



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 05 julio de 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad, Neiva

El suscrito:

GILDARDO GOMEZ ORTIZ, con C.C. No. 1.083'884.290, autor del informe de pasantía titulado ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD CAFETERA PRESENTE EN LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA EL PITAL, MUNICIPIO DE PITALITO HUILA, COLOMBIA, CON INFORMACIÓN REGISTRADA EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CAFETERA presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola; Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD – ROM o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Gildardo Gomez Ortiz

Firma:

Vigilada Mineducación



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:**

Elaboración de un diagnóstico de la actividad cafetera presente en la microcuenca hidrográfica de la quebrada el Pital, municipio de Pitalito Huila, Colombia, con información registrada en el sistema de información cafetera.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Gómez Ortiz	Gildardo

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodríguez	Edinson

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodríguez	Edinson

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Agrícola

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Ingeniería Agrícola

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2017

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 85

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_  
Litografías\_\_\_ Mapas  Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadro

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: Ninguno



MATERIAL ANEXO: Ninguno

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria): Ninguno

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

Español

Inglés

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Cuenca hidrográfica             | Hydrographic basin             |
| 2. Quebrada El Pital               | El Pital stream                |
| 3. Sistema de Información Cafetera | Coffee Information System      |
| 4. Diagnóstico de la caficultura   | Diagnosis of coffee production |
| 5. Municipio de Pitalito           | Municipality of Pitalito       |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Se realizó un estudio en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital, la cual está ubicada detrás de las instalaciones de la Universidad Surcolombiana sede Pitalito, en el que se tuvo como objetivo general la realización de un diagnóstico de la actividad cafetera presente en la microcuenca con ayuda de la información registrada en el Sistema de Información Cafetera – SICA, perteneciente a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

La metodología utilizada para estructurar el documento contempla dos fases con sus respectivos métodos, la caracterización de la microcuenca y el diagnóstico de la caficultura presente en ella, las cuales sintetizan la adquisición, recolección, análisis y procesamiento de la información necesaria para el estudio. Parte de la información fue obtenida por medio de solicitudes a la Federación Nacional de Cafeteros, la demás fue adquirida mediante revisión bibliográfica, visitas a la zona de estudio, análisis de estaciones meteorológicas y elaboración de mapas.

Se logró identificar que: el 47.56 % (626.49 ha) del área total de la microcuenca hidrográfica está destinada a la caficultura; la variedad más cultivada es la Caturra (265.35 ha); el sistema de producción más incidente es a libre exposición solar (555.1 ha); y el 65.2 % (268 fincas) de la cantidad de fincas presentes presentan áreas sembradas en café menores a 1.5 ha. De esta manera, se hizo posible elaborar por primera vez un diagnóstico de la actividad cafetera en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital



del municipio de Pitalito.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

A study was carried out in the hydrographic micro-basin of the El Pital stream, which is located behind the facilities of the Universidad Surcolombiana, Pitalito, where the general objective was to carry out a diagnosis of the coffee activity present in the micro watershed. With the help of the information registered in the Coffee Information System - SICA, belonging to the National Federation of Coffee Growers of Colombia.

The methodology used to structure the document contemplates two phases with their respective methods, the characterization of the micro watershed and the diagnosis of the coffee culture present in it, which synthesize the acquisition, collection, analysis and processing of the information necessary for the study. Some of the information was obtained by means of applications to the National Federation of Coffee Growers, the rest was acquired through bibliographic review, visits to the study area, analysis of meteorological stations and mapping.

It was possible to identify that 47.56 % (626.49 ha) of the total area of the hydrographic basin is destined for coffee cultivation, that the most cultivated variety is the Caturra (265.35 ha), that the most incident production system (555.1 ha) and that 65.2 % (268 farms) of the number of farms present have areas planted in coffee less than 1.5 ha. In this way, it was possible to develop for the first time a diagnosis of coffee activity in the hydrographic microbasin of the El Pital stream in the municipality of Pitalito.

**APROBACIÓN DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: Edinson Mujica Rodríguez

Firma:   
Firma del Director

Nombre Jurado: Néstor Enrique Cerquera Peña

Firma:   
Firma del Jurado

Nombre Jurado: Nelson Gutiérrez Guzmán

Vigilada mieducación



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS**

**DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO**



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-07**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**4 de 4**

Firma:



Firma del Jurado

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD CAFETERA  
PRESENTE EN LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA EL  
PITAL, MUNICIPIO DE PITALITO HUILA, COLOMBIA, CON INFORMACIÓN  
REGISTRADA EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CAFETERA**

**GILDARDO GÓMEZ ORTIZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
PITALITO, HUILA**

**2017**

**ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD CAFETERA  
PRESENTE EN LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA EL  
PITAL, MUNICIPIO DE PITALITO HUILA, COLOMBIA, CON INFORMACIÓN  
REGISTRADA EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CAFETERA**

**GILDARDO GÓMEZ ORTIZ**

**Proyecto de Grado presentado a la Facultad de Ingeniería como requisito parcial para  
optar al Título de Ingeniero Agrícola**

**Director**

**EDINSON MUJICA RODRÍGUEZ**

**Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería Ambiental.**

**Magister en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PITALITO, HUILA**

**2017**

**ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD CAFETERA  
PRESENTE EN LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA EL  
PITAL, MUNICIPIO DE PITALITO HUILA, COLOMBIA, CON INFORMACIÓN  
REGISTRADA EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CAFETERA**

**GILDARDO GÓMEZ ORTIZ**

**Empresa**

**Federación Nacional de Cafeteros (FNC)**

**Tutor de la Empresa**

**EVER MELENDES PUENTES**

**Ingeniero Agrónomo.**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PITALITO, HUILA**

**2017**



Nota de aceptación.

Nota aprobatoria con reconocimiento a un buen trabajo.

