha pensado en cambiar el uso de un lote para evitar la erosión, el 93% manifestó que no estaría dispuesto a modificarlo y sólo el 7% respondió afirmativamente. De estos, el 80% indicó que cambiaría el cafetal a bosques o plantaciones forestales. Estos datos confirmarían la presión económica que afronta el caficultor para sobrevivir y de allí se entiende la calificación del sentido social del cultivo (Ramírez, *et al.* 2002).

5.5.2.6 Disposición para invertir (DPI) en el control o prevención de la erosión de los suelos en la finca. La literatura y los trabajos realizados sobre valoración contingente se refieren a la Disposición a Pagar (DAP); en el presente estudio se optó por utilizar la expresión Disposición para Invertir (DPI) por considerar estos términos más adecuados por la asociación a la voluntad de los individuos o a una cualidad del mismo independiente de la capacidad física o monetaria para realizarla; la decisión de emplear el concepto de inversión obedece a la realidad demostrada que la protección y conservación de los bienes y

servicios ambientales no deben ser consideradas como un pago (gasto) sino como una inversión oportuna (previsión) con rentabilidad económica y social.

Las respuestas de los entrevistados se clasificaron en cuatro categorías de acuerdo con la DPI (Figura 16).

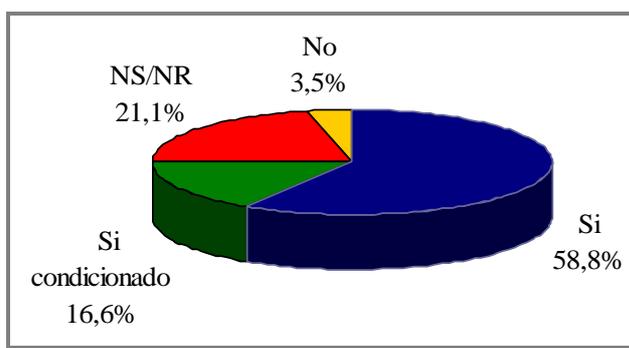


Figura 16. DPI en evitar o controlar la erosión del suelo

5.5.2.7 Valor monetario de la DPI en evitar o controlar la erosión del suelo. Entre aquellos caficultores con disposición para invertir un valor económico, que fue el 58,8%, la cuantía que ellos manifestaron estar dispuestos a invertir mostró una amplia variabilidad (Tabla 15), entre un mínimo y un máximo de 11.933 y 4.000.000 de pesos. $\text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, respectivamente. El análisis indicó que \$100.000 es el valor de la moda de la disposición para invertir (Figura 17).

No se cuenta con cálculos económicos de los costos de la erosión del suelo en las zonas cafeteras de Colombia para determinar si la disposición a invertir es baja, alta o ajustada a los requerimientos; por ello se toma como base de discusión los estudios realizados por Cenicafé para el control de arvenses por ser una práctica recomendada para el manejo adecuado del suelo al protegerlo de la erosión. Estudios realizados por Rivera (1999) redujeron los costos del control de arvenses que se realiza en forma tradicional con azadón y machete hasta en un 40% si se adopta el manejo integrado de arvenses (MIA). Estos resultados reflejan cómo invertir en prácticas para controlar la erosión puede ser rentable económica y ambientalmente.

Lo anterior indica que una inversión aparentemente adicional de recursos puede racionalizar muchos otros costos y solucionar problemas ambientales como la erosión (Duque, 2004); resultado comprobado también con la recomendación del análisis de suelos para la fertilización de cafetales, que es una inversión económicamente beneficiosa al encontrarse relaciones Beneficio/Costo hasta de 16,8 por esta práctica (Sadeghian y Duque, 2003).

La percepción correcta de un problema no está asociada a la disposición para invertir en evitar o controlar el fenómeno; en ocasiones el caficultor puede tener la percepción correcta pero carecer de los recursos para evitar el fenómeno. El asociar un riesgo con pérdidas económicas hace más perceptible para el ser humano sus impactos y de allí la tendencia del crecimiento de la tangibilidad del valor económico hacia los valores de existencia, valores de opción y otros valores de no uso o uso potencial de los recursos naturales. La Valoración Contingente aunque no está exenta de problemas, tiene a su favor la obtención de datos muy importantes para las acciones correctivas o fortalecedoras para tratar el problema de la erosión, directamente expresados por la población afectada, datos a los cuales podría asignarse un valor monetario asociados con bienes ambientales como las valores de no uso por la existencia de tecnologías e investigación disponibles y de uso potencial como opción futura, elementos componentes del valor económico total (Azqueta, 1994).

La cuantificación de la valoración expresada por el caficultor para controlar y prevenir el problema de la erosión del suelo, no se limitó únicamente a la justificación de sus acciones; en este estudio se describió el problema para luego tratar de comprenderlo y lograr finalmente el entendimiento del caficultor mismo, sin generarse inductivismo por parte del encuestador o de terceros.

Tabla 15. Disposición para invertir de acuerdo con la proporción del valor

Frecuencia acumulada (%)	Valor dispuesto a invertir (pesos)
25	< 100.000
50	< 200.000
75	< 340.000
100	< 4.000.000

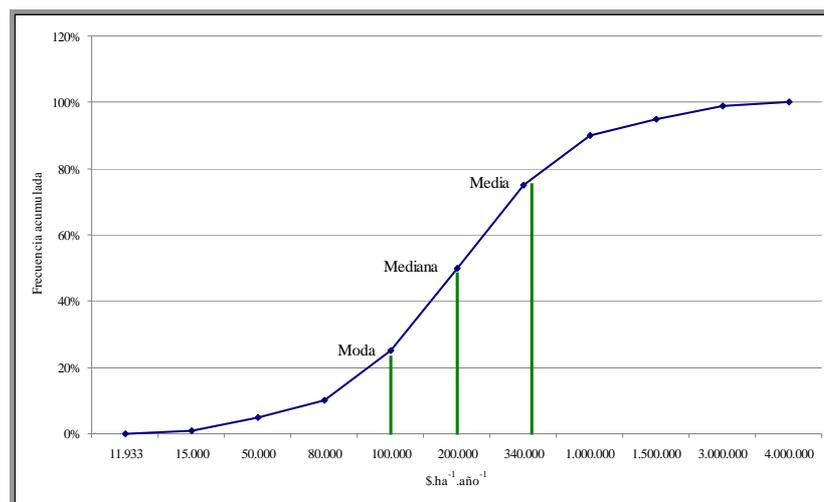


Figura 17. Disposición para invertir frecuencia acumulada y medidas de tendencia

5.5.2.8 Valor comercial por hectárea de la finca. El 86% de los encuestados indicó un valor comercial de la finca, el cual sirvió de base para calcular el precio comercial estimado por hectárea del predio. Los análisis se realizaron sobre esta variable calculada, donde se obtuvo un rango de datos muy amplio entre \$444.000 y \$238.095.238 (cabe aclarar que esta última cifra es exagerada y no tiene sentido bajo la óptica real del precio comercial de las fincas), las medidas estadísticas básicas están representadas en la Figura 18, allí el dato más relevante y que más se repite es seis millones 700 mil pesos por hectárea, la media es arrastrada por los valores extremos indicados. Los valores comerciales por hectárea de tierra según su distribución proporcional son presentados en la Tabla 16; sólo dos fincas superaron los \$1.000 millones como valor comercial estimado, ambas ubicadas en Quindío y el valor estimado por hectárea sólo dos fincas excedieron un valor comercial de 100 millones de pesos.ha⁻¹ ambas en Risaralda. Las fincas más valoradas comercialmente no correspondieron con las de mayor valor.ha⁻¹, aunque si es coincidente que estas cuatro fincas estén situadas en las capitales de sus respectivos departamentos.

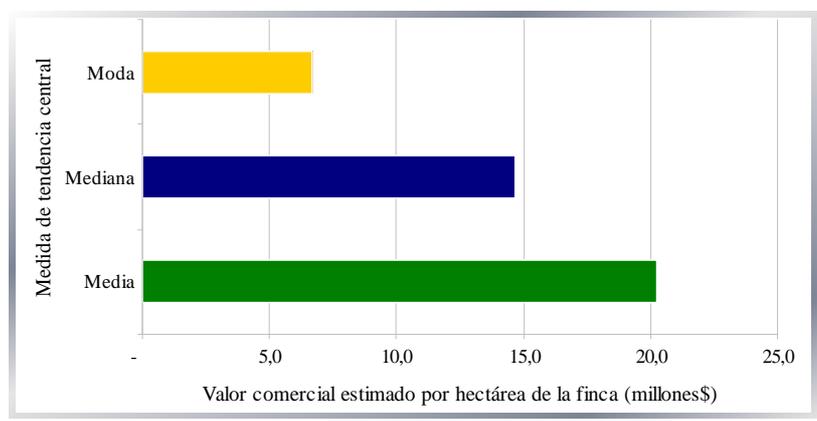


Figura 18. Medidas de tendencia central para el valor comercial por ha de la finca

Tabla 16. Valor comercial hectárea/finca de acuerdo con la proporción del monto indicado por el caficultor

Frecuencia acumulada (%)	Valor comercial hectárea/finca (\$)
25	< 6.666.667
50	< 14.652.211
75	< 25.000.000
100	< 238.095.238

Más del 50% de las fincas tuvieron un valor estimado por hectárea superior a los \$14 millones y de esos predios el 79% de los responsables de tomar las decisiones en la finca estuvieron dispuestos para invertir algún valor monetario en proteger o controlar los suelos de la erosión.

Estimar un valor comercial para un predio no es tarea fácil ya que depende de diversos factores, muchos de ellos subjetivos. En la formación de precios de predios para agricultura, intervienen el uso de la tierra para la actividad productiva y se deben considerar variantes heterogéneas en términos de fertilidad y localización y eventualmente escasez, a esto debe sumarse la ganancia extraordinaria que es la magnitud exigida por el propietario (Jaramillo, 2006).

5.5.3 Conocimiento y aplicación de prácticas y tecnologías de manejo adecuado del suelo. A continuación se analizan las variables relacionadas con las prácticas y tecnologías asociadas al manejo del suelo para protegerlo de la erosión.

5.5.3.1 Prácticas de conservación de suelo. Este conjunto de variables tiene un enfoque similar en cuanto a su ejecución o no en la finca y la(s) causa(s) por las cuáles no las realiza. Las respuestas afirmativas o negativas en forma porcentual para cada variable se presentan en la Figura 19 y sobre la consulta de la razón del por qué no realizaron cada práctica las respuestas se resumen bajo cuatro parámetros de clasificación en la Tabla 17. Cuatro de estas prácticas se aplicaron en más del 70% de los predios, en su orden fueron: Siembra a través de la pendiente, coberturas nobles, manejo integrado de arvenses y trazo con curvas de nivel. Este porcentaje de utilización es considerado de un nivel alto si se compara con los indicados por Duque (2005), y con los resultados obtenidos por el mismo autor con un 53,4% de nivel de adopción para una variedad de café resistente a la roya.

Es de destacar el alto uso del manejo integrado de arvenses como una opción preventiva de la erosión, adicional a que esta es la práctica que ha demostrado mayor eficiencia económica para el control de arvenses (Rivera, 1999). En el mismo estudio el autor demostró que el costo de aplicación del “MIA” representa una reducción entre 85 y 92% en comparación con el manejo tradicional de arvenses. Con estas prácticas se aporta a la sostenibilidad del cultivo y a la reducción de los costos de producción de café (Duque 2004). Estos niveles de utilización de tecnologías relacionadas con la conservación de suelos, pueden ser fruto de la investigación y extensión realizada por la Federación Nacional de Cafeteros en forma prioritaria e ininterrumpida por más de 70 años¹².

Las razones por las cuales los caficultores indicaron que no han adoptado las seis prácticas para el control de la erosión también mostraron marcadas diferencias (Tabla 17). El 45,2% de quienes no adoptaron las barreras vivas y el 64,7% de quienes no construyeron trinchos, indicaron no hacerlo porque no lo consideraron necesario. Porcentajes significativos de quienes no utilizaron todas las prácticas, excepto los trinchos, indicaron que no lo hicieron ya sea por desconocimiento de la práctica, por que no sabe o no responde. Además, porcentajes que variaron entre 15% y 53,3% indicaron que no utilizaron esas prácticas porque prefieren utilizar distintas o por tradición.

¹² Comunicación personal del Ing. Luis Fernando Salazar de la disciplina de Suelos de Cenicafé.

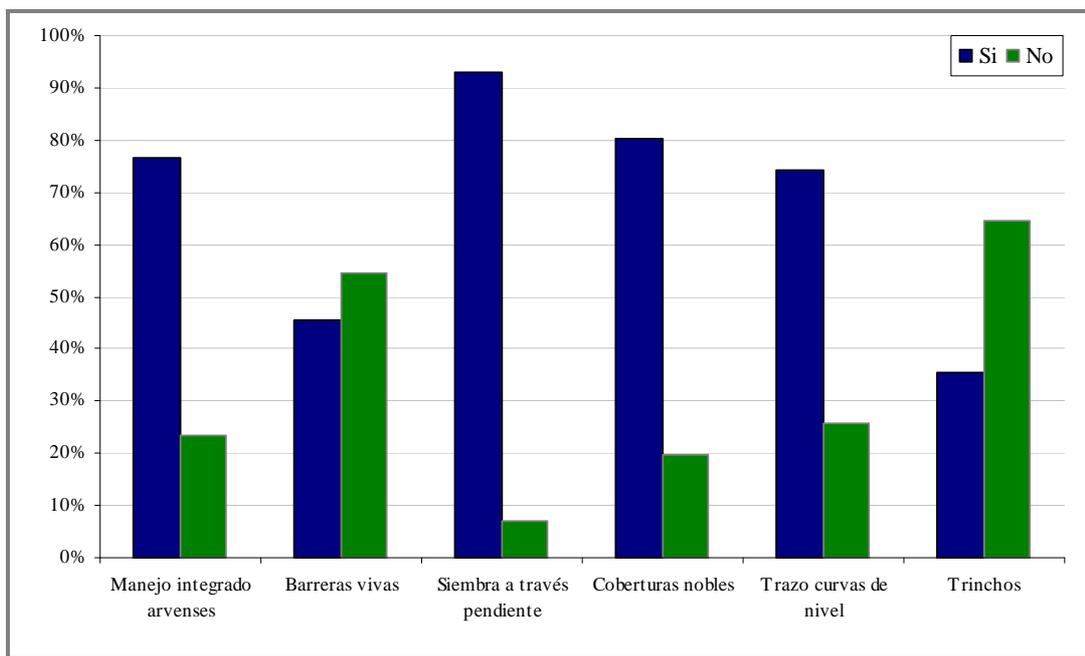


Figura 19. Utilización de algunas prácticas de conservación

Tabla 17. Razones de quienes respondieron NO a las prácticas de conservación

Tecnología o Práctica	Razón por qué NO realiza la práctica (%)			
	No es necesario / No funcionó	No la conoce / No sabe o No respondió	Por altos costos o por mano de obra	Otras Prácticas / Tradición
Manejo integrado de arvenses	9,4	24,5	22,7	43,4
Barreras vivas	45,2	28,2	5,6	21,0
Siembra a través de la pendiente	0,0	50,0	0,0	50,0
Coberturas nobles	0,0	35,6	11,1	53,3
Trazo con curvas de nivel	6,8	35,6	11,9	45,7
Trinchos	64,7	17,0	2,7	15,6

5.5.3.2 Otras prácticas de manejo del suelo asociadas con la erosión. Para las variables de si realiza algún tipo de quema y si aplica herbicidas para el control de arvenses (Tabla 18), fueron negativas las respuestas en el 88% y el 25% de los casos, respectivamente.