---



---

Firma del Director

**EDINSON MUJICA RODRÍGUEZ**

Magister en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua



---

Firma del Jurado

**NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA**

Magister en Ingeniería Agrícola y  
Dirección Universitaria



---

Firma del Jurado

**NELSON GUTIÉRREZ GUZMÁN**

Dr., en Tecnología de alimentos

## Tabla de contenido

Resumen.....	10
Summary.....	11
1. Introducción .....	14
2. Objetivos .....	17
2.1 General.....	17
2.2 Específicos .....	17
3. Revisión de Literatura .....	18
3.1 Marco Teórico Conceptual .....	18
3.1.1 Cuenca Hidrográfica.....	18
3.1.1.1 Parámetros Morfométricos.....	18
3.1.2 Federación Nacional de Cafeteros (FNC).....	19
3.1.3 El Cafeto.....	19
3.1.3.1 Origen, distribución y características generales.....	19
3.1.3.2 Requerimiento Agroclimáticos.....	20
3.1.3.3 Variedades de Café.....	20
• <i>Caturra</i> .....	21
• <i>Hibrido de Timor</i> .....	21
• <i>Típica</i> .....	22
• <i>Mundo Novo</i> .....	22
• <i>Borbón</i> .....	22
• <i>San Bernardo</i> .....	23
• <i>San Ramón</i> .....	23
• <i>Geisha</i> .....	23
3.1.4 Roya.....	24
3.1.5 Cenicafé.....	24
3.1.5.1 Mejoramiento Genético.....	25
3.1.5.2 Variedades producidas en Cenicafé.....	26
• <i>Variedad Colombia</i> .....	26
• <i>Variedad Castillo®</i> .....	26
• <i>Variedad Tabi</i> .....	27
3.1.6 Sistemas de Producción.....	27
3.1.6.1 Sistema de producción a libre exposición solar.....	28
3.1.6.2 Sistema de producción bajo sombra.....	28
3.1.6.3 Sistemas de producción bajo semi-sombra.....	29

3.1.7	Sistema de Información Cafetera (SICA).....	29
3.1.8	Servicio de extensión.....	30
3.1.9	Softwares SIG.....	31
•	ArcGIS.....	31
•	Global Mapper.....	31
3.1.10	Microcuenca hidrográfica El Pital.....	32
3.1.10.1	Geología.....	32
3.1.10.2	Geomorfología.....	33
3.1.10.3	Zonas de vida.....	33
3.1.10.4	Usos y usuarios del agua.....	35
3.1.10.5	Usos del suelo y producción agropecuaria.....	35
4.	Metodología.....	37
4.1	Zona de Estudio.....	37
4.2	Sujetos y unidades de estudio.....	37
4.3	Tipo de investigación.....	37
4.4	Instrumentos y materiales.....	37
4.5	Procedimiento.....	38
4.5.1	Fase 1. Caracterización de la Microcuenca.....	38
4.5.1.1	Ubicación, Delimitación y Zonificación.....	38
4.5.1.2	Parámetros Morfométricos.....	39
•	Factor de forma ( <i>Ff</i> ).....	40
•	Coeficiente de compacidad ( <i>Kc</i> ).....	40
•	Índice de Alargamiento ( <i>Ia</i> ).....	41
•	Altitud Media y Mediana Altitud.....	42
•	Pendiente media ( <i>S</i> ).....	43
4.5.1.3	Parámetros climáticos.....	43
4.5.2	Fase 2. Diagnóstico de la caficultura.....	44
5.	Resultados y discusión.....	45
5.1	Caracterización de la microcuenca.....	45
5.1.1	Ubicación, Delimitación y Zonificación.....	45
5.1.2	Uso actual, uso potencial y conflicto de uso de suelos.....	46
5.1.2.1	Uso actual.....	46
5.1.2.2	Uso potencial.....	47
5.1.2.3	Conflicto de uso de suelos.....	48
5.1.3	Producción agropecuaria.....	49
5.1.4	Flora, fauna y recursos del paisaje.....	50

5.1.5	Características socioeconómicas. ....	53
5.1.6	Infraestructura productiva y servicios públicos. ....	53
5.1.7	Acueductos, sistemas de alcantarillado y gestión de residuos sólidos. ....	54
5.1.8	Servicio de energía eléctrica y gas domiciliario. ....	55
5.1.9	Vivienda.....	55
5.1.10	Organización comunitaria y presencia del Estado.....	56
5.1.11	Base económica predominante. ....	56
5.1.12	Impactos ambientales sobre los ecosistemas, recursos naturales y la comunidad.....	57
5.1.13	Parámetros Morfométricos. ....	57
5.1.13.1	Factor de forma (Ff).....	58
5.1.13.2	Índice de Gravelius (Kc).....	58
5.1.13.3	Índice de Alargamiento (Ia).....	58
5.1.13.4	Altitud Media y Mediana Altitud.....	58
5.1.13.5	Pendiente (S).....	59
5.1.14	Parámetros climáticos.....	59
5.1.14.1	Temperatura.....	60
5.1.14.2	Humedad relativa.....	60
5.1.14.3	Brillo solar.....	61
5.1.14.4	Precipitación.....	61
5.1.14.5	Evapotranspiración de referencia $ET_0$ .....	62
5.1.14.6	Balance hídrico.....	63
5.2	Diagnóstico de la actividad cafetera.....	63
5.2.1	Área cafetera en la Microcuenca Hidrográfica.....	65
5.2.2	Variedades cultivadas en la Microcuenca Hidrográfica.....	66
5.2.2.1	Variedad Caturra.....	67
5.2.2.2	Variedad Castillo.....	68
5.2.2.3	Variedad Colombia.....	69
5.2.3	Sistemas de producción.....	70
5.2.3.1	Sistema de producción a libre exposición solar.....	71
5.2.3.2	Sistema de producción bajo sombra.....	72
5.2.3.3	Sistemas de producción bajo semi-sombra.....	74
5.2.4	Tipos de caficultores.....	76
6.	Conclusiones.....	79
7.	Recomendaciones.....	80

Literatura citada.....	81
Anexos.....	85
Anexo A. Ubicación de la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital en el Huila.....	85

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de los sistemas de producción de café según el efecto de regulación de la luz.....	28
Tabla 2. Método empleado para el cálculo de los parámetros morfométricos de la microcuenca en estudio.....	39
Tabla 3. Forma de la cuenca en función al factor de forma.....	40
Tabla 4. Índice de Gravelius para la evaluación de la forma.....	41
Tabla 5. Índice de alargamiento.....	41
Tabla 6. Fauna silvestre presente en la microcuenca.....	51
Tabla 7. Vegetación nativa presente en la microcuenca.....	52
Tabla 8. Especies agroforestales presentes en la microcuenca.....	53
Tabla 9. Características morfométricas de la microcuenca.....	57
Tabla 10. Datos de elevación y área para generar la curva hipsométrica.....	59
Tabla 11. Clasificación de los lotes según la variedad cultivada y sistema de producción en relación al tipo de productor.....	78

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los ríos de acuerdo a la curva Hipsométrica.....	43
Figura 2. Panorámica de la Microcuenca Hidrográfica de la quebrada El Pital.....	45
Figura 3. Mapa, Delimitación y zonificación altitudinal de la microcuenca.....	46
Figura 4. Distintos usos de suelos en la parte media de la microcuenca.....	47
Figura 5. Procesos de deforestación y mal uso del suelo en la parte alta de la microcuenca a causa de la expansión de la frontera agrícola.....	49
Figura 6. Sistemas de captación y almacenamiento de agua presentes en la microcuenca.....	54
Figura 7. Viviendas características de la microcuenca.....	55
Figura 8. Curva Hipsométrica de la microcuenca quebrada El Pital.....	59
Figura 9. Valores medios mensuales multianuales de temperatura desde 1971 hasta 2015....	60
Figura 10. Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa desde 1971 hasta 2015.....	60
Figura 11. Valores medios mensuales multianuales de Brillo Solar desde 1971 hasta 2015...61	61
Figura 12. Precipitación media mensual multianual desde 1971 hasta 2015.....	61
Figura 13. Evapotranspiración de referencia $ET_0$ media mensual multianual desde 1971 hasta 2015.....	62
Figura 14. Balance Hídrico (1971-2015).....	63
Figura 15. Fotografía de cafetal tecnificado en la microcuenca.....	64
Figura 16. Distribución del área cafetera en la microcuenca.....	65
Figura 17. Mapa de distribución de lotes cafeteros en la microcuenca.....	66
Figura 18. Distribución de las variedades en la microcuenca y cada una de sus zonas.....	67

Figura 19. Mapa de distribución de los lotes cafeteros cultivados en Variedad Caturra en la microcuena hidrográfica.....	68
Figura 20. Mapa de distribución de los lotes cafeteros cultivados en Variedad Castillo en la microcuena hidrográfica.....	69
Figura 21. Mapa de distribución de los lotes cafeteros cultivados en Variedad Colombia en la microcuena hidrográfica.....	69
Figura 22. Distintos sistemas de producción de café por incidencia de luz presentes en la microcuena hidrográfica.....	70
Figura 23. Sistema de producción de café a libre exposición solar presente en la microcuena hidrográfica.....	71
Figura 24. Mapa de distribución de los lotes cafeteros cultivados bajo sistema de producción a libre exposición solar en la microcuena hidrográfica.....	72
Figura 25. Sistema de producción de café bajo sombra presente en la microcuena hidrográfica.....	73
Figura 26. Mapa de distribución de los lotes cafeteros cultivados bajo sistema de producción con sombra en la microcuena hidrográfica.....	74
Figura 27. Sistema de producción de café bajo semi-sombra presente en la microcuena hidrográfica.....	75
Figura 28. Mapa de distribución de los lotes cafeteros cultivados bajo sistema de producción con semi-sombra en la microcuena hidrográfica.....	76
Figura 29. Mapa de distribución de la fincas según el área de producción.....	77



## Resumen

Se realizó un estudio en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital, la cual está ubicada detrás de las instalaciones de la Universidad Surcolombiana sede Pitalito, en el que se tuvo como objetivo general la realización de un diagnóstico de la actividad cafetera presente en la microcuenca con ayuda de la información registrada en el Sistema de Información Cafetera – SICA, perteneciente a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

La metodología utilizada para estructurar el documento contempla dos fases con sus respectivos métodos, la caracterización de la microcuenca y el diagnóstico de la caficultura presente en ella, las cuales sintetizan la adquisición, recolección, análisis y procesamiento de la información necesaria para el estudio. Parte de la información fue obtenida por medio de solicitudes a la Federación Nacional de Cafeteros, la demás fue adquirida mediante revisión bibliográfica, visitas a la zona de estudio, análisis de estaciones meteorológicas y elaboración de mapas.

Se logró identificar que: el 47.56 % (626.49 ha) del área total de la microcuenca hidrográfica está destinada a la caficultura; la variedad más cultivada es la Caturra (265.35 ha); el sistema de producción más incidente es a libre exposición solar (555.1 ha); y el 65.2 % (268 fincas) de la cantidad de fincas presentes presentan áreas sembradas en café menores a 1.5 ha. De esta manera, se hizo posible elaborar por primera vez un diagnóstico de la actividad cafetera en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital del municipio de Pitalito.

*Palabras claves: Cuenca hidrográfica, Quebrada El Pital, Diagnóstico de la caficultura, Sistema de Información Cafetera (SICA), Municipio de Pitalito.*

## Summary

A study was carried out in the hydrographic micro-basin of the El Pital stream, which is located behind the facilities of the Universidad Surcolombiana, Pitalito, where the general objective was to carry out a diagnosis of the coffee activity present in the micro watershed. With the help of the information registered in the Coffee Information System - SICA, belonging to the National Federation of Coffee Growers of Colombia.

The methodology used to structure the document contemplates two phases with their respective methods, the characterization of the micro watershed and the diagnosis of the coffee culture present in it, which synthesize the acquisition, collection, analysis and processing of the information necessary for the study. Some of the information was obtained by means of applications to the National Federation of Coffee Growers, the rest was acquired through bibliographic review, visits to the study area, analysis of meteorological stations and mapping.

It was possible to identify that 47.56 % (626.49 ha) of the total area of the hydrographic basin is destined for coffee cultivation, that the most cultivated variety is the Caturra (265.35 ha), that the most incident production system (555.1 ha) and that 65.2 % (268 farms) of the number of farms present have areas planted in coffee less than 1.5 ha. In this way, it was possible to develop for the first time a diagnosis of coffee activity in the hydrographic microbasin of the El Pital stream in the municipality of Pitalito.

*Key words: Hydrographic basin, El Pital stream, Diagnosis of coffee production, Coffee Information System (SICA), Municipality of Pitalito.*

## 1. Introducción

Todas las variedades de café cultivadas en Colombia pertenecen a una sola especie cuyo nombre científico es *Coffea arabica* (café arábigo) (Herrera, Cortina, & Moncada, 2012). Inicialmente la caficultura colombiana estuvo fundamentada en la variedad Típica cultivada a la sombra, y sobre ella se desarrolló hasta mediados de la década de 1960, momento en el cual apareció la variedad Caturra, la cual más que una nueva variedad fue una opción de cambio en el sistema de producción, basado en una variedad de porte bajo, cultivable al sol y apoyada en el uso de fertilizantes químicos (Saldías, 2013); ambas variedades son pertenecientes a la especie *Coffea arabica*, de excelente comportamiento agronómico pero susceptibles al hongo causante de la roya del cafeto, *Hemileia vastatrix* (Rivillas, Cristancho, Serna, & Gaitan, 2011).