Tabla 18. Otras prácticas asociadas a la conservación de suelos

Práctica	Respuesta (%)		Razón del por qué no realiza (%)		
	Si	No	Conciencia Ambiental	Certificada Ambiental-mente	Otras/no sabe/no responde
Realiza algún tipo de quema?	12	88	41	4	55
Utiliza herbicidas para el control de arvenses?	75	25	39	0	61

Es relevante el número de respuestas que expresaron conciencia ambiental, lo cual indica un avance en la valoración de los bienes y servicios ambientales, formación del criterio ambiental y bioética (Alcalá, 2002). Si bien es cierto que los herbicidas proporcionan beneficios al caficultor como la disminución de costos de producción y alta efectividad, su uso irracional puede ser causa de problemas como la erosión y la degradación de los suelos (Menza y Salazar, 2006); por esto las prácticas ambientales aportan al logro de un equilibrio biológico, económico y lógicamente a la sostenibilidad.

Otras prácticas relacionadas con el manejo del suelo son las herramientas utilizadas frecuentemente para la intervención del mismo. En la medición de esta variable se destacó el machete como la herramienta más utilizada en el 66% de las fincas, le siguió la guadañadora con un uso en el 22% de los predios y luego la pala, el azadón y otras. Es de resaltar el bajo uso del azadón y la pala en la zona de estudio, no recomendadas para la intervención del suelo por los problemas asociados de erosión que generan. De otro lado es contrastante este resultado con informaciones sobre regiones cafeteras, especialmente caficultores del sur del país en Cauca y Nariño en donde es más frecuente su utilización¹³.

La naturaleza tarda en la formación de un centímetro de suelo, cientos de años; en la zona cafetera de Colombia se pueden perder potencialmente hasta cinco centímetros de suelo en un año mediante la desyerba de los cultivos con azadón Suárez de Castro y Rodríguez (1962). Guhl (2004) indica que los cambios de uso y cobertura del suelo son una de las fuerzas más importantes en el proceso de cambio global y describe los cambios de paisaje asociados al proceso de intensificación de la producción cafetera.

Adicional a las prácticas descritas anteriormente, se preguntó qué otras prácticas de conservación se realizaron y se encontró que la mitad de los encuestados realiza una o más prácticas adicionales a las citadas. El proceso de utilización de prácticas e innovaciones es continuo y ello podría explicar la variada cantidad de prácticas y opciones tecnológicas así como la falta de homogeneidad de su uso en las fincas del estudio.

¹³ Comunicación personal entre los Ing. Luis Fernando Salazar G., de la disciplina de Suelos de Cenicafé y José Néstor Salazar Arias, Tutor curso e-learning Sistemas de Producción de Café del SENA, mayo de 2007.

5.5.3.3 Utilización de la pulpa del café. Otra variable complementaria fue la consulta sobre el uso dado a la pulpa siendo en el 94,3% de los casos utilizada adecuadamente como abono. El énfasis en el término “adecuado” se refiere a su descomposición y mezcla en sustrato y manejo como subproducto sin depositarse a fuentes de agua o generar contaminación ambiental. El IDEAM (2003) incluye en la guía ambiental del café la recomendación de que con base en los análisis de suelos de cada finca se complemente la nutrición del cultivo con la adición de fuentes de materia orgánica siendo la pulpa de café descompuesta una alternativa de gran calidad.

Uribe (1956) estimó en siete millones de pesos las pérdidas de todos los cafeteros de Colombia para ese año, por no utilizar la pulpa adecuadamente. Con este subproducto además contaminaban ríos y quebradas, afectando la conservación de los suelos y el medio ambiente. Posteriormente en 1971 el valor estimado por la no utilización de este subproducto en el país fue de \$33.072.000 (Cenicafé, 1971), en el estudio se concluye que por no sentirse la necesidad del aprovechamiento no era obligatoria su correcta explotación y que las leyes sobre conservación de los recursos naturales y el desarrollo de una economía basada en el aprovechamiento de los residuos obligarían a su industrialización, sentencia que hoy se cumple a cabalidad.

Los anteriores estudios han tomado vigencia y validez. Al actualizar las dos cifras anteriores con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) al año 2007 equivaldrían ambas a aproximadamente 17 mil millones de pesos; este último valor podría duplicarse y hasta triplicarse si se considera la producción actual de café y se actualiza con las nuevas determinaciones en el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio más los contenidos de elementos menores como Calcio, Magnesio y Azufre que aporta la pulpa, realizadas por las disciplinas de Suelos y de Calidad y Manejo Ambiental de Cenicafé¹⁴.

Las cifras anteriores llevan a concluir que la inversión en prácticas para la conservación del suelo de la erosión a mediano y largo plazo puede ser una alternativa económica si se evalúan sus costos de manejo e ingreso para hallar la rentabilidad financiera y ambiental al cuantificar los impactos positivos; por ejemplo, al disminuirse la contaminación del agua. Adicionalmente se debe considerar la potencialidad de la pulpa de café en la producción de biocombustibles (El Tiempo, 2007), tema que ha empezado a tomar vigencia por los altos costos del petróleo y su impacto ambiental negativo.

5.6 VALORACIÓN CONTINGENTE DE LA EROSIÓN DEL SUELO

Para determinar la independencia entre variables se aplicó la prueba Chi-cuadrado, bajo la suposición de que la hipótesis nula significa de que las variables de valoración del suelo no estaban asociadas a las complementarias, con un nivel de significancia del 10% (Tabla 19).

¹⁴ Comunicación personal con los Drs. Siavosh Sadeghian y Nelson Rodríguez, investigadores de Cenicafé.

Tabla 19. Asociación entre las variables valoración del suelo y las variables complementarias.

Variables complementarias		Variables de valoración del suelo **				
Código	Variable	EROGRAV	INTERO	IMPERO	PERDERO	DPI
TEN	Tenencia de tierra	0,1414	0,3753	0,2941	0,5346	0,1653
ACAF	Área en café (Tamaño finca según área en café)	0,3096	0,4562	0,3970	0,0942*	0,5016
PORCAF	Área en café (Participación porcentual sobre la finca)	0,6218	0,6717	0,8157	0,0415*	0,0161*
PEN	Pendiente de la finca	0,8869	0,2952	0,1403	0,5161	0,8240
CLAPEN	Clase de pendientes de la finca	0,4246	0,2828	0,3216	0,5275	0,8187
CAFIC	Caficultura de la finca	0,0871*	0,0113*	0,1350	0,0300*	0,5025
ASOC	Cultivos asociados al café	0,1662	0,8993	0,3439	0,3368	0,1039
MIA	Manejo Integrado de Arvenses	0,1688	0,3611	0,5326	0,3976	0,4702
BARR	Barreras vivas	0,8273	0,1043	0,2828	0,1618	0,8666
SIEPEN	Siembras a través de la pendiente	0,2545	0,8409	0,0437*	0,4232	0,0776*
TRIN	Trinchos	0,3012	0,5411	0,0146*	0,0305*	0,5425
QUEMA	Quema	0,4932	0,0728*	0,4387	0,5471	0,3789

* Los valores resaltados presentaron significancia estadística menor al 10% a las cuales se les rechazó la hipótesis nula y para las demás variables se aceptó.

** $p < 0,1000$

5.6.1 Calificación de la gravedad de la erosión (EROGRAV). Esta calificación estuvo asociada con el tipo de caficultura de la finca únicamente (Anexo 3); para las demás variables no se encontró relación significativa de asociación, es decir para ellas se acepta la hipótesis nula.

5.6.2 Calificación de la intensidad de la erosión de los suelos (INTERO). Al relacionar la calificación dada a la intensidad de la erosión en los suelos de la finca con las variables complementarias, sólo se encontró significancia con el tipo de caficultura (Anexo 4) y con la variable de realizar algún tipo de quema (Anexo5), para las otras variables analizadas no se encontró relación significativa, por lo tanto para ellas no se rechaza la hipótesis nula.

Los resultados al asociar la intensidad de la erosión con el tipo de caficultura (Anexo 4) arrojaron que el 71,4% de los caficultores tradicionales calificaron la erosión como ligera o moderada, ninguno le asignó calificación de muy severa o de no tener algún grado de erosión en sus predios. En cuanto a los tecnificados sólo un 8,6% calificaron la intensidad como muy severa o severa, cifra que prácticamente se duplicó (19,4%) para el caso de los

de caficultura intermedia. Aún se puede hacer mucho para proteger los suelos cafeteros del problema de la erosión, si se tiene en cuenta que el 91,4% y el 80,6% de los tecnificados y de tecnificación intermedia, respectivamente, calificaron la intensidad sufrida en sus suelos como moderada, ligera o sin erosión.

Las labores de concientización deben reforzar los trabajos hasta ahora emprendidos por la Federación de Cafeteros a través de Programas como Jóvenes Caficultores (Federacafé, 2004), y los desarrollos en prevención y control de erosión y movimientos masales con manejo integrado de arvenses y bioingeniería. Salazar *et al.* (2006), Rivera (1998), entre otros, y la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales también han realizado aportes en ese sentido.

En la asociación de la intensidad con las quemas (Anexo 5) se observó que los encuestados que no realizaron quemas el 89% calificaron la intensidad sufrida en sus predios como moderada, ligera o sin erosión, el 8% como severa y sólo el 3% muy severa. El 21,4% de los que si realizaron quemas perciben una intensidad severa de erosión y un 42,9% moderada. Estas cifras podrían indicar que la práctica errada de realizar quemas incide en el impacto de la erosión de los suelos y así promover la eliminación definitiva o desestimular su práctica, atendiendo las recomendaciones de Cenicafé, de la Federación de Cafeteros (IDEAM, 2003) y demás instituciones ambientales del país.

Otros autores que también proponen prohibir las quemas para evitar la erosión son Sadeghian *et al.* (1999) en la matriz guía para planes de ordenamiento territorial en el departamento del Quindío. Esta práctica tampoco es recomendada en la zona cafetera colombiana, ni permitida para los cultivos certificados y cafés especiales (Federacafé, 2003). Pérez (2001) considera que el mantenimiento de una cubierta vegetal en las zonas críticas sería suficiente para minimizar e incluso eliminar los procesos erosivos relacionados con la erosión hídrica.

5.6.3 Grado de importancia de la erosión en la finca (IMPERO). Para esta variable se encontró un nivel de significancia con las siembras a través de la pendiente (Anexo 6); para la totalidad de los que no realizaron esta práctica es muy importante o importante el grado de erosión en sus fincas, igual calificación otorgó el 68,3% de los que la realizaron.

En la asociación anterior también se encontró un 13.7% que consideraron insignificante el problema de la erosión expresada por caficultores que siembran a través de la pendiente; grupo al que debería reforzarse el conocimiento e impacto de la erosión ya que la modificación de actitudes y prácticas no apropiadas, son tareas necesarias para preservar la calidad de los suelos. Pérez (2001) indica que en Colombia el estado actual del conocimiento sobre la erosión del suelo y sus efectos es esencialmente cualitativo, de tal forma que la información cuantitativa sobre los procesos erosivos no está disponible aún. Por lo anterior, todo tipo de aproximación para cuantificar aspectos asociados a la erosión del suelo posibilitará la identificación y aplicación de estrategias efectivas de conservación del suelo en el país.

La importancia de la erosión también presentó asociación con la utilización de trinchos para reducir la energía del agua de escorrentía (Anexo 7); fue calificada de muy importante o importante por el 80 y el 65,3% de los que si y no realizaron esta práctica respectivamente, ésta ha sido una de las prácticas recomendadas como estrategias de manejo integral del suelo para una producción sostenible (Gómez *et al.*, 1975); Rivera, 2002). La importancia de este problema en la conservación de suelos y el manejo adecuado del mismo mediante las prácticas asociadas han sido estudiadas entre otros muchos autores por Suárez y Cadena (1996), Suárez de Castro y Rodríguez (1962) y Rivera (1990 y 1999), quienes coinciden en afirmar que de estas prácticas depende la sostenibilidad de la actividad cafetera y la disminución de un impacto ambiental negativo.

Las demás variables a las cuales se evaluó independencia con la importancia asignada por el caficultor a la erosión, no mostraron un nivel de significancia que permita concluir una probabilidad de asociación lo que implicó la aceptación de la hipótesis nula.

5.6.4 Consideración de las pérdidas económicas causadas por la erosión (PERDERO).

En el cruce de las pérdidas económicas con las variables complementarias se aceptó la independencia cuando el nivel de significancia superó el 10% y se rechazó la hipótesis nula en los siguientes casos:

Asociación con el área en café (Anexo 8), los datos cuantitativos obtenidos en la encuesta se clasificaron para su análisis en tres categorías según el área en café¹⁵ dentro del tamaño de la finca. Las fincas de menor área (hasta 5 hectáreas en café) consideraron altas o medias las pérdidas en el 69,4% frente a sólo el 12,4% de los otros dos tamaños evaluados. Aunque la distribución de los resultados (Anexo 8) no reflejó una marcada tendencia o sesgo para definir las pérdidas económicas a causa de la erosión es más notoria la consideración de pérdidas para las fincas hasta cinco hectáreas, explicable posiblemente por la alta dependencia del pequeño caficultor del ingreso del café (Aristizábal y Duque, 2006).