Para el cultivo del café como para cualquier otro, las limitaciones bióticas (Plagas y enfermedades) y abióticas (Sequías, inundaciones, deficiencias nutricionales, entre otras) no solo determinan las zonas aptas para la producción sino que ocasionan un aumento de los costos de producción, al requerirse medidas de manejo y control para evitar o al menos mitigar sus efectos. Una de las mayores limitantes bióticas es la enfermedad de la roya del cafeto, la cual puede disminuir la producción hasta en un 23% en el acumulado de cuatro cosechas, en ausencia de control. Aunque la aplicación de fungicidas puede ser efectiva cuando se aplica en el momento y de la manera adecuada, factores como las altas pendientes de la zona cafetera y las altas precipitaciones limitan su eficiencia. Adicionalmente, y no menos importante, es el problema de contaminación ambiental derivado de la aplicación, a veces indiscriminada, de este tipo de sustancias químicas (Molina, Herrera, Moncada, Acuña, & Cortina, 2013). Por ello, las variedades de café estudiadas y mejoradas genéticamente han sido la base del desarrollo de los sistemas de producción de un volumen de café creciente a través de los años (Cadena, 2007).

Ante la aparición de la Roya en Brasil, en 1970, y aprovechando el recurso genético de la resistencia presente en el Híbrido de Timor, Cenicafé inició el desarrollo de la variedad Colombia, la cual se entregó a los caficultores en 1982 y se mejoró continuamente hasta el año 2005. A partir de entonces, con la incorporación de nuevos derivados del cruzamiento del Híbrido de Timor, Cenicafé liberó la Variedad Castillo®, en la que se incorporaron atributos genéticos de resistencia a la roya, tamaño de grano, calidad y productividad, en relación con la variedad Caturra (Rivillas *et al.*, 2011).

El uso de resistencia genética permite al caficultor obtener cosechas en presencia de la enfermedad, a menores costos y sin que la producción ni la calidad del producto se afecten de manera significativa. En ese contexto, la adopción de variedades resistentes es la alternativa de control más efectiva, económica y ambientalmente segura. La Disciplina de mejoramiento de Cenicafé ha tenido como objetivo principal la obtención de variedades mejoradas, en las cuales se busca combinar atributos agronómicos como: Resistencia a las enfermedades y plagas más limitantes, presentes o potenciales; calidad de grano (Tipo y tamaño), calidad de la bebida, alta producción y amplia adaptación a las condiciones agroecológicas del área cafetera del país (Molina *et al.*, 2013).

En el presente trabajo se tuvo como objetivo principal realizar un diagnóstico de la actividad cafetera presente en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital con ayuda de la información registrada en el Sistema de Información Cafetera (SICA), sistema en el que la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia registra las características y distribución de los lotes cafeteros del país. Para ello se determinó el área cafetera presente en la microcuenca, se identificó la distribución de las variedades de café presentes y el tipo de sistema de producción utilizado en su cultivo; además se categorizó las fincas cafeteras con respecto al área de producción según los estatutos de la Federación Nacional de Cafeteros. Adicional a ello se

realizó una caracterización biofísica y socioeconómica del área de estudio; para lo cual fue necesario recurrir al plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Guarapas, hacer reconocimiento en campo e interactuar continuamente con la comunidad.

El proceso metodológico se realizó en dos fases: la caracterización de la microcuenca y la realización del diagnóstico de la caficultura presente en ella. El desarrollo de la primera fase se realizó mediante reconocimiento en campo, interacción con la población, creación de cartografía específica de la zona, procesamiento de datos climatológicos y consulta de material académico y cartográfico del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La segunda fase se realizó mediante la obtención, análisis y procesamiento de la información contenida en el sistema de información cafetera (SICA), fue procesada mediante el uso de software especializado como Global Mapper 17 (versión de prueba) y ArcGIS 10.3 (licenciado por la Federación Nacional de Cafeteros), el cual se utilizó para generar los mapas base y de distribución de las variedades, sistema de cultivo de los lotes cafeteros presentes en el área de estudio.

## **2. Objetivos**

### **2.1 General**

Realizar un diagnóstico de la actividad cafetera presente en la microcuenca hidrográfica de la quebrada el Pital con ayuda de la información registrada en el Sistema de Información Cafetera (SICA).

### **2.2 Específicos**

- Realizar la caracterización biofísica y socioeconómica de la microcuenca.
- Determinar el área cafetera y su distribución en la microcuenca.
- Identificar las variedades cultivadas y cuál de ellas es la más representativa en la microcuenca y en cada una de sus zonas.
- Identificar los sistemas de producción y su distribución en la microcuenca.
- Cuantificar y categorizar las fincas cafeteras con respecto al área de producción.

### **3. Revisión de Literatura**

#### **3.1 Marco Teórico Conceptual**

##### **3.1.1 Cuenca Hidrográfica.**

Según el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2014) se entiende por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores (World Vision, 2004). Según Cuervo, Gómez, Olarte, Vargas, Mosquera y Dunoyer (2008) una Macrocuena posee un área superior a 300.000 hectáreas, una Subcuenca entre 30.000 y 300.000 hectáreas y una Microcuenca menos de 30.000 hectáreas.

##### **3.1.1.1 Parámetros Morfométricos.**

Para Hernández (2015) la Morfometría es la forma de una cuenca siendo la configuración geométrica proyectada en el plano horizontal que influye en la tasa en la que se suministra el agua al cauce principal durante su recorrido inicial hasta su desembocadura, es decir que la forma se relaciona con el comportamiento hidrológico de la cuenca

### **3.1.2 Federación Nacional de Cafeteros (FNC).**

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia es una institución de carácter gremial, integrada por los productores de café del país que acrediten dicha condición con la cédula cafetera y cumplan las formalidades que determinen el Congreso Nacional de Cafeteros, el Comité Directivo y los presentes Estatutos; tiene por objeto orientar, organizar, fomentar y regular la caficultura colombiana procurando el bienestar del caficultor a través de mecanismos de colaboración, participación y fomento de carácter económico, científico, tecnológico, industrial y comercial, buscando mantener el carácter de capital social estratégico de la caficultura colombiana (Federación Nacional de Cafeteros (FNC), 2010). Para tal fin, la federación nacional de cafeteros estableció los siguientes niveles gremiales; congreso cafetero, comité nacional de cafeteros, comité directivo, comité departamental, comité municipal y cafeteros cedulados (FNC, 2016).

### **3.1.3 El Cafeto.**

Pulgarín (2007) afirma que el cafeto es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza hasta 20 - 25 años dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo. En el mismo texto argumenta que a libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en ramas de un año de edad, continúa su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 y 8 años de edad, además dice que planta puede seguir su actividad por muchos años pero con niveles de productividad bajos.

#### **3.1.3.1 Origen, distribución y características generales.**

Cortina & Herrera (2013) afirman que el café pertenece a la gran familia de las Rubiáceas, compuesta por 500 géneros y más de 6.000 especies, la mayoría de origen tropical y con amplia distribución geográfica. De todos los géneros que constituyen las Rubiáceas, el



género *Coffea* es el de mayor importancia económica. De las 103 especies descritas en el género *Coffea*, 41 son originarias del África continental, donde se distribuyen a lo largo de la zona tropical húmeda. Aproximadamente 59 se encuentran silvestres en la isla de Madagascar, mientras que al menos tres, son originarias de las islas Mascarenas, particularmente de Mauricius y las Islas de la Reunión.

Los mismos autores aseguran que el café es una plantas que tienen un porte que va desde pequeños arbustos hasta árboles de tamaño considerable, que su madera es dura y densa, sus inflorescencias son pareadas, sus flores hermafroditas, de corolas blancas o ligeramente rosadas y que su fruto se clasifica como una drupa indehiscente, formado por dos semillas.

### **3.1.3.2 Requerimiento Agroclimáticos.**

Farfan (2016) afirma que para un adecuado desarrollo, la planta de café requiere estar establecida en una franja altitudinal entre 1000 a 2000 msnm, en zonas con radiación solar de brillo solar anual entre 1500 y 1800 h (137 h/mes), con temperaturas medias de 19,0 a 21,5 °C, y precipitación anual de 1800 a 2000 mm y que además de ello el consumo de agua de la planta de café está próximo a los 120 mm por mes. También considera que en las regiones cafeteras de Colombia la evapotranspiración diaria está entre 3 y 4 mm/día y que por lo tanto un periodo seco de 30 a 40 días consecutivos afectaría la producción del grano.

### **3.1.3.3 Variedades de Café.**

A continuación se presentan algunas variedades de *Coffea arabica* que han sido ampliamente cultivadas en Colombia y el mundo.

- *Caturra.*

Según el Instituto del Café de Costa Rica (2011) la variedad fue encontrada en Minas Gerais, Brasil, posiblemente originada como una mutación de un gene dominante del café Bourbon. Esta variedad se caracteriza por ser de porte bajo, tiene entrenudos cortos, tronco grueso y poco ramificado, y ramas laterales abundantes, cortas, con ramificación secundaria, lo que da a la planta un aspecto vigoroso y compacto; todo ello que hace que esta variedad tenga una amplia adaptabilidad a las condiciones medioambientales, particularmente en cuanto a altitud y el potencial productivo es muy sobresaliente, ya que a pesar de su tamaño pequeño la cualidad de presentar entrenudos muy cortos y ramificación secundaria abundante, posibilita su alta productividad.

Para Molina *et al.*, (2013) se destaca por el porte bajo de sus plantas, crecimiento compacto, alta productividad y por tener una buena calidad en taza. Los autores afirman que fue introducida a Colombia en 1952 y que se difundió a partir de 1970 y que fue con esta variedad con la que se inició el cultivo intensivo en Colombia: libre exposición solar, altas densidades y uso de fertilizantes. Los autores agregan que por sus excelentes características ha sido el progenitor en diferentes cruzamientos para el desarrollo de variedades, especialmente con el Híbrido de Timor, para obtener variedades con resistencia a la roya como Colombia, Castillo y algunos componentes de la variedad Tabi, trabajo que ha sido desarrollado por el Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé).

- *Híbrido de Timor.*

Para Moreno y Alvarado (2000) esta variedad es una población heterogénea de cafetos multiplicada a través de semillas recolectadas inicialmente en una sola planta, descubierta en la Isla de Timor en la década de 1940 - 1950 dentro de una plantación de *C. arabica*. La misma

fuentes afirman que se ha propuesto que el Híbrido de Timor se formó a partir de un cruzamiento natural entre las especies *C. arabica* y *C. canephora* y que los argumentos a favor de esta hipótesis son la presencia en la región de estas dos especies y las características de la planta. Original y de sus descendientes, que reúnen atributos de las dos especies.

- *Típica.*

Es una variedad de entrenudos largos que le dan un porte alto, el ángulo de las ramas es abierto (67°), los frutos pueden ser rojos o amarillos, el brote es bronce y es susceptible a la roya. Su grano es de los de mayor tamaño dentro de las variedades cultivadas (63% a 72% de café supremo), y la calidad en taza excelente. Es la variedad más difundida en el mundo (Molina *et al.*, 2013).

- *Mundo Novo.*

Para Molina *et al.*, (2013) es la variedad de *C. arabica* más cultivada y productiva en el Brasil. Los autores afirman que se originó probablemente de un cruzamiento entre el Nacional “Sumatra” (Típica) y Borbón. El mismo cruzamiento dio origen al Híbrido del Salvador (Salvador), al híbrido Tico (Costa Rica), y a la Variedad Garnica (México). Esta variedad presenta órganos con características similares al Típica pero más vigorosos y hojas de mayor tamaño.

- *Borbón.*

Según Molina *et al.*, (2013) esta variedad es originaria de la Isla de la Reunión (Antes Borbón), de unas pocas semillas provenientes del Yemen y fue introducida a América Latina por los franceses, a Colombia llegó en 1928. Es de porte alto, el ángulo de las ramas (58°) es más estrecho que en Típica, el brote es verde, el fruto es rojo o amarillo, el grano es pequeño (50% a 42% de café supremo) y su calidad en taza es similar a la de Típica. Por su

productividad, reemplazó en una alta proporción a la variedad Típica en América Central, el Caribe y Brasil.