Las pérdidas económicas frente a la participación porcentual del área en café sobre la finca tuvieron asociación para un nivel de significancia menor al 10% (Anexo 9); no obstante los resultados no reflejan una asociación contundente o marcada entre estas dos variables (Anexo 9).

La caficultura de la finca también presentó asociación con las pérdidas económicas pero los datos no son contundentes en esa relación (Anexo 10).

Por último, las pérdidas económicas reflejaron asociación con la utilización de trinchos para reducir la energía del agua de escorrentía (Anexo 11). Se pudo observar en esta asociación que un total de 37,6% de caficultores consideraron altas las pérdidas y de estos el 55,3% no utilizó trinchos mientras que el 44,7% si lo hizo; pero fue más marcada la

¹⁵ Se tomó como base para las categorías del tamaño de la finca el SICA de la Federación de Cafeteros y estudios realizados en la disciplina de Economía de Cenicafé.

diferencia para quienes respondieron con pérdidas económicas insignificantes ya que el 80,4% de estos no utilizó trinchos y sólo el 19,6% los utilizó.

El análisis consolidado de la variable de las pérdidas económicas a causa de la erosión según la percepción de los caficultores evaluados, es destacable por el importante número de caficultores que indicaron como altas las pérdidas, lo cual debe convertirse en un consenso total para lograr un efecto directo en los riesgos de baja productividad que afectan la economía y la seguridad alimentaria, deterioro del recurso suelo a mediano y largo plazo, pérdidas de vida por hambre o catástrofes al intensificarse la erosión y provocar movimientos masales.

Las pérdidas económicas son altas, si se mira los valores asumidos a través de las Corporaciones Autónomas Regionales en sus programas de Gestión de Riesgo que invierten considerables recursos económicos para atención y prevención de erosión, Corpocaldas (2007), Carder (2007) y CRQ (2007). Si se consolidara el presupuesto total para problemas de erosión de las 26 Corporaciones Autónomas Regionales del país, se sumaría un rubro bastante significativo para darle un manejo con mayor énfasis preventivo a la erosión.

El resultado del presente estudio refleja una posible valoración del suelo a través de la utilización de prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente. Desde el punto de vista económico falta mayor énfasis en las pérdidas e impactos negativos causados por problemas de erosión. Una alternativa sería la capacitación orientada hacia la apreciación real del valor del suelo por parte del caficultor, McConnell (1983) plantea que si los agricultores saben que el suelo afecta el valor de la venta del terreno, lo protegerían y conservarían.

5.6.5 DPI en evitar o controlar la erosión de los suelos en la finca.

5.6.5.1 Significancia de la prueba Chi-cuadrado. Se asoció esta variable con la participación porcentual del café sobre el área total de la finca (Anexo 12). La mayor diferencia en cuanto a la disposición para invertir se reflejó en los caficultores cuyas fincas poseen más participación del café con respecto al área total de la misma (Figura 20). Se encontró el 79,7% de caficultores con disposición para invertir y cuyas fincas tienen más del 60% en café; así mismo se halló el 16,9% de encuestados cuyos predios están sembrados entre el 30 y 60% con café que presentaron DPI. Los entrevistados con fincas cuya participación en café es baja (hasta el 30%) en su gran mayoría (53,8%) no están dispuestos a invertir en control o prevención de la erosión en su finca.

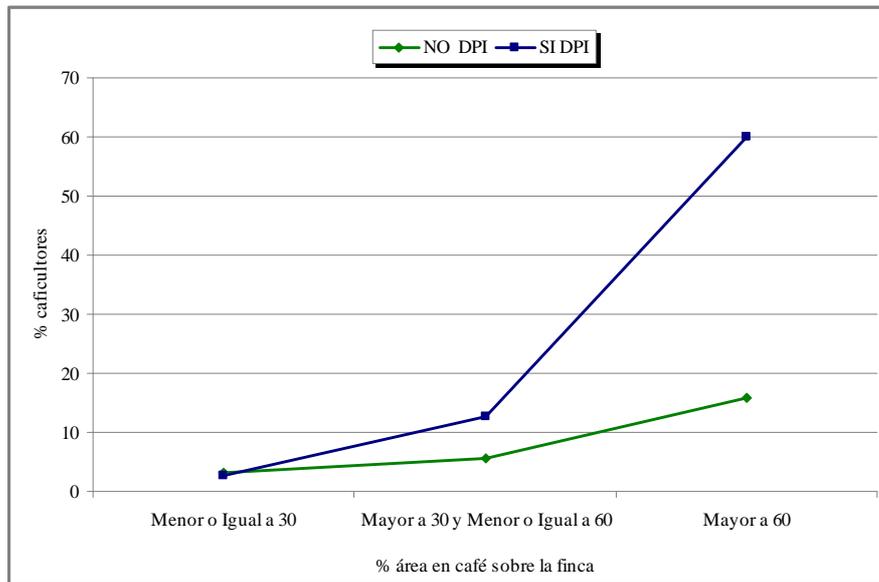


Figura 20. Disposición para invertir con relación al porcentaje del área en café de la finca

Podría orientarse este resultado bajo la óptica del criterio de equidad, es decir que a mayor tenencia mayor aporte, que quien más contamine más paga. Un criterio de equidad para el caso de los tomadores de decisiones de más alto ingreso o mayor capacidad de pago, es que se les debe obligar a incorporar dentro de su propia estructura de costos privados los costos sociales de acciones que deterioran el ambiente y generan costos sociales (Rudas, 1998). Las ideas de la aldea global, de un solo planeta o un solo mercado deben servir para retroalimentarse y actuar conjuntamente más que una competencia debería ser un complemento, si es que en realidad se desea fortalecer la estrategia de actuar localmente para impactar en lo global.

Otra forma de aportar todos equitativamente a la sostenibilidad ambiental es mediante los pagos o impuestos. Bejarano (2006) propone implementar los pagos por servicios ambientales para evitar la degradación de la tierra, complementado con el fomento para el uso en forma sostenible de los bosques por parte de comunidades rurales e indígenas en Colombia. Bennett *et al.*, (2005) analizaron los pagos por servicios ambientales, tema al que puede aportar este estudio al encontrarse que a mayor participación del café en la finca mayor disposición para invertir en el control de la erosión, debido a que este fenómeno incrementa los riesgos de pérdidas económicas a la cadena productiva del café.

Es importante considerar en la valoración económica ambiental la medición de las externalidades; en Colombia todavía es deficiente para algunos bienes, se ha avanzado en su identificación y valoración abriendo espacios en temas como tasas retributivas o pagos por servicios ambientales. Posada y Vargas (1997) indican que el valor económico de una externalidad ambiental depende de dos factores íntimamente relacionados: la magnitud de

la afectación que se genera sobre el ambiente y las preferencias específicas de la población impactada en relación con estas afectaciones. Estos dos tipos de información han sido generadas implícitamente dentro del presente estudio y su uso para este tipo de valoraciones o tributos no se descarta, porque uno de los usos precisamente del método de valoración contingente es para la valoración de externalidades (Riera, 1994).

Si se compara el área sembrada en café de los tres departamentos con relación al área total aprobada para construcción en los mismos¹⁶ durante el año 2006, se tiene que los 1.211.930 m², CREE (2007), equivalen casi al 0,1% del área total y al 6,9% del área cultivada en café de las fincas a las cuales se les realizó la encuesta. Cifras que son muy importantes a pesar de ser bajas, debido a que la conurbación es una de las principales causas de la erosión especialmente en Risaralda según el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2000), departamento que participa con el 60% del área total aprobada para construcción.

Otra variable asociada a la DPI fue la siembra a través de la pendiente (Anexo 13). La mayor diferencia en cuanto a la disposición para invertir se evidenció en los caficultores que siembran a través de la pendiente (Figura 21); ésta práctica es una de las más reconocidas y adoptadas por el caficultor para evitar la erosión. El 68,9% que manifestó DPI afirmativa para prevenir o controlar la erosión del suelo en sus fincas también realizó sus siembras a través de la pendiente (Figura 21).

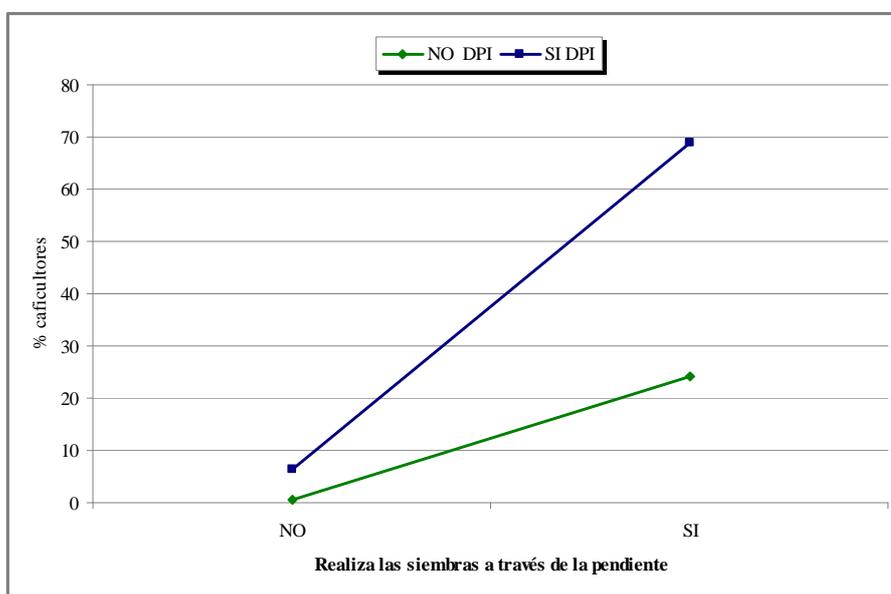


Figura 21. Disposición para invertir con relación a la siembra a través de la pendiente

¹⁶ Caldas comprende los municipios de Manizales, La Dorada y Villamaría; Risaralda los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal; Quindío los municipios de Armenia y Calarcá.

La utilización de tecnologías sostenibles es un síntoma positivo de la valoración de un recurso natural. Una respuesta indirecta y adicional para este estudio, es la adopción de la variedad Colombia cuya área en las fincas prácticamente duplicó a la de la variedad Caturra. La variedad Colombia no requiere del uso de agroquímicos para el control de la roya del cafeto Duque (2005), lo que reduce el impacto ambiental negativo, el desbalance de la flora microbiana benéfica del suelo y restos de productos tóxicos en el cultivo.

La independencia de la DPI frente a las demás variables complementarias, a las que se aceptó la hipótesis nula, podría verse influenciada probablemente porque la gran mayoría de los encuestados eran propietarios, del género masculino, tenían cultivos asociados al café, no realizaron quemas, utilizaron las prácticas de conservación de suelos, es decir, estas variables cayeron en una misma categoría.

A manera de resumen en la Figura 22 se graficaron las características de interés frente a la valoración que permite identificar cualitativamente el valor asignado por el caficultor a la erosión. Las alternativas u opciones de respuesta de cada variable por departamento, se clasificaron bajo dos categorías (Alta o Baja), para facilitar su interpretación y explicación.

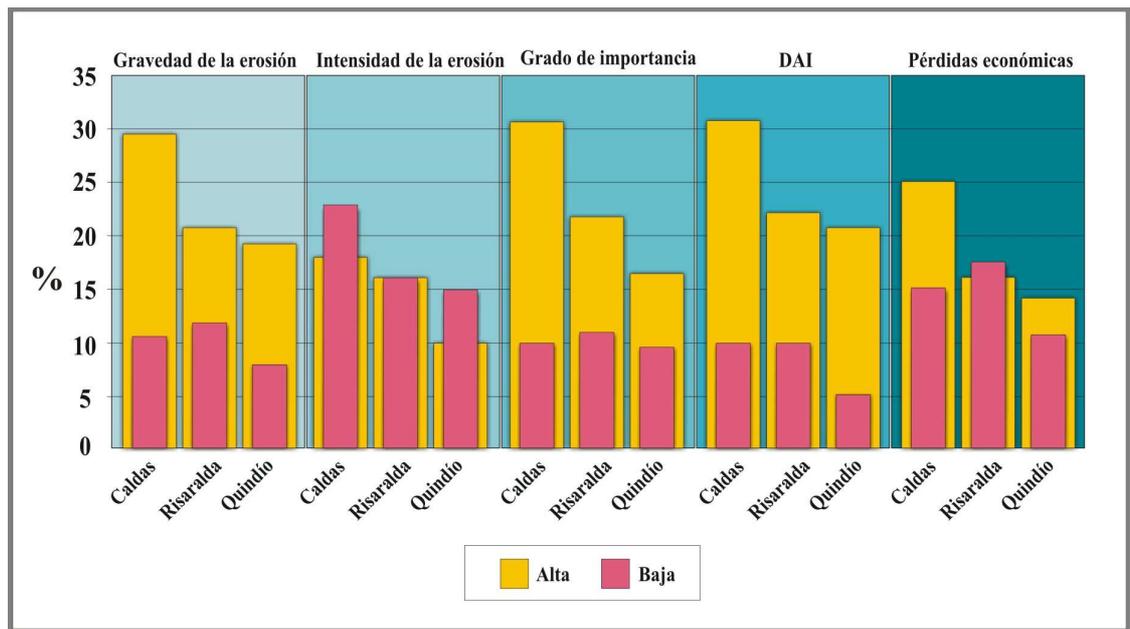


Figura 22. Calificación porcentual por departamento de las variables asociadas a la valoración de la erosión del suelo

Los resultados obtenidos con la prueba Chi-cuadrado presentaron para las variables evaluadas alguna probabilidad de asociación entre ellas, aunque no se refleja una contundencia para indicar independencia de variables o posibles asociaciones, lo que podría considerarse poco satisfactorio con relación a los datos consultados, exigiendo un mayor trabajo en el proceso de refinamiento de la encuesta para obtener respuestas cerradas y

concretas en aquellas variables de interés, sin dejar opciones de respuestas ambiguas o subjetivas por parte del encuestador o del encuestado. Estos resultados también pueden obedecer a las limitaciones propias del modelo y a restricciones de dinero y tiempo que no posibilitan un proceso amplio de capacitación previa sobre el concepto y metodología de la valoración contingente y sobre la erosión, lo que no pretende ni debe demeritar ni restar importancia al innovador método, y su aplicación práctica en forma pionera para la valoración de recursos ambientales asociados con la erosión del suelo para la zona cafetera central de Colombia, por el contrario busca subsanar y aportar argumentos de esta experiencia con el fin de que sean corregidas y aprovechadas en estudios futuros.

5.6.5.2 Chi-cuadrado y diagrama de dispersión de la DPI frente al valor de la finca. Se realizó el test Chi-cuadrado de la DPI frente al valor comercial por ha de la finca sin encontrar nivel de significancia entre las variables, aceptando por tanto la hipótesis nula. También se realizó un análisis de frecuencia de los valores obtenidos para la DPI con el fin de relacionarlos con el valor de la hectárea de la finca, donde también se aceptó H_0 .

Se esperaba encontrar una respuesta para abordar el tema desde el punto de vista de pagos por servicios ambientales, valoración de externalidades o cualitativamente bajo la perspectiva del principio de equidad, justicia social o distribución de la riqueza. Se partió del supuesto que quien tiene mayor tecnificación y densidad de siembra tiene mayor productividad y mejores ingresos pero no hubo asociación entre mayor riqueza y mayor disposición para invertir. Al cruzar la disposición para invertir con la edad tampoco se encontró asociación entre estas variables.

Ante el hecho de que universalmente no existe una valoración aceptada uniformemente para determinar el grado de afectación del impacto tecnológico, excepto para los casos en que estos resultados sean medibles o mensurables, se buscó si en el presente estudio se dio esta relación con los datos registrados. No se encontró tendencias o relaciones relevantes. Estos resultados son contrarios a los citados por Donoso y Vicente (2001), quienes utilizando la técnica de precios hedónicos en terrenos de Iowa, encontraron relación inversa entre el valor de la tierra y la profundidad del suelo, llevándolos a concluir que al reducir la erosión potencial del suelo se incrementa el valor comercial de esas tierras.

Lo anterior podría interpretarse que para la valoración del suelo deben aplicarse otros métodos cuantitativos, por ejemplo el propuesto por Jaramillo (2006) denominado Método residual de estimación del precio del suelo, para la formación de precios inmobiliarios bajo unas características específicas y considerando variables como el impuesto predial, la contribución de valorización, la participación en plusvalías, la distribución de cargas y beneficios y el trueque de edificabilidad por cesiones adicionales.

En forma complementaria para el estudio de estas variables, DPI y valor de la finca, se utilizó el diagrama de dispersión (Figura 23) concluyéndose que no hay relación de asociación entre estas dos variables, allí puede apreciarse al realizar una distribución por grupos según la mediana, que existe un grupo elevado de entrevistados cuyo valor de la finca es bajo y con una baja disposición para invertir, un segundo grupo igualmente

representativo que presentó una baja DPI aunque el valor comercial de sus fincas es más alto, otro grupo con valores de fincas similares al anterior con una DPI más alta superando inclusive el equivalente a un Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV) del año 2006. Finalmente se encontraron algunos caficultores que a pesar de que el valor comercial de la finca no es alto (sin exceder los 15 millones de pesos), estarían dispuestos a invertir cuantías cercanas o que superan un SMMLV del año 2006.

Debe hacerse la claridad que en este último grupo caracterizado se incluyeron 3 encuestados cuyo monto expresado como DPI fueron de \$3 y \$4 millones por ha.año⁻¹, lo que no parece tener una lógica frente a los demás datos y a la rentabilidad actual del negocio del café en Colombia. Estos casos podrían atribuirse a una errada o distorsionada percepción de la consulta sin que fuera posible dar claridad para una explicación exacta de lo sucedido.

Sadeghian *et al.* (1998) realizaron un ejercicio de valoración económica de la calidad del suelo, determinando su importancia en el precio comercial de la tierra y encontraron que el suelo representa el 20% sobre el valor total del predio y que la fertilidad contribuye con un 12%, esto indica que el valor de una tercera parte de la finca está dada por el suelo y la calidad del mismo.

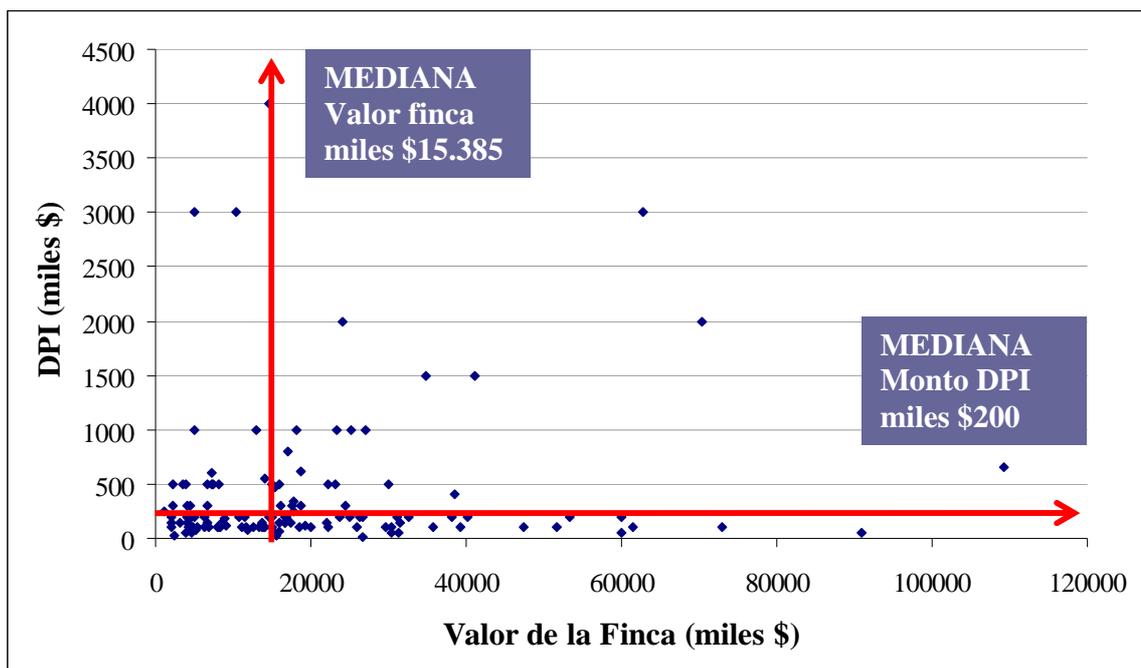


Figura 23. Diagrama de dispersión de la DPI en función del valor comercial estimado de la finca

5.6.5.3 Valoración Contingente en función del nivel de educación del caficultor. Por considerar esta variable de especial importancia en la valoración contingente asignada por el caficultor a la erosión del suelo, se decidió evaluar el nivel de estudios consultado a los

caficultores y su relación con la disposición para invertir y con las demás variables complementarias. Para ello se aplicó la Chi-cuadrado y se encontró para un grado de significancia del 10% que no existió ninguna asociación entre la educación y la DPI aceptándose para esas variables la hipótesis nula. Se rechazó H_0 para las variables de área en café, la pendiente de la finca, tipo de caficultura, manejo integrado de arvenses, siembra a través de la pendiente y quemadas, con el siguiente análisis:

a) Área en café: Para el 43,6% de los encuestados con estudios de primaria completa en adelante el área no supera las 5 hectáreas y el 33,1% poseen más de 5 hectáreas. Se mantiene la conformación de la caficultura con una mayoría de predios pequeños pero se nota que de ellos el 69,2% tiene 5 ó más años de educación formal, el 86,1% de los medianos caficultores tiene este mismo nivel, que para los grandes correspondió con el 92,7% de los encuestados. El índice de escolaridad supera los índices nacionales para la mayoría de los encuestados y se observa que a mayor área en café se incrementa el porcentaje de caficultores con índice de escolaridad de haber cursado como mínimo la primaria completa.

La educación es la mejor arma para enfrentar el subdesarrollo y la pobreza y mayor fuerza y efecto tiene para la zona rural (Nuñez *et al.*, 2005). El resultado de mejorar el nivel de educación en Colombia parece reflejarse con el ingreso per capita, el cual pasó de \$380.000 en junio de 2002 a más de \$450.000 a junio de 2006, de acuerdo con el índice Gini que mide la distribución de la riqueza. Este grado de educación ya ha sido encontrado en trabajos anteriores como el de Duque y Bustamante (2002), cuya tendencia ha sido creciente frente a las estadísticas anteriores del grado de estudios en el plano Nacional (Federacafé, 1997).

b) Pendiente de la finca: Los terrenos ocupados por el mayor número de caficultores que corresponden a un nivel de escolaridad de 5 ó más años ocupaban tierras con pendientes inclinadas, fuertemente inclinadas y fuertemente quebradas en el 61,3% de los casos.

Cropper *et al.* (1988) encontraron un nivel de significancia al estudiar estas dos variables, ellos indican la valoración positiva que tienen los productores a una menor pendiente del terreno, siempre y cuando conozcan o tengan la información de que esa característica puede generarles mayores ganancias. Puede interpretarse que el caficultor con mayor nivel de formación tendrá mejores argumentos técnicos para seleccionar los predios a cultivar o a adquirir, es decir tendrán la suficiente claridad que existe una relación directa entre la pendiente de la finca con la generación de ingresos.

c) Tipo de caficultura: El cruce con esta variable reflejó una alta significancia con la educación. El 71,9% de los encuestados con caficultura tecnificada poseen 5 ó más años de educación formal, a los que podría agregarse un 26,4% con caficultura intermedia y sólo el 1,7% corresponde a caficultura tradicional. Podría concluirse que el nivel de formación de los caficultores aporta a la tecnificación del cultivo y al uso adecuado del suelo.

d) El manejo integrado de arvenses, siembras a través de la pendiente y quemas fueron variables que presentaron asociación con la educación, permitiendo observar que a mayor estudio mayor utilización de estas prácticas.

Estos resultados reflejan que para el cambio técnico es necesario el acompañamiento de la educación mediante la formación y creación de cultura a los cultivadores del grano, trabajo en el que aporta el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros (Saldías y Jaramillo, 1999). Los caficultores con primaria en educación como mínimo, rondaron o superaron el 80% de los encuestados que aplicaron las citadas tecnologías en sus predios frente a los que no la realizaron. Es conveniente intensificar las campañas educativas y prácticas que buscan proteger el horizonte orgánico de los suelos cafeteros, por ser quien más influye en la mayor o menor resistencia de estos a la erosión, mediante prácticas de remoción mínimas de suelos en todas las etapas del cultivo e incentivar la adopción de coberturas nobles que disipan la energía de las gotas de lluvia al impactar la superficie del suelo, además evita el desprendimiento y arrastre de partículas por escorrentía (Rivera, 1990).

Debido a que la erosión potencial de los suelos en la zona cafetera central de Colombia es muy severa debido a la agresividad de las lluvias y altos valores de erodabilidad según Rivera (1990) y Federacafé (2004), se deben incrementar las campañas educativas y de concientización a la población en la adopción de prácticas y tecnologías generadas para la conservación del suelo y el medio ambiente. En la región del estudio es muy frecuente la escorrentía en los suelos propiciando fenómenos erosivos que no son fácilmente perceptibles por el caficultor, cuando la realidad es que el 50% de los suelos colombianos presentan algún grado de erosión, de la cual el 24,4% es calificada como severa (según cifras reportadas por el Ministerio del Medio Ambiente; Política nacional de biodiversidad 1996).

Con la información generada para estimar la proporción de caficultores que tienen la disposición para invertir en controlar o prevenir la erosión del suelo en sus fincas, fue corroborada la hipótesis de trabajo a través del estadístico de prueba Z; dicha proporción es mayor del 50%.

Los caficultores con disposición para invertir dividieron sus respuestas entre quienes indicaron un monto en pesos del año 2006 (78% del total), cifra que se estimó en promedio de \$379.477 ha.año⁻¹ y quienes su decisión está sujeta a los ingresos, o indicaron que asumirían lo necesario para el control de la erosión (22% del total). Sólo un 3,5% de los entrevistados no expresó disposición para invertir, cifra que podría tomarse como de respuesta protesta o manifestación de inconformidad, la cual es considerada baja frente a estudios similares o a los valores aceptados en Estados Unidos que están entre el 20 y 30% y para España se acepta entre el 30 y 40% (Riera, 1994; Azqueta, 1994). Si a este porcentaje se le adicionan las respuestas de no sabe/no responde (NS/NR) se tiene un 24,6% de respuestas sin DPI, que obedece a los sesgos característicos de la valoración contingente.

6. CONCLUSIONES

Los caficultores de la zona cafetera central de Colombia de este estudio, indicaron disposición para invertir en el control o prevención de la erosión en sus suelos (75,4%), con un promedio de \$379.477 ha.año⁻¹. Algunos resultados que lo confirman son: la mayoría de los caficultores calificó la importancia, gravedad y pérdidas económicas asociadas a la erosión como alta, y los niveles positivos de utilización de prácticas de conservación de suelos. Las cifras encontradas permiten deducir entonces que sí hay valoración adecuada del problema y disposición para invertir en controlarlo o prevenirlo.

La importancia de la erosión es calificada como alta por más del 70% de los encuestados y alrededor del 54% de ellos también la consideraron grave o con alto impacto en las pérdidas económicas, apoyando la percepción de la valoración correcta de este problema. El alto índice de utilización de prácticas o tecnologías de manejo del suelo, fue argumentado para evitar problemas de erosión y como ejemplo está la siembra a través de la pendiente, erradicación casi total del azadón para intervenir el suelo, no realizar quemas, el manejo integrado de arvenses y el establecimiento de coberturas nobles.

Los resultados de estudios biológicos sobre la erosión de los suelos diagnostican altos riesgos y niveles elevados de susceptibilidad al fenómeno, lo que podría explicarse en la baja percepción de este impacto en sus fincas (medida por la calificación de la intensidad sufrida en el predio, que reportó resultados de sólo el 12,4% de los encuestados calificándola de muy severa o severa). Puede ser entendible esta poca calificación sobre la intensidad del problema por ser difícil de detectar a simple vista en las etapas iniciales, sus efectos generalmente se reflejan después de varios años.