- *San Bernardo.*

El café San Bernardo es originario de Guatemala, donde se conoce con el nombre de Pache. Su porte reducido y entrenudos cortos están controlados por un gen dominante (Sb), consecuencia de una mutación en la variedad Típica. Sus hojas, flores y frutos son similares a los de la variedad Típica. En promedio, produce un 80% de semillas de tamaño grande (Diámetro mayor de 17/64 de pulgada) (Molina *et al.*, 2013).

- *San Ramón.*

Es una variedad de *C. arabica*, originaria de la región de San Ramón, en Costa Rica. Se caracteriza por el porte pequeño de sus arbustos, el crecimiento lento y por tener tamaño reducido. Sus hojas son anchas y elípticas, un poco onduladas en su lámina y generalmente asimétricas, el fruto es pequeño y el rendimiento bajo. En general, las plantas son poco uniformes en tamaño (Molina *et al.*, 2013).

- *Geisha.*

Dentro del mercado de cafés especiales de alta calidad, la variedad Geisha, sembrada en Panamá, ha adquirido gran reputación en los últimos años, especialmente en el mercado japonés. Esta variedad es bastante variable, predominan los tipos de planta abierta, con ramas primarias largas y caídas, proliferación de crecimiento secundario, hojas estrechas y brote bronce. Esta variedad es resistente a la roya del cafeto y ha sido utilizada en cruzamientos que buscaban transferir la resistencia a la roya de las variedades comerciales (Molina *et al.*, 2013).

### **3.1.4 Roya del cafeto.**

La roya de la hoja del cafeto es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix* específico del café, razón por la cual se clasifica dentro de los parásitos obligados. Este hongo apareció por primera vez en 1861 en la región centro–oriental de África, muy cerca de zona considerada como el centro de origen de la especie *Coffea arabica* (Molina *et al.*, 2013). Esta enfermedad afecta las hojas y causa defoliación del árbol, lo cual reduce el crecimiento e indirectamente, afecta la capacidad de producción de cerezas. Para Alvarado (2011) la magnitud de su daño depende de las condiciones ambientales, de la edad de la planta, el estado de desarrollo de los frutos, la respuesta del genotipo y de la severidad de la epidemia.

Esta enfermedad se reportó por primera vez en Colombia en el año 1983, en el departamento de Caldas, y desde entonces se diseminó rápidamente por todos los demás departamentos cafeteros del país. En la actualidad es la principal enfermedad que ataca al cultivo, y en Colombia es responsable de pérdidas hasta del 30% en variedades susceptibles de la especie *Coffea arabica*, si no se efectúa control (Rivillas *et al.*, 2012).

Para Molina *et al.*, (2013) el progreso de la enfermedad depende de la ocurrencia simultánea de cuatro factores principales: a) Una planta susceptible (Hospedante); b) Una raza de roya compatible (Agente causal); c) Un clima favorable; y d) Unas prácticas agronómicas deficientes.

### **3.1.5 Cenicafé.**

En 1938, la Federación Nacional de Cafeteros creó el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, con el objeto de estudiar los aspectos relacionados con la producción en las fincas, la cosecha, el beneficio, la calidad del grano, el manejo y la utilización de los subproductos de la explotación cafetera, y la conservación de los recursos naturales de

la zona cafetera colombiana. El desafío de Cenicafé siempre ha sido el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción de café en Colombia, en términos de sostenibilidad económica, ambiental y social. El Centro de investigación cuenta con investigadores capacitados en las disciplinas que constituyen las áreas más importantes del conocimiento, para abordar la problemática cafetera. Cenicafé se encuentra localizada en Chinchiná, en el departamento de Caldas, y posee ocho estaciones experimentales que reúnen las condiciones ambientales representativas de la mayoría de las fincas cafeteras del país (Cenicafé, 2017).

### **3.1.5.1 Mejoramiento Genético**

Para Cortina *et al.*, (2005) la formulación del programa de mejoramiento genético tendiente a la obtención de variedades con resistencia a la roya del cafeto, que se inició en 1968, permitió a Cenicafé en una primera etapa, entregar a los caficultores colombianos variedades con resistencia a la enfermedad y con atributos agronómicos similares a los de las variedades tradicionales utilizadas en Colombia, destacadas por su productividad y calidad.

En el desarrollo de estas variedades con resistencia a la roya del cafeto, Cenicafé adoptó la diversidad genética como la vía más indicada para asegurar estabilidad y duración de la resistencia a la enfermedad. La estrategia se fundamenta en la “teoría unificada de la protección genética de los cultivos contra las enfermedades”. Según esta teoría, en las poblaciones naturales se da un “equilibrio armónico” que mantiene estables las poblaciones tanto de hospedantes como de patógenos, evitando la aparición de epidemias severas (Molina *et al.*, 2013). La misma fuente plantea que el método de mejoramiento genético para la obtención de las variedades Colombia y Castillo® consistió en cruzar dos plantas que se complementan en sus características agronómicas y que a partir de este cruzamiento se inició la selección sistemática de las mejores plantas, con las que se continúa la selección durante cinco generaciones, realizando en ellas una evaluación rigurosa por atributos agronómicos y

resistencia a la roya. Las variedades utilizadas en este procedimiento fueron la variedad Caturra, susceptible a la enfermedad, con una variedad altamente resistente al ataque de la roya, el Híbrido de Timor, que actúa como progenitor donante de la resistencia.

### **3.1.5.2 Variedades producidas en Cenicafé.**

A continuación se describen las características de las variedades mejoradas que han sido producidas por Cenicafé, y que son la base de la caficultura actual. Su uso ha permitido que los Caficultores Colombianos puedan afrontar oportunamente y de manera amigable con el ambiente, la principal enfermedad del café como lo es la roya del cafeto.

- *Variedad Colombia.*

Es la primera variedad compuesta liberada por Cenicafé. Se obtuvo a partir del cruzamiento de Caturra por el Híbrido de Timor, y se entregó a los caficultores en 1980, 3 años antes de la llegada de la roya al país. Permite su siembra tanto en zonas donde la roya del cafeto reduce la producción, como en aquellas donde la enfermedad no tiene mayor incidencia. La semilla de esta variedad se distribuyó por la Federación Nacional de Cafeteros a los caficultores hasta el año 2005, cuando fue reemplazada por la Variedad Castillo® (Molina *et al.*, 2013).