Si se aplican las prácticas y tecnologías para el manejo adecuado del suelo, a corto plazo se podrían ver disminuidos los beneficios económicos netos; sin embargo, a mediano y largo plazo se traducirá en sostenibilidad, lo que las convierte en una opción rentable económica y ambientalmente, como se ha demostrado con la utilización del manejo integrado de arvenses, considerada como una de las prácticas más eficientes para la prevención de la erosión, cuyo costo ya no se atribuye a las prácticas de conservación de suelos sino a las labores agronómicas del cultivo por tratarse de una modificación al método tradicional de manejo de arvenses.

Se encontró asociación entre la disposición a invertir y el área en café, a mayor área mayor disposición; similar relación existió entre quienes sembraron a través de la pendiente. En general, se encontró asociación entre la valoración del suelo y la utilización de prácticas para su manejo adecuado. Por el contrario, no se encontró asociación con la tenencia de la tierra, educación, edad y algunas prácticas de conservación, pero no se podría concluir con exactitud independencia, debido a que los datos pudieron caer en una misma categoría, al encontrarse mayoría de propietarios del género masculino con nivel de educación superior a la primaria y altos niveles de utilización de tecnologías de conservación.

7. RECOMENDACIONES

Esta información podría ser base para la definición de políticas y programas de capacitación y difusión sobre el problema de erosión de suelos y para la utilización de prácticas de manejo adecuado y sostenibles; no obstante las limitaciones y restricciones propias del método de valoración contingente. Al ser un trabajo pionero para la caficultura en Colombia sus resultados podrán emplearse hasta tanto se obtengan otros que validen o completen los acá obtenidos que a pesar de no permitir su inferencia si es una muestra que cubrió casi la totalidad de los municipios cafeteros de la zona central colombiana, sin encontrarse mayor variabilidad entre las regiones para las variables evaluadas.

Se deben fortalecer los programas y acciones para desacelerar los procesos erosivos del suelo con sus negativos efectos ambientales y económicos; incentivando la inversión en la prevención de este fenómeno o mediante la restricción o sanción de prácticas que lo deterioren. Las campañas podrían incluir aportes en dinero y en especie con la participación de los gremios privados, del gobierno y los mismos caficultores.

Continuar y profundizar en este tipo de estudios para comprender el valor asignado por los caficultores a la erosión del suelo y a otros bienes y servicios ambientales, fortaleciendo el diseño estadístico por medio de una estratificación y selecciones aleatorias que permitan el contraste de los datos y la generalización de resultados. También es conveniente la capacitación previa a los caficultores sobre el conocimiento de la erosión y sus impactos económicos y ambientales.

Incorporar términos monetarios a los problemas ambientales aportará a hacer más perceptible y valorable estos impactos por el hombre; por ello se debe complementar la valoración obtenida con otros métodos de valoración económica ambiental. Este trabajo podría ser tomado como base para una posterior obtención de los costos defensivos de la erosión del suelo en la caficultura colombiana o en el uso del modelo EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator), desarrollado para determinar la relación entre la erosión del suelo y su productividad. Igualmente métodos de cambios en productividad ayudarían para afinar conceptos metodológicos apropiados que pudieran ser utilizados en futuras investigaciones.

Aprovechar los datos para complementar su análisis y evaluación con el uso de modelos de regresión logística “Logit y Probit”, lo cual permitiría la estimación de la DPI en relación al valor del suelo. También se recomienda su complemento potencial con metodologías integradoras de las variables de estudio como sería el análisis de correspondencias múltiples asociado a métodos multivariados.

Difundir los resultados hacia personas e instituciones gestoras de desarrollo, fomentar la aplicación de la oferta tecnológica y la participación de la comunidad en la gran mayoría de

procesos (investigación participativa), así como el mantenimiento y refuerzo de los objetivos sobre el cuidado del ecosistema y la aplicación de tecnologías limpias. Debe incrementarse y orientarse el certificado de competencia laboral del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) a las prácticas de manejo y conservación del suelo. El fortalecimiento cultural debe priorizarse hacia los jóvenes cafeteros (de ambos géneros), en quienes está el futuro de la actividad cafetera.

Esta valoración económica de la erosión podría incluirse en la contabilidad de la finca, para intentar dejar de tratar al suelo como un bien gratuito y renovable, cuyo uso racional es fundamental para evitar asumir costos excesivos de depreciación del patrimonio natural. Se debe formar una base contable que involucre y forme conciencia sobre la sostenibilidad de los recursos naturales considerados como libres e inagotables, lo que riñe de hecho con la realidad actual.

Este trabajo realiza aportes a la legislación ambiental, la cual requiere bases sólidas y estudios científicos para apoyar sus acciones y decisiones en cuanto a los permisos de uso sobre los recursos naturales. Allí se potencializa el tener una valoración de la erosión del suelo, que podría servir de base para la creación de incentivos para quienes realicen prácticas preventivas de la erosión, que ya existen en países como España, o para la imposición de sanciones, impuestos o restricciones por el uso inadecuado de otras prácticas, y para ser consideradas dentro de la planeación de proyectos de las ONG y Corporaciones Autónomas Regionales.

Los resultados del presente trabajo se recomiendan divulgarlos por diversos medios de comunicación, con el fin de lograr sea extensivo a los caficultores, extensionistas, profesionales y entidades de educación relacionadas con el tema.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALÁ J., J.A. Determinación de criterios e indicadores ambientales y de sostenibilidad en la región bosque modelo Chihuahua. México. Encuesta para definir indicadores ambientales. Área mayor: Manejo de Recursos Naturales Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Zootecnia Secretaria de Posgrado e Investigación. 31 de julio de 2002. On line Internet. Disponible en: <http://www.tesis.bioetica.org/nota64.htm>. (Consultado en noviembre de 2005).

ALTIERI M.A. Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. Comunidad del Sur. Montevideo. Uruguay. 1995, 325 p.

ARISTIZÁBAL A., C.; DUQUE O., H. Identificación de los patrones de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia. *In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Informe Anual de Actividades de la Disciplina de Economía, 2005 y 2006. Chinchiná, CENICAFÉ, 2006. (Proyecto ECO0613).*

AZQUETA O., D. Valoración Económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill/Interamericana de España. S.A.U. 1994, 299 p.

BAKER, P.S.; DUQUE O., H. Guía para la caficultura sostenible en Colombia. Un trabajo articulado con los caficultores, extensionistas y la comunidad. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 2007. 312 p.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO – BID. Biocombustibles: En apoyo al desarrollo sostenible de la industria en Brasil. On line Internet. Disponible en: <http://www.mdb-egp.net/topics/subtopics.cfm?> (Consultado en julio 31, 2007).

BANCO MUNDIAL. Estudio del sector cafetero en Colombia (resumen ejecutivo). Ensayos sobre Economía Cafetera No. 18: 27-32. 2002.

_____. Republic of Colombia Mitigating Environmental Degradation to Foster Growth and Reduce Inequality. Bogotá. WORLD BANK, 2006. 402 p.

BAQUERO H., I. Avances en cuentas del suelo en Colombia. Villa de Leyva. OLACEFS – CICA – CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA, 2002. 32 p. (VII Seminario Internacional de Control Fiscal Ambiental Mayo 8 – 10, 2002).

BEJARANO G., B. Análisis ambiental del país, documento del Banco Mundial. El Tiempo. Bogotá, Octubre 26, 2006. p. Ciencia.

BENNETT, E.M.; PETERSON, G.D.; LEVITT, E.A. Looking to the future of ecosystem services. *Ecosystems* 8(2):125-132. 2005.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - Cenicafé. Resumen del Informe Anual de Actividades 2004 – 2005. Chinchiná, Caldas. Diciembre de 2005. 183 p.

_____. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Tecnología del cultivo del café. Chinchiná, Cenicafé - Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, 1987. 404 p.

_____. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Utilización de la pulpa de café. Cenicafé 1971 (Colombia). (Avances Técnicos No 6).

CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS ECONÓMICOS – CREE. Boletín Económico Regional BER – Eje cafetero Año 2006. Caldas, Quindío y Risaralda. BANCO DE LA REPÚBLICA. Subgerencia de Estudios Económicos, 2007. 11 p. (Boletín No. 3).

CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS DE CASTILLO DE LEON Y OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE ESPAÑA. 2000. On line Internet. Disponible en: [http://www. Medioambiente\undefined\codigo de buenas practicas agrarias de castilla león](http://www.Medioambiente\undefined\codigo de buenas practicas agrarias de castilla león). (Consultado en noviembre de 2005).

CONPES. Seguimiento y directrices para el nuevo enfoque de la política cafetera. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Bogotá, CONPES 3286, 2004. 23 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS. MANIZALES. COLOMBIA. Informe final plan de acción trianual PAT 2004-2006. Manizales, CORPOCALDAS, 2007. 55 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA. PEREIRA. COLOMBIA. Plan de acción trianual PAT 2007-2009. 2a. versión. Pereira, CARDER, 2007. 109 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO. ARMENIA. COLOMBIA. Plan de acción trianual PAT 2004-2006. Armenia, CRQ, 2007. 43 p.

CORREA R., F. La compatibilidad entre el crecimiento económico y el medio ambiente: dos propuestas desde la economía. *Ensayos de Economía* 13(22):117-141. 2003.

CROPPER, M.; DECK, L.; MCCONNELL., K. E. On the choice of functional form for hedonic price functions. *Review of Economics and Statistics*. 70(4):668-675. 1988.

DE LA MAZA A., C. L. Valoración contingente y su aplicación en el parque nacional la campana: una discusión metodológica. Departamento Manejo de Recursos Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 1994. On line Internet. Disponible en:

http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1996_vo11/n1-2a4.pdf. (Consultado en enero de 2006).

DE PRADA, J. D. La erosión del suelo y su valoración económica. Seminario IES-INTA. Argentina. (Resumen consultado en: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Seminarios realizados. 2005).

DONOSO, G.; VICENTE, G. Caracterización hedónica de los precios de tierra agrícola en la región pampeana Argentina. Universidad Católica de Chile, Revista Latinoamericana en Ciencias de la Agricultura y Ambientales, Ciencia e Investigación Agraria 28(2):73 – 81. 2001.

DUARTE C., A.F. Determinación de los factores que inciden sobre el perfil de taza en sistemas de producción de café “Alto del Naranjo” de Villamaría y Manizales. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Agronomía. 2006. 183 p. Manizales (Colombia). (Tesis: Ingeniero Agrónomo).

DUQUE O., H. Adopción de una variedad de café resistente a la roya; el caso de la variedad Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2005. 76 p.

_____. Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera. 2da. Ed. Chinchiná, Cenicafé, 2004. 99 p.

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

DUQUE O., H.; CHÁVES C., B. Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 100 p.

ECOAUDITORÍA Y HUELLA ECOLÓGICA - DOS MARCOS CONCEPTUALES Y PRÁCTICOS PARA LOS PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. On line Internet. Disponible en: <http://www.ecoloxistesasturies.org/Temas/Asturies/Huella> (Consultado en diciembre de 2005).

EL TIEMPO. Dos innovaciones técnicas lanzará en sus 80 años la Federación Nacional de Cafeteros. El Tiempo. Bogotá, Julio 30, 2007. p. el tiempo/nación/café.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 40 años de investigación en Cenicafé. Suelos, volumen 1. Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé, Chinchiná, Caldas. 1982.

_____. Caficultura colombiana. 2007. On line Internet. Disponible en: <http://www.cafedecolombia.com> (Consultado en julio de 2007).

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, Chinchiná, Caldas. Conservación de los suelos de la zona cafetera. Cartilla cafetera. Vol. 1. Chinchiná, Cenicafé, 2004. p.107-130.

_____. Comité Departamental de Cafeteros del Valle. Esquema de acceso a la tierra para los jóvenes rurales. Programa Jóvenes Agricultores. 2004. 50 p. On line Internet. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/evets/sm_jovenes/pdfs/2_ad_colombia.pdf. (Consultado en Abril 16 de 2007).

_____. CONSERVATION INTERNATIONAL. Líneas guías para el café de conservación en Colombia. Abril de 2003. 19 p.

_____. Sistema de Información Cafetera, SICA. Encuesta Nacional Cafetera. Informe Final. Bogotá, 1997. 178 p.

FIGUEROA, J.R. Puede la Valoración Económica de la Diversidad Biológica dar respuesta a su Gestión Sostenible. Puerto Ordaz Tenerife. Universidad de La Laguna (España) (en Formación, Empleo y Desarrollo Regional). Se encuentra en proceso de elaboración de su tesis doctoral. Enero – junio de 2004.

GARCÍA C., J. Evolución de la distribución de las fincas cafeteras. Hacia una regionalización de la caficultura colombiana. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2003. On line Internet. Disponible en: <http://www.cafedecolombia.com.co/docs/ensayos192003/evolucionfincascaferas.pdf>(Consultado en Abril 19 de 2007).

GARCÍA C., J.; RAMÍREZ V., J. Sostenibilidad económica de las pequeñas explotaciones cafeteras colombianas. Ensayos sobre Economía Cafetera (Colombia) 15(18):73-89.2002.

GÓMEZ A., A.; GRISALES G., A.; SUÁREZ S., J. Manual de conservación de suelos de ladera. Chinchiná, Cenicafé, 1975. 267 p.

GÓMEZ G., L.; CABALLERO R., A.; BALDIÓN R., J.V. Ecotopos Cafeteros de Colombia. Regiones Cafeteras. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Subgerencia General Técnica. Bogotá. 1991. 136 p.

GUHL, A. Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997. Cenicafé 55(1):2-44. 2004.

HINCAPIÉ, E. Revisión Bibliográfica, Auxiliar de Investigación, Centro Nacional de Investigaciones de Café “Cenicafé”. Federación Nacional de Cafeteros. Chinchiná, Caldas. Febrero – Agosto de 2004.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. El medio ambiente en Colombia. 2a Ed. Bogotá. 2001. 543 p. On line Internet. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co>. (Consultado en Julio de 2006).

_____. Guía ambiental para el cultivo del café. 2003. 71 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI - IGAC. BOGOTÁ. COLOMBIA. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución. Bogotá (Colombia), IGAC, 1995. 632 p. Esp.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. Londres, Inglaterra. Informe sobre el programa de diversificación. 2003. On line Internet. Disponible en <http://www.ico.org/diversification.asp> (Consultado en Enero 11, 2006).

JARAMILLO R., A. Clima andino y café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2005. 196 p.

JARAMILLO, S. Precios inmobiliarios y método residual de estimación del precio del suelo. Propuesta de modelo simplificado y análisis de sus bases teóricas. Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico – CEDE, Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Bogotá. 2006. 54 p.

JUNGUITO B., R.; PIZANO S., D. Producción de café en Colombia. Fondo Cultural Cafetero – Fedesarrollo, 1991. 300 p.

KOLSTAD, C.D. Economía Ambiental. Oxford University Press. 2001. 458 p.

LAINEZ O., M.J. Análisis de la relación ambiental y financiera de la dinámica del uso de la tierra en la finca comercial de CATIE, Turrialba, Costa Rica. Turrialba (Costa Rica), CATIE, 1997. 140 p. 33 Refs. Esp. (Tesis: Magister Science).

LAL, R. Agronomic consequences of soil erosion. In: PENNING DE VRIES, F.W.T.; AGUS, F.; KERR, J. Eds. Soil erosion at multiple scales. Principles and methods for assessing causes and impacts. CABI Publishing and IBSRAM, 1998. p 149-160.

_____. Soil quality and agricultural sustainability. In: LAL, R. Ed. Soil quality and agricultural sustainability. Ann Arbor Press. Michigan, USA. 1994. p. 3-12.

LEÓN S., T. E. Desde la arcilla y el sudor hasta la vida misma. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005. 20 p.

LEY 99 del 22 de diciembre de 1993. Creación del Ministerio de Medio Ambiente y otras disposiciones. Colombia. 1993.

McCONNELL., K.E. An economic model of soil conservation. American Journal of Agricultural Economics 65(1):83-89. 1983.

MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Estudios de resistencia al glifosato en tres arvenses de la zona cafetera colombiana y alternativas para su manejo. Chinchiná, Cenicafé, 2006. 12 p. (Avances Técnicos No. 350).

MESTRE M., A.; SALAZAR A., J.N. Establecimiento de un sistema de manejo de cafetales. Cenicafé 1998 (Colombia). (Avances Técnicos No. 254:1-4).

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Observatorio Agrocadenas Colombia. La cadena del café en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. Documento de Trabajo Número 104. República de Colombia. Enero de 2006 32 p. On line Internet. Disponible en: http://www.agrocadenas.gov.co/cafe/documentos/caracterizacion_cafe.pdf. (Consultado en Julio de 2006).

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Población y ordenamiento ambiental eje cafetero. República de Colombia. Agosto de 2000. On line Internet. Disponible en: <http://web.minambiente.gov.co/html/oterritorial/ecorregiones/ejecafetero/>. (Consultado en noviembre de 2005).

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES. Colombia. Programa Presidencia de la República, Colombia, un país positivo. On line Internet. Disponible en: http://www.presidencia.gov.co/colpositiva/dic2005/col_positiva2dedic.htm (Consultado en julio de 2006).

MONTOYA R., E. C. El Método Científico. Estadístico M.Sc. Investigador Científico I, Disciplina Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Chinchiná, Caldas. 1999. 140 p.

NUÑEZ J.; RAMÍREZ, J. C.; CUESTA, L. Determinantes de la pobreza en Colombia. 1996-2004, Documentos CEDE, Universidad de los Andes, Bogotá, No. 1, Octubre de 2005. 45 p.

PARRADO D, C.C. Módulo Manejo Integrado del Medio Ambiente. Maestría en Desarrollo sostenible y medio ambiente. Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo- CIMAD. Universidad de Manizales. Manizales, septiembre de 2005.

PÉREZ G., S.J. Modelo para evaluar la erosión hídrica en Colombia utilizando sistemas de información geográfica. Bogotá, Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química, 2001. 77 p. (Tesis: Especialización en Ingeniería Ambiental).

PIZANO, D. El café en la encrucijada, evolución y perspectivas. Libros de Cambio. Bogotá, Alfaomega S.A. 2001. 80 p.

POATE, C.D.; DAPLYN, P.F. Data for agrarian development. Cambridge, Inglaterra. Cambridge University Press, 1993. 337 p.

POSADA L, L.G.; VARGAS P., ELKIN. Desarrollo económico sostenible, relaciones económicas internacionales y recursos Minero-Energéticos en Colombia. Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional. Medellín. 1997. (Tesis: M.Sc. en Ciencias Económicas).

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Informe Final Instrumentos Legales Internacionales Relacionados con el Proyecto Reducción del Escurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe GEF/1100 – 99 – 04 – PNUMA. 15 de diciembre del 2000. On line Internet. Disponible en: <http://www.rolac.unep.mx/>. (Consultada en octubre de 2005).

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, 2002. 173 p.

RAMÍREZ O., F.A. Evaluación del riesgo por erosión potencial de la zona cafetera central del departamento de Caldas. Ibagué, Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal, 2006. 98 p. (Tesis: Ingeniero Forestal).

RED DE AGRICULTURA SOSTENIBLE – RAS. Rainforest Alliance. Criterios e indicadores adicionales para la producción de café. San José. Costa Rica 2005. 10 p.

RED MESOAMERICANA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS–REMERFI. Proyecto IICA-GTZ/REMERFI/IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Valoración económica de los recursos fitogenéticos en Mesoamérica. San Salvador, El Salvador 2002.

RIERA M., P.; GARCÍA, D.; KRISTRÖM, B.; BRÄNNLUND, R. Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. España. 2005. 355 p.

RIERA M., P. Manual de Valoración Contingente para el Instituto de Estudios Fiscales. España. 1994. 112 p.

RIERA M., P.; MOGAS A., J. Valoración del riesgo de incendios forestales en España. España. 2000. 15 p.

RIVERA P., J.H. Construcción de trinchos vivos para conducción de aguas de escorrentía en zonas tropicales de ladera. Chinchiná, Cenicafé, 2002. 8 p. (Avances Técnicos No. 296).

_____. Control de cárcavas remontantes en zonas de ladera mediante tratamientos biológicos. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 8 p. (Avances Técnicos No. 256).

RIVERA P., J.H. Control de derrumbes y negativos en carreteras, mediante tratamientos de tipo biológico. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 8 p. (Avances Técnicos No. 264).

_____. Determinación de los índices de erosividad, erodabilidad y erosión potencial en la zona cafetera central colombiana (Caldas, Quindío y Risaralda). Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1990. 310 p. (Tesis: Magíster en Suelos y Aguas).

_____. El manejo integrado de arvenses en cafetales aumenta los ingresos y evita la erosión. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 5 p. (Avances Técnicos No. 259).

_____. Susceptibilidad y predicción de la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera central colombiana. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, 1999. 525 p. (Tesis: Doctor en Ingeniería, área de aprovechamiento de recursos hidráulicos).

ROJAS P., J.; PÉREZ R., M.; PEÑA V., M. La valoración contingente: una alternativa para determinar la viabilidad financiera de proyectos de tratamiento de aguas residuales en zonas rurales de países tropicales. Cali, 2001. 14 p.

RUDAS, G. Economía y Ambiente. Instrumentos económicos, cuentas ambientales y análisis costo-beneficio. 1a. Edición, Santafé de Bogotá, julio de 1998. 219 p.

SADEGHIAN Kh., S.; DUQUE O., H. Análisis de suelos: Importancia e implicaciones económicas en el cultivo del café. Chinchiná, Cenicafé, 2003. 8 p. (Avances Técnicos No. 308).

SADEGHIAN Kh., S.; MURGUEITIO, E.; RIVERA, J. M. Características de suelos en sistemas agropecuarios y forestales para el ordenamiento territorial en el departamento del Quindío (Colombia). CIPAV. 1999. On line Internet. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Siavosh.htm>. 9 p. (Consultado en julio 16 de 2007).

SADEGHIAN Kh., S.; RIVERA, J. M.; GÓMEZ, M. E. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. FAO-CIPAV. Memorias conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. 1998. 12 p.

SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. Causas de los movimientos masales y erosión avanzada en la zona cafetera colombiana. Chinchiná, Cenicafé, 2006. 8 p. (Avances Técnicos No. 348).

SALDÍAS B., C.A.; JARAMILLO C., C.M. 40 años del Servicio de Extensión. Ensayos sobre Economía Cafetera. 12(15):7-26. 1999.

SALGUERO Z., E.R.T. Valoración económica de la contaminación de las fuentes de agua por los desechos de la industria del beneficiado húmedo del café: el uso del concepto de costo defensivo. Turrialba (Costa Rica), CATIE, 1996. 127 p. 69 Refs. Esp. (Tesis: Magister Science).

SÁNCHEZ, J.M. Valoración económica del proceso de descontaminación en la laguna de los mártires, Isla de Margarita, Venezuela. *Agroalimentaria* 7(14):89-103. 2002.

SUÁREZ D.C., F; RODRÍGUEZ G., A. Investigaciones sobre la erosión y la conservación de los suelos en Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Bogotá, enero de 1962.

SUÁREZ P., D.A. Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la Comarca Yassica Sur, Matagalpa, Nicaragua. Turrialba (Costa Rica), CATIE, 2002. 117 p. 91 Refs. Esp. (Tesis: Magister Science).

SUÁREZ V., S. CADENA G., G. Conservación de suelos en la zona cafetera colombiana. Seminario Nacional sobre Actualización en Conservación de Suelos en Ladera. Memorias. INAT-CECIL. Bogotá. 1996.

URIBE H., A. Los cafeteros colombianos botan anualmente siete millones de pesos. Colombia. *Agricultura Tropical* 12(3):183-185. 1956.

URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto de la densidad de población y de la disposición de los árboles en la producción de café. *Cenicafé* 39(2):31-42. 1988.

VALENCIA H., J.G. Módulo legislación ambiental, Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente. Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo- CIMAD. Universidad de Manizales. Pág.1-109. Manizales, septiembre de 2005.

WISCHMEIER W. H.; SMITH D. D. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning United States Department of Agriculture. *Agricultural Handbook*, No 282. 1978.

GLOSARIO

ARVENSE: dicho de una planta que crece en los sembrados. Dícese de una variedad de planta similar a la maleza. Desde el punto de vista antropocéntrico las arvenses se consideran como plantas que interfieren de una u otra forma con las actividades del hombre, sin embargo biológicamente éstas tienen un valor incalculable por constituirse en el eslabón fundamental de todo ecosistema.

BARRERA VIVA: faja de vegetación a menudo arbustiva, sembrada en curva a nivel para contrarrestar la erosión y detener los arrastres. Se coloca en contra de la pendiente del terreno, siendo la principal finalidad reducir la escorrentía del agua que corre sobre la superficie del terreno y asimismo, captar y retener la tierra transportada por el agua.

BIODIVERSIDAD: es la variedad de los seres vivos que habitan en la tierra. Por ejemplo: los microorganismos, los hongos, los animales, las plantas y el ser humano. También comprende la diversidad de especies, de genética y de ecosistemas.

BIOTA EDÁFICA: conjunto de la fauna y la flora de una región específica.

CALVAS: comúnmente se refiere bajo este término a los sectores o parches del suelo en los cuales se presentan afloramientos de sales y en donde no crece vegetación. En este estudio se empleo el término para referirse a las áreas erosionadas, específicamente en los filos de las montañas o lomas.

CÁRCAVA: hoyo o zanja grande que suelen hacer las avenidas de agua. Son zanjas más o menos profundas (formadas por la unión de surcos o de aquellos originados por las huellas que deja el ganado en potreros sobrepastoreados), las cuales sufren socavamientos repetidos por acción de las aguas de escorrentía, ladera abajo. Cuando las cárcavas evolucionan con crecimiento hacia arriba y hacia los lados de la ladera, toman el nombre de cárcavas remontantes. La presencia de cárcavas en un terreno indica un grado avanzado de degradación como consecuencia del uso y manejo inadecuado de los suelos y la ausencia de prácticas de conservación.

COBERTURA NOBLE: cubierta densa y permanente de plantas que tengan sistemas radicales superficiales y de poca competencia con el cultivo. Las coberturas amortiguan el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y forman una superficie rugosa que disminuye la velocidad del agua de escorrentía.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA: relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada y el agua que corre; diferencia entre el agua caída y el agua filtrada.

CONURBACIÓN: conjunto de varios núcleos urbanos inicialmente independientes y contiguos por sus márgenes, que al crecer acaban formando una unidad funcional.

CULTIVOS ASOCIADOS: es un sistema de producción donde se mezclan varios cultivos alrededor de otro, para este caso el cultivo del café. Los más comunes son el plátano, los frutales, el maíz y el frijol entre otros.

CULTIVOS TRANSITORIOS: son aquellos productos temporales que se entremezclan en el mismo sitio y se manejan de manera independiente.

CULTURIZACIÓN: acción y efecto de civilizar, incluir en una cultura.

CURVAS A NIVEL: son curvas a través de la pendiente donde los puntos seleccionados quedan a igual altura. Se emplean en siembras de cultivos, construcción de canales y establecimiento de barreras vivas. Para trazar las curvas a nivel se utiliza el caballete. La siembra en contorno consiste en disponer las hileras de siembra y verificar todas las labores de cultivo en forma transversal a la pendiente, en curvas de nivel o líneas de contorno. Cada hilera de plantas constituye un obstáculo que se opone al paso del agua de escorrentía, la cual disminuye su velocidad y capacidad de arrastre.

DEFORESTACIÓN: dicese de la acción de despojar un terreno de plantas forestales y su capa vegetativa.

DEGRADACIÓN: transformación de una sustancia compleja en otra de estructura más sencilla.

DESERTIZACIÓN: transformación en desierto amplias extensiones de tierras fértiles.

ECOTOPO: es un espacio vital delimitado en el que reinan unas condiciones ambientales similares.

ECOTOPO CAFETERO: es una región agroecológica delimitada geográficamente, teniendo en cuenta condiciones predominantes de clima, suelo y relieve donde se obtiene una respuesta biológica similar del cultivo del café; por tanto, debería tener un sistema específico de uso y manejo.