- *Variedad Castillo®.*

Castillo® es una variedad compuesta, de porte bajo, ligeramente mayor que Caturra, de ramas largas, hojas grandes, vigorosa, de grano grande, excelente calidad en taza, producción superior a la de Caturra, resistente a la roya del cafeto y adaptada a la zona cafetera de Colombia (Farfán & Sacher, 2016); según los autores citados Cenicafé la liberó en 2005 con adaptación general y resistencia durable a la roya del cafeto, esta variedad es un cruzamiento de Caturra x Híbrido de Timor, que después de sucesivas generaciones de selección de las mejores líneas o componentes, fueron propagados y su semilla se mezcló para su obtención.

Las evaluaciones regionales de los componentes de la Variedad Castillo® general permitieron la selección de las progenies más productivas en cada sitio, las cuales conformaron las variedades regionales, para ser usadas en las áreas de influencia de los sitios de selección. Las variedades regionales derivadas de la Variedad Castillo® son: Castillo Naranjal, Castillo Paraguaicito, Castillo El Rosario, Castillo Pueblo Bello, Castillo Santa Bárbara, Castillo La Trinidad, Castillo El Tambo (Molina *et al.*, 2013).

- *Variedad Tabi.*

Esta variedad es una variedad compuesta resistente a la roya, proveniente de la selección de progenies de los cruzamientos entre las variedades Típica y Borbón y el Híbrido de Timor, de porte alto. Dependiendo del ambiente, las plantas pueden alcanzar a los 24 meses de edad una altura entre 2,0 y 2,4 m y entre 1,9 y 2,1 m de ancho. Sus brotes son de color verde y bronce, y frutos de color rojo (Molina *et al.*, 2013).

### **3.1.6 Sistemas de Producción.**

En Colombia se cultiva el café bajo diferentes sistemas de manejo; en el extremo más tradicional se encuentran plantaciones de variedad Típica con bajas densidades de siembra y sombrío denso, y en el más tecnificado, aquellas que se establecen con variedades Colombia, Caturra y Variedad Castillo® en altas densidades y a plena exposición solar. Entre éstos se halla una considerable gama de sistemas intermedios con rendimientos contrastantes (Sadeghian, 2009). De toda la gama que se puede hallar, la Federación Nacional de Cafeteros reconoce tres tipos de sistemas de producción, sol, sombra y semisombra. Las modalidades de cafetales bajo estos tres sistemas de producción dependen del efecto de regulación de la luz incidente, proveniente de especies arbóreas permanentes y/o arbustivas semipermanentes



establecidas en los lotes. La tabla 1 muestra la clasificación de estos sistemas según la densidad de estas especies por hectárea.

*Tabla 1.* Clasificación de los sistemas de producción de café según el efecto de regulación de la luz

Sistemas de Producción	Especie arbórea/ha	Especie arbustiva/ha
<b>Libre exposición solar</b>	< 20	< 300
<b>Sombra</b>	> 50	> 750
<b>Semisombra</b>	20 - 50	300 - 750

Fuente: (Federación Nacional de Cafeteros, 2011).

### **3.1.6.1 Sistema de producción a libre exposición solar.**

Para Ramírez (2013) el concepto de cafetales al sol aplica para los sistemas de producción de café sin árboles forestales o agroforestales asociados con su cultivo, mientras que para Sadeghian (2009) se define como aquel en el cual el efecto de regulación de la luz incidente proviene de cualquier especie arbórea permanente, inferior a 20 árboles por hectárea y/o inferior de 300 especies arbustivas semipermanentes.

### **3.1.6.2 Sistema de producción bajo sombra.**

El uso de sombrero, el cual fue común en Colombia hasta finales de la década de los 70 del siglo pasado, puede traer como ventajas la regulación de las temperaturas extremas durante el día, la disminución de la evapotranspiración, la conservación de los suelos, la aminoración del efecto de los vientos fuertes, del granizo y de la sequía, así como el reciclaje de nutrientes (Sadeghian, 2009). En un sistema agroforestal cafetero el conjunto de prácticas de manejo del cultivo en el que se combinan especies arbóreas en asocio con el café tiene como objetivo el manejo y la conservación del suelo y el agua, y el aumento y mantenimiento de la producción (Farfán, 2013).

Valencia (2013) afirma que se debe establecer café con árboles si el relieve es fuertemente quebrado, con pendientes fuertes, suelos susceptibles a la erosión, suelos poco profundos y suelos poco estructurados, con bajos contenidos de materia orgánica y baja fertilidad natural, con el fin de ayudar a su recuperación y evitar su deterioro.

### **3.1.6.3 Sistemas de producción bajo semi-sombra.**

Sadeghian (2009) concuerda con la información citada en la tabla 1 cuando define como lote cafetero con semisombra a aquel en el cual el efecto de regulación de la luz incidente proviene de cualquier especie arbórea superior a 20 e inferior a 50 árboles por hectárea, y/o cualquier especie arbustiva semipermanente con más de 300 y menos de 750 sitios por hectárea.

### **3.1.7 Sistema de Información Cafetera (SICA).**

Entre 1993 y 1997 se aplicó la “Encuesta Nacional Cafetera”, que dio origen al Sistema de Información Cafetera – SICA (Saldías, 2013). Sistema que para la Federación Nacional de Cafeteros (2015) es fundamental tener actualizado, para que permita conocer permanentemente como es la situación y evolución de la caficultura Colombiana y cuáles son sus características particulares en cuanto a Áreas, Variedades Sembradas, Edades, Densidades, Sistemas de producción bajo los cuales está establecida esa caficultura, así como la información general de los caficultores que la poseen.

El Sistema de Información Cafetera, es un sistema de información, conformado por una base de datos, dinámica y georreferenciada de cobertura nacional, a la que se accede a través de internet para: Actualizar, Consultar, Analizar, Modelar; Visualizar datos geo-espaciales de la información básica de productores, fincas y lotes cafeteros del país (Federación Nacional de Cafeteros, 2015).

La información contenida en SICA es levantada en campo por el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros, mediante el desarrollo del programa de procedimiento de actualización de información de las fincas cafeteras.