EDÁFICO: perteneciente o relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a las plantas.

ERODABILIDAD: la facilidad de desprendimiento de las partículas y materiales que conforman un suelo, dependiendo de las fuerzas cohesivas que las mantengan unidas. Viene de la erosión. El factor erodabilidad del suelo (K), representa el grado de resistencia natural que ofrece el suelo, al actuar los otros factores erosivos.

EROSIVIDAD: se define como una propiedad específica de las lluvias la cual puede ser evaluada cuantitativamente, como la capacidad potencial de las lluvias para producir erosión en circunstancias dadas.

EROSIÓN: el proceso físico que consiste en el desprendimiento, arrastre y depósito de los materiales de las partículas del suelo por la acción del viento, agua y procesos geológicos. Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.

ESCARPADO: que tiene escarpa o gran pendiente.

ESCORRENTÍA: la parte de la precipitación que no se infiltra directamente en el suelo y que corre por el mismo como efecto de las pendientes. Agua sobrante de las lluvias que no alcanza a penetrar en el suelo, se escurre por la superficie en los terrenos pendientes, concentrándose en cauces naturales hasta llegar a las quebradas y los ríos.

EXTERNALIDAD: se produce siempre que una persona o empresa realice una actividad que afecta al bienestar de otros que no participan en la misma, sin pagar ni recibir compensación por ello.

FACTORES DE PRODUCCIÓN: se denomina al trabajo, la tierra y el capital; son los recursos necesarios para producir bienes y servicios.

GLOBALIZACIÓN: tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales.

HERBICIDA: producto químico que destruye plantas herbáceas o impide su desarrollo. Un herbicida es un producto capaz de alterar la fisiología de las plantas durante un período suficientemente largo como para impedir su desarrollo normal o causar su muerte.

IMPACTO AMBIENTAL: efectos positivos o negativos que las acciones humanas producen en el medio natural.

MATERIA ORGÁNICA: comprende las moléculas naturales y artificiales, que contienen carbón e hidrógeno. Toda la materia viva presente en el agua, es de moléculas orgánicas.

MATERIAL PARENTAL: se refiere a los diferentes materiales rocosos y minerales que darán origen al suelo.

MOVIMIENTO MASAL: desplazamiento hacia abajo de un volumen apreciable de terreno, bajo influencia de la gravedad sola (desprendimiento) o combinada con la humedad (solifluxión). Puede ser flujo rápido (derrumbes) o lento (reptación).

OFERTA AMBIENTAL: condiciones de suelo y clima que una región ofrece.

OFF-SITE: Efecto en otro sitio o espacio diferente al evaluado (On-site).

PLANIFICACIÓN AMBIENTAL: es el proceso mediante el cual se definen los procedimientos a seguir en un proyecto cuyo objetivo principal es preservar el medio ambiente.

PRECIO HEDÓNICO: el precio de un bien es la suma de los precios de sus características o atributos, permite descomponer las alteraciones de precios en variaciones puras del precio (manteniendo la calidad constante) y en modificaciones en la calidad del bien o servicio analizado.

PRECIPITACIÓN: agua procedente de la atmósfera, y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra.

PULPA: es la cáscara del grano de café formada por el exocarpio (epidermis) y parte del mesocarpio. En el beneficio ecológico la pulpa es uno de los subproductos y se deposita en fosas para su descomposición y posterior utilización en el cultivo.

RECURSO FITOGENÉTICO: material genético que tiene valor económico y es utilizado como recurso.

SIEMBRAS EN CONTORNO: es la disposición de las hileras de cultivo a través de la pendiente, siguiendo las curvas de nivel. Así, cada surco o hilera de plantas forma un obstáculo donde choca el agua de escorrentía.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN: variables técnicas, económicas, culturales y de conservación que las personas o comunidades juzgan válidas para su sostenibilidad. Arreglo de componentes físicos, biológicos o un conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una entidad o un todo.

SUSTANCIAS BIOCIDAS: sustancias activas y preparados que contienen una o más sustancias activas, presentados en la forma en que son suministrados al usuario, destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer el control sobre cualquier microorganismo nocivo por medios químicos o biológicos.

TRINCHO: pequeño dique transversal que se construye en una quebrada o arroyo para provocar sedimentación aguas arriba o cortar la pendiente. Los trinchos vivos son estructuras totalmente vivas construidas únicamente para disminuir la energía del agua de escorrentía y conducir a la estabilización del fondo del cauce y la base de los taludes laterales de los drenajes naturales.

VALORACIÓN CONTINGENTE: es un método directo o hipotético que permite obtener estimaciones del efecto de determinadas acciones sobre el nivel de bienestar de los individuos. El método se basa en la construcción de un mercado hipotético en el que normalmente los individuos deben expresar su máxima disposición a pagar (disposición para invertir – DPI) por llevar a cabo una determinada política o actuación.

ANEXO 1
Formulario encuesta de valoración contingente de la erosión de suelos

VALORACIÓN CONTINGENTE DE LA EROSIÓN DEL SUELO

Fecha _____

I. Información socioeconómica

1. Departamento _____
2. Municipio _____
3. Finca _____ 4. Altitud _____ metros
5. Vereda _____
6. Promedio de precipitación en la finca _____ mm.año⁻¹
7. Nombre del Caficultor/encuestado _____

Nota: El Encuestado debe ser el encargado de tomar las decisiones de manejo en la finca

8. Función del encuestado en la finca: Propietario Administrador/Mayordomo
9. Género del encuestado: Masculino Femenino
10. Edad del encuestado _____ (años)
11. Educación _____ (último año de educación formal cursado)
12. Experiencia como caficultor _____ (años)
13. Cuánto tiempo lleva trabajando en esta finca _____ (años)
14. Tipo de tenencia de tierra:
Propietario Poseedor Arrendatario Aparcero
Medianero Otro

II. Información sobre el uso de la tierra

15. Área total de la finca _____ (ha)
16. Área en café _____ (ha)
17. Área en otros cultivos _____ (ha)

18. Cuándo fue la última vez que sembró café _____ (fecha: mes-año)

19. Variedades de café que tiene sembradas en la finca

Colombia Caturra Típica Borbón
Tabi Otra Variedad Cuál? _____

20. Del área sembrada en café, cuántas hectáreas tiene en cada variedad

Colombia _____ (ha)
Caturra _____ (ha)
Típica _____ (ha)
Borbón _____ (ha)
Tabi _____ (ha)
Otras variedades _____ (ha) Áreas de protección _____ (ha)

Nota: El total del área sembrada por variedades, debe coincidir con el área en café de la finca y con las variedades mencionadas

21. Pendiente de la finca:

Casi plano (0 – 3%) Ligeramente inclinado (3 – 7%)
Inclinado (7 – 12%) Fuertemente inclinado (12 – 25%)
Fuertemente quebrado (25 – 50%) Escarpado (50 – 75%)
Muy escarpado (Mayor 75%)

22. Clase de pendientes:

Cortas (Menor a 50 metros) Medias (Entre 50 y 150 metros)
Largas (Entre 150 y 300 metros) Muy largas (Mayor a 300 metros)

23. Promedio de la pendiente de la finca: _____ (%)

III. Aspectos relacionados con los sistemas de producción

24. Promedio ponderado de la densidad de siembra de la finca: _____ (árboles.ha⁻¹)

25. Promedio ponderado de la edad de los cafetales: _____ (años)

26. Tipo de crecimiento de los árboles de café: Libre crecimiento . Descopado

27. Luminosidad prevalente en la finca:

Libre exposición Sombra Semisombra

28. En promedio, qué cantidad de fertilizante por hectárea.año⁻¹, aplicó el último año en los cafetales en producción: _____ (kg fertilizante.ha⁻¹)

Nota para el encuestador: Si el caficultor conoce la dosis en gramos por árbol, convertirla a kg.ha⁻¹

29. Tipo de caficultura de la finca: Tradicional Tecnificada Intermedia

30. Producción de la finca, durante el año 2005: _____ arrobas de café pergamino seco

31. Tiene cultivos asociados al café: Sí . (pasa a la 32) No (pasa a la 33)

32. Qué cultivos asociados al café? _____

33. Tiene cultivos transitorios Sí (pasa a la 34) No (pasa a la 35)

34. Qué cultivos transitorios:

Maíz Tomate Fríjol Otro Cuál? _____

IV. Valoración del suelo y Prácticas sostenibles

35. Usted sabe qué es la erosión de los suelos: Sí (pasa a la 36) No (pasa a la 37)

36. A través de quién:

Servicio de Extensión Umata

Cenicafé Libros

Otro agricultor Otro

Cuál? _____

37. Para usted qué es la erosión de los suelos? _____

Nota para el encuestador: Favor dar claridad al caficultor sobre qué es la erosión del suelo

38. Cómo calificaría la gravedad de la erosión: _____ (Indique el número según escala)

(5- Muy Grave 4- Grave 3- Normal 2-Leve 1- Insignificante)

39. Qué signos de erosión ha observado en su finca:

Arrastre de suelos Calvas Zonas improductivas

Formación de surcos por aguas Otro(s)

Cuál(es)? _____

40. Califique la intensidad de la erosión que tiene en sus suelos:

Muy severa Severa Moderada

Ligera Sin erosión

41. A qué causa le atribuye la erosión de los suelos:

Lluvia Sequía Manejo inadecuado del suelo

Faltan prácticas de conservación Falta de información

Otra(s) Cuál(es)? _____

42. Ha pensado en cambiar el uso de la tierra, o de algunos lotes de su finca para evitar la erosión? Sí (pasa a la 43) No (pasa a la 44)

43. A qué actividad?

Ganadería Forestal Área de bosque

Otro(s) cultivo(s) Cuál(es) _____

44. Para usted la erosión de los suelos, qué grado de importancia tiene en su finca:

Muy Importante Importante Normal Insignificante

45. Cuánto estaría dispuesto para invertir en evitar o controlar la erosión de los suelos en su finca: \$ _____ (ha.año⁻¹)

46. Considera usted que las pérdidas económicas a causa de la erosión son:

Altas Medias Bajas Insignificantes

47. Cuál es el valor estimado (comercial) de la finca _____ (pesos)

48. Realiza manejo integrado de arvenses

Sí No Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

Nota para el encuestador: Se debe tener claro y dar claridad al cañicultor sobre qué es el Manejo Integrado de Arvenses

49. Qué otro método usa en su lugar:

Herbicida Manual-mecánico Combina métodos

50. Utiliza barreras vivas:

Sí No Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

51. Realiza las siembras a través de la pendiente:

Sí No Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

52. Emplea coberturas nobles en su finca:

Sí No Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

53. Traza sus cultivos de acuerdo con curvas de nivel:

Sí No Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

54. Utiliza trinchos para reducir la energía del agua de escorrentía

Sí No Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

55. Realiza algún tipo de quema:

Sí (Pasa a la pregunta 56) No (Pasa a la pregunta 57)

Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

56. Qué tipo de quema: Controlada Generalizada

57. Tipo de sombrío utilizado: _____

58. Utiliza herbicidas en la finca para el control de Arvenses:

Sí (Pasa a la pregunta 59) No (Pasa a la pregunta 60)

Si la respuesta es NO, cuál es la razón? _____

59. Con qué lo aplica:

Bomba Selector de Arvenses Combinación de ambos

60. Cuáles son las herramientas utilizadas frecuentemente para la intervención de suelos:

Azadón Machete Pala Guadañadora

Otra(s) Cuál(es) _____

61. Qué otras prácticas de conservación de suelos realiza: _____

62. Qué uso le da a la Pulpa: _____

ANEXO 2

Categorías asignadas a algunas variables continuas clasificadas por su importancia para determinar la valoración asignada por el caficultor a la erosión del suelo

Variable	Categoría ¹⁷	
ALTITUD	1	Altitud menor a 1300 (Baja)
	2	Altitud entre 1300 y 1700 (Media u optima)
	3	Altitud mayor a 1700 (Alta)
PRECIPI	1	Precipitación menor a 1500 (problema de distribución de lluvias)
	2	Precipitación entre 1500 y 2800 (problema de deficiencia hídrica)
	3	Precipitación mayor a 2800 (problema de exceso de agua)
EDAD	1	Edad menor o igual a 35 años
	2	Edad Mayor a 35 y hasta 50 años
	3	Edad mayor a 50 años
EDUC	1	Primaria incompleta
	2	Primaria completa en adelante
EXPERIEN	1	Menor o igual a 8 años
	2	Mayor a 8 hasta 20 años
	3	Mayor de 20 años
TFINCA	1	Menor o igual a 8 años
	2	Mayor a 8 hasta 20 años
	3	Mayor de 20 años
HATOTAL	1	De 0 a 5 ha (Pequeño)
	2	De 5 a 10 ha (Mediano)
	3	>10 ha (Grande)
ACAF	1	Hasta 5 hectáreas en café
	2	Mayor a 5 ha y menor o igual a 10 ha
	3	Mayor a 10 hectáreas
PORCAF	1	De 0% al 30%
	2	Más del 30% hasta 60%
	3	Más del 60%

¹⁷ De acuerdo con Asesoría de los investigadores de Cenicafé especializados según el tema o con trabajos de investigación realizados en la Disciplina de Economía de Cenicafé.

AREAOTRO	1	No tiene área en otros cultivos
	2	Si tiene área en otros cultivos
RENOVA	1	>= 01/01/2006
	2	01/01/2000 - 31/12/2005
	3	<= 31/12/1999
PENDPROM	1	Del 0% hasta el 33%
	2	Más del 33% hasta el 66%
	3	Más del 66%
DENSIDAD	1	Menor a 4500 árboles.ha ⁻¹
	2	De 4500 hasta 7500
	3	Más de 7500
EDADCAFE	1	Menor de 4 años
	2	De 4 años hasta 7 años
	3	Mayor de 7 años
FERTILIZ	1	Menos de 800 kg
	2	Mayor o igual a 800
PRODCAFE	1	Menor a 80 baja producción
	2	Entre 80 y 130 producción media
	3	Mayor a 130 alta producción
DPI	1	Menos de \$408.000 (1 SMMLV de 2006)
	2	Mayor o igual a \$408.000 (1 SMMLV de 2006)

ANEXO 3

Tabla de frecuencias entre la gravedad de la erosión con el tipo de caficultura

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 15

The FREQ Procedure

Table of erograv by cafic

erograv(erograv)	cafic(cafic)			Total
	1,	2,	3,	
Frequency,				
Percent ,				
Row Pct ,				
Col Pct ,				
1,	0,	28,	7,	35
	0.00,	12.28,	3.07,	15.35
	0.00,	80.00,	20.00,	
	0.00,	18.18,	10.45,	
2,	2,	25,	9,	36
	0.88,	10.96,	3.95,	15.79
	5.56,	69.44,	25.00,	
	28.57,	16.23,	13.43,	
3,	0,	27,	8,	35
	0.00,	11.84,	3.51,	15.35
	0.00,	77.14,	22.86,	
	0.00,	17.53,	11.94,	
4,	4,	37,	16,	57
	1.75,	16.23,	7.02,	25.00
	7.02,	64.91,	28.07,	
	57.14,	24.03,	23.88,	
5,	1,	37,	27,	65
	0.44,	16.23,	11.84,	28.51
	1.54,	56.92,	41.54,	
	14.29,	24.03,	40.30,	
Total	7	154	67	228
	3.07	67.54	29.39	100.00

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 16

The FREQ Procedure

Statistics for Table of erograv by cafic

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	8	13.8005	0.0871
Likelihood Ratio Chi-Square	8	14.9515	0.0601
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	3.9499	0.0469
Phi Coefficient		0.2460	
Contingency Coefficient		0.2389	
Cramer's V		0.1740	

WARNING: 33% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Sample Size = 228

ANEXO 4

Tabla de frecuencias de la intensidad de la erosión frente al tipo de caficultura

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 35

The FREQ Procedure

Table of intero by cafic

intero(interero)	cafic(cafic)			Total
	1,	2,	3,	
Frequency,				
Percent ,				
Row Pct ,				
Col Pct ,				
1,	0,	2,	4,	6
, 0.00 ,	0.88 ,	1.77 ,	2.65	
, 0.00 ,	33.33 ,	66.67 ,		
, 0.00 ,	1.32 ,	5.97 ,		
2,	2,	11,	9,	22
, 0.88 ,	4.87 ,	3.98 ,	9.73	
, 9.09 ,	50.00 ,	40.91 ,		
, 28.57 ,	7.24 ,	13.43 ,		
3,	1,	61,	12,	74
, 0.44 ,	26.99 ,	5.31 ,	32.74	
, 1.35 ,	82.43 ,	16.22 ,		
, 14.29 ,	40.13 ,	17.91 ,		
4,	4,	50,	26,	80
, 1.77 ,	22.12 ,	11.50 ,	35.40	
, 5.00 ,	62.50 ,	32.50 ,		
, 57.14 ,	32.89 ,	38.81 ,		
5,	0,	28,	16,	44
, 0.00 ,	12.39 ,	7.08 ,	19.47	
, 0.00 ,	63.64 ,	36.36 ,		
, 0.00 ,	18.42 ,	23.88 ,		
Total	7	152	67	226
	3.10	67.26	29.65	100.00

Frequency Missing = 2

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 36

The FREQ Procedure

Statistics for Table of intero by cafic

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	8	19.7598	0.0113
Likelihood Ratio Chi-Square	8	20.6526	0.0081
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.2042	0.6513
Phi Coefficient		0.2957	
Contingency Coefficient		0.2836	
Cramer's V		0.2091	

WARNING: 47% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.
 Effective Sample Size = 226
 Frequency Missing = 2

ANEXO 5

Tabla de frecuencias de la intensidad de la erosión frente a quemas

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 47

The FREQ Procedure

Table of intero by quema

intero(intero)	quema(quema)		Total
Frequency,			
Percent ,			
Row Pct ,			
Col Pct ,	1,	2,	Total
1	6	0	6
	2.65	0.00	2.65
	100.00	0.00	
	3.03	0.00	
2	16	6	22
	7.08	2.65	9.73
	72.73	27.27	
	8.08	21.43	
3	62	12	74
	27.43	5.31	32.74
	83.78	16.22	
	31.31	42.86	
4	73	7	80
	32.30	3.10	35.40
	91.25	8.75	
	36.87	25.00	
5	41	3	44
	18.14	1.33	19.47
	93.18	6.82	
	20.71	10.71	
Total	198	28	226
	87.61	12.39	100.00

Frequency Missing = 2

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 48

The FREQ Procedure

Statistics for Table of intero by quema

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	4	8.5710	0.0728
Likelihood Ratio Chi-Square	4	8.5650	0.0729
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	3.7997	0.0513
Phi Coefficient		0.1947	
Contingency Coefficient		0.1912	
Cramer's V		0.1947	

Effective Sample Size = 226

Frequency Missing = 2

ANEXO 6

Tabla de frecuencias importancia de la erosión frente a siembras a través de la pendiente

Table of impero by SIEPEN

impero(impero)	SIEPEN(SIEPEN)		Total
Frequency,			
Percent ,			
Row Pct ,			
Col Pct ,	1,	2,	
1	11	112	123
	4.85	49.34	54.19
	8.94	91.06	
	68.75	53.08	
2	5	32	37
	2.20	14.10	16.30
	13.51	86.49	
	31.25	15.17	
3	0	38	38
	0.00	16.74	16.74
	0.00	100.00	
	0.00	18.01	
4	0	29	29
	0.00	12.78	12.78
	0.00	100.00	
	0.00	13.74	
Total	16	211	227
	7.05	92.95	100.00

The SAS System Frequency Missing = 1
 18:38 Wednesday, January 5, 2000 58

The FREQ Procedure

Statistics for Table of impero by SIEPEN

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	3	8.1149	0.0437
Likelihood Ratio Chi-Square	3	12.3140	0.0064
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	4.5931	0.0321
Phi Coefficient		0.1891	
Contingency Coefficient		0.1858	
Cramer's V		0.1891	

WARNING: 38% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Effective Sample Size = 227
 Frequency Missing = 1

ANEXO 7

Tabla de frecuencias importancia de la erosión frente a trinchos

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 59

The FREQ Procedure

Table of impero by trin

impero(impero)	trin(trin)		Total
Frequency,			
Percent			
Row Pct			
Col Pct	1,	2,	
1	79	44	123
	34.80	19.38	54.19
	64.23	35.77	
	53.74	55.00	
2	17	20	37
	7.49	8.81	16.30
	45.95	54.05	
	11.56	25.00	
3	27	11	38
	11.89	4.85	16.74
	71.05	28.95	
	18.37	13.75	
4	24	5	29
	10.57	2.20	12.78
	82.76	17.24	
	16.33	6.25	
Total	147	80	227
	64.76	35.24	100.00

Frequency Missing = 1

Statistics for Table of impero by trin

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	3	10.5297	0.0146
Likelihood Ratio Chi-Square	3	10.7607	0.0131
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	2.8973	0.0887
Phi Coefficient		0.2154	
Contingency Coefficient		0.2105	
Cramer's V		0.2154	

Effective Sample Size = 227

Frequency Missing = 1

ANEXO 8

Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas frente al área en café

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 75

The FREQ Procedure

Table of perdero by acaf

perdero(perdero)	acaf(acaf)			Total
Frequency,	1,	2,	3,	
Percent ,				
Row Pct ,				
Col Pct ,				
1	59	14	12	85
	26.11	6.19	5.31	37.61
	69.41	16.47	14.12	
	41.26	33.33	29.27	
2	28	4	7	39
	12.39	1.77	3.10	17.26
	71.79	10.26	17.95	
	19.58	9.52	17.07	
3	23	15	13	51
	10.18	6.64	5.75	22.57
	45.10	29.41	25.49	
	16.08	35.71	31.71	
4	33	9	9	51
	14.60	3.98	3.98	22.57
	64.71	17.65	17.65	
	23.08	21.43	21.95	
Total	143	42	41	226
	63.27	18.58	18.14	100.00

Frequency Missing = 2

Statistics for Table of perdero by acaf

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	6	10.8185	0.0942
Likelihood Ratio Chi-Square	6	10.7800	0.0954
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	1.9788	0.1595
Phi Coefficient		0.2188	
Contingency Coefficient		0.2137	
Cramer's V		0.1547	

Effective Sample Size = 226

Frequency Missing = 2

ANEXO 9

Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas frente al porcentaje de participación del área en café en la finca

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 76

The FREQ Procedure

Table of perdero by porcaf

perdero(perdero)	porcaf(porcaf)			Total
Frequency,	1,	2,	3,	
Percent ,				
Row Pct ,				
Col Pct ,				
1	8	75		85
	0.88	3.54	33.19	37.61
	2.35	9.41	88.24	
	15.38	19.05	43.86	
2	11	25		39
	1.33	4.87	11.06	17.26
	7.69	28.21	64.10	
	23.08	26.19	14.62	
3	12	36		51
	1.33	5.31	15.93	22.57
	5.88	23.53	70.59	
	23.08	28.57	21.05	
4	11	35		51
	2.21	4.87	15.49	22.57
	9.80	21.57	68.63	
	38.46	26.19	20.47	
Total	13	42	171	226
	5.75	18.58	75.66	100.00

Frequency Missing = 2

Statistics for Table of perdero by porcaf

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	6	13.0976	0.0415
Likelihood Ratio Chi-Square	6	13.8003	0.0319
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	7.2620	0.0070
Phi Coefficient		0.2407	
Contingency Coefficient		0.2340	
Cramer's V		0.1702	

WARNING: 33% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Effective Sample Size = 226
Frequency Missing = 2

ANEXO 10

Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas con relación al tipo de cafcultura

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 79

The FREQ Procedure

Table of perdero by cafcic

perdero(perdero)	cafcic(cafcic)			Total
Frequency,	1,	2,	3,	
Percent ,				
Row Pct ,				
Col Pct ,				
1	49	34		85
	0.88	21.68	15.04	37.61
	2.35	57.65	40.00	
	33.33	32.03	50.75	
2	24	14		39
	0.44	10.62	6.19	17.26
	2.56	61.54	35.90	
	16.67	15.69	20.90	
3	44	6		51
	0.44	19.47	2.65	22.57
	1.96	86.27	11.76	
	16.67	28.76	8.96	
4	36	13		51
	0.88	15.93	5.75	22.57
	3.92	70.59	25.49	
	33.33	23.53	19.40	
Total	6	153	67	226
	2.65	67.70	29.65	100.00

Frequency Missing = 2

Statistics for Table of perdero by cafcic

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	6	13.9662	0.0300
Likelihood Ratio Chi-Square	6	15.1251	0.0193
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	6.7930	0.0092
Phi Coefficient		0.2486	
Contingency Coefficient		0.2412	
Cramer's V		0.1758	

WARNING: 33% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Effective Sample Size = 226
Frequency Missing = 2

ANEXO 11

Tabla de frecuencias para las pérdidas económicas con trinchos

Table of perdero by trin

perdero(perdero)	trin(trin)		Total
Frequency,			
Percent ,			
Row Pct ,			
Col Pct ,	1,	2,	
1	47	38	85
	20.80	16.81	37.61
	55.29	44.71	
	31.97	48.10	
2	25	14	39
	11.06	6.19	17.26
	64.10	35.90	
	17.01	17.72	
3	34	17	51
	15.04	7.52	22.57
	66.67	33.33	
	23.13	21.52	
4	41	10	51
	18.14	4.42	22.57
	80.39	19.61	
	27.89	12.66	
Total	147	79	226
	65.04	34.96	100.00

The SAS System Frequency Missing = 2
 18:38 Wednesday, January 5, 2000 85

The FREQ Procedure

Statistics for Table of perdero by trin

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	3	8.9119	0.0305
Likelihood Ratio Chi-Square	3	9.3151	0.0254
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	8.4076	0.0037
Phi Coefficient		0.1986	
Contingency Coefficient		0.1948	
Cramer's V		0.1986	

Effective Sample Size = 226
 Frequency Missing = 2

ANEXO 12

Tabla de frecuencias para la DPI frente al porcentaje de participación del área en café en la finca

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 63

The FREQ Procedure

Table of DPI by porcaf

DPI(DPI)	porcaf(porcaf)			Total
Frequency,				
Percent ,				
Row Pct ,				
Col Pct ,	1,	2,	3,	Total
1	7	13	36	56
	3.07	5.70	15.79	24.56
	12.50	23.21	64.29	
	53.85	30.95	20.81	
2	6	29	137	172
	2.63	12.72	60.09	75.44
	3.49	16.86	79.65	
	46.15	69.05	79.19	
Total	13	42	173	228
	5.70	18.42	75.88	100.00

Statistics for Table of DPI by porcaf

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	2	8.2573	0.0161
Likelihood Ratio Chi-Square	2	7.3361	0.0255
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	7.7302	0.0054
Phi Coefficient		0.1903	
Contingency Coefficient		0.1870	
Cramer's V		0.1903	

Sample Size = 228

ANEXO 13

Tabla de frecuencias para la DPI frente a siembras a través de la pendiente

The SAS System 18:38 Wednesday, January 5, 2000 70

The FREQ Procedure

Table of DPI by SIEPEN

DPI(DPI)	SIEPEN(SIEPEN)		Total
Frequency,			
Percent ,			
Row Pct ,			
Col Pct ,	1,	2,	
<i>^^</i>			
1,	1,	55,	56
	0.44,	24.12,	24.56
	1.79,	98.21,	
	6.25,	25.94,	
<i>^^</i>			
2,	15,	157,	172
	6.58,	68.86,	75.44
	8.72,	91.28,	
	93.75,	74.06,	
<i>^^</i>			
Total	16	212	228
	7.02	92.98	100.00

Statistics for Table of DPI by SIEPEN

Statistic	DF	Value	Prob
<i>^^</i>			
Chi-Square	1	3.1140	0.0776
Likelihood Ratio Chi-Square	1	3.9980	0.0456
Continuity Adj. Chi-Square	1	2.1418	0.1433
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	3.1003	0.0783
Phi Coefficient		-0.1169	
Contingency Coefficient		0.1161	
Cramer's V		-0.1169	

WARNING: 25% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Fisher's Exact Test

<i>^^</i>	
Cell (1,1) Frequency (F)	1
Left-sided Pr <= F	0.0616
Right-sided Pr >= F	0.9908
Table Probability (P)	0.0524
Two-sided Pr <= P	0.1276

Sample Size = 228