Esta información reposa en un potente servidor en las oficinas de la Federación de Cafeteros en Bogotá. El sistema se desarrolla en un ambiente web, que utiliza el software ArcGis Server y ArcGis Mobile, con los cuales el Servicio de Extensión realiza permanentemente el proceso de actualización de la información (Federación Nacional de Cafeteros, 2011). El uso de esta información está reglamentado en el formato FE-EX-D-0013 “Reglamento Sistema de Información Cafetera SICA”, el cual tiene como objetivo establecer los requisitos, deberes y responsabilidades relacionados con la operación, administración, registro y uso del SICA.

### **3.1.8 Servicio de extensión.**

El Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros trabaja bajo la definición de Extensión Rural de la FAO: “Un sistema o servicio que mediante procedimientos educativos ayuda a la población rural a mejorar los métodos y técnicas agrícolas, aumentar la productividad y los ingresos, mejorar su nivel de vida y elevar las normas educativas y sociales de la vida rural” (Saldias, 2013).

El objetivo del programa de procedimiento de actualización de información de las fincas cafeteras, desarrollado por el servicio de extensión es registrar en el Sistema de Información Cafetera SICA las novedades reportadas por los caficultores en lo relacionado con las labores de aplicación en sus cultivos de café, tales como nuevas siembras, eliminaciones, renovaciones por siembra, renovaciones por zoca y sus atributos: área, edad, variedad, densidad, y luminosidad (FNC y Jaramillo, 2015). Este procedimiento está contenido en el formato FE-EX-D-0001 y es denominado actualización de la estructura cafetera de la finca en SICA.

### 3.1.9 Softwares SIG.

El Centro de Empresarios de Andalucía – CEA (2010) entiende por Sistema de Información la conjunción de información con herramientas informáticas, es decir, con programas informáticos o software. Si el objeto concreto de un sistema de información (información + software) es la obtención de datos relacionados con el espacio físico, entonces estaremos hablando de un Sistema de Información Geográfica o SIG (GIS en su acrónimo inglés, *Geographic Information Systems*); así pues, para ellos un SIG es un software específico que permite a los usuarios crear, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos. El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo

- ArcGIS.

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. ArcGIS permite crear una amplia variedad de mapas, entre ellos, mapas Web accesibles en navegadores y dispositivos móviles, diseños de mapa impresos de gran formato, mapas incluidos en informes y presentaciones, libros de mapa, atlas, mapas integrados en aplicaciones, etc. Independientemente de cómo se publica, un mapa de ArcGIS es un mapa inteligente que muestra, integra y sintetiza completas capas de información geográfica y descriptiva de diversas fuentes (Esri, 2017).

- Global Mapper.

Según Geosoluciones (2016) Global Mapper es una potente y asequible aplicación que combina una gama completa de herramientas de tratamiento de datos espaciales con acceso a

una variedad sin precedentes de formatos de datos, la aplicación incluye la posibilidad de acceder directamente a varias fuentes en línea de imágenes, mapas topográficos, y los datos DEM, además, tiene la capacidad de acceder fácilmente a fuentes de datos que incorporan en el acceso a los datos de elevación e imágenes de color para el mundo entero.

### **3.1.10 Microcuenca hidrográfica El Pital.**

#### **3.1.10.1 Geología.**

La cuenca del río Guarapas se encuentra ubicada en el extremo meridional del Valle Superior del Magdalena, las estructuras geológicas cartografiadas en el área de la cuenca del río Guarapas, evidencian la actividad tectónica que ha dado la expresión actual del sistema montañoso de la zona.

En la cuenca del río Guarapas el conjunto de rocas que conforman la Formación Saldaña se encuentran a todo lo largo de la cuenca expuestas en las partes medias y bajas de ésta. La formación se encuentra constituida por piroclastitas, rocas sedimentarias y, en menor proporción, cuerpos porfiríticos hipoabisales; las rocas sedimentarias se encuentran representadas por pequeñas porciones dentro y corresponden principalmente a areniscas de color gris, con tamaño de grano fino a muy fino, sub elongados y con una buena selección.

El Depósito fluviolacustre de Pitalito ocupa el sector central de la cuenca del río Guarapas sobre la cual se encuentra el municipio de Pitalito especialmente en la cuencas de los ríos Guachicos y Guarapas la cual se encuentra afectada por la falla de Pitalito. La cuenca presenta una parte somera que corresponde al sector sur y occidental que va bajando en forma gradual hasta una profundidad entre 300 y 400 m y otro sector profundo al noreste, con una profundidad entre 1.000 y 1.200 m. Se presentan principalmente depósitos de material grueso (grava y arena) y material fino (arcillas y limos) (CAM, 2009).

### **3.1.10.2 Geomorfología.**

El relieve del área de la cuenca del río Guarapas es el resultado de la interacción de varios factores entre los que se destacan la composición litológica, los fenómenos tectónicos y climáticos y los fenómenos denudativos.

Geomorfológicamente el área muestra dos grandes unidades una zona de montaña de origen denudacional con relieve moderado hasta abrupto y patrón de disección de moderado alto y una zona de origen agradacional con relieve plano a casi plano de bajas pendientes.

La unidad geomorfológica denudacional montañosa ocupa las partes medias a bajas de los cerros y la conforman laderas de producto de la remoción y transporte y en algunos casos laderas en proceso de transporte con pendientes topográficas moderadas que están alrededor de los 15 grados hacen parte de esta. Los depósitos en forma de abanicos son unidades con un patrón de drenaje que se abre radialmente desde la parte superior o ápice, con una topografía plana a suavemente inclinada hacia la parte distal y que han sido formados al pie de un frente montañoso, por una corriente de agua que emerge de un terreno más alto, arrastrando gran cantidad de material principalmente en eventos de fuerte precipitación. En la cuenca del río Guarapas, se diferencian varios cuerpos de estas unidades ubicadas en cercanías al municipio de Pitalito y compuestos por los materiales que conforman estos abanicos en su gran mayoría son de rocas volcánicas sedimentarias de la Formación Saldaña (CAM, 2009).

### **3.1.10.3 Zonas de vida.**

La precipitación es uno de los factores climáticos más importantes, pues indica el sostenimiento de la cobertura vegetal y está directamente relacionado con el brillo solar, pues como resultado de la interacción de estos dos factores resulta la evapotranspiración. La

precipitación tiene un comportamiento bimodal, distribuidos en dos épocas de abundantes lluvias, y dos épocas de sequía.

En el área se ubican tres zonas de vida:

1. Bosque húmedo premontano (bh-PM): con altitudes que van entre los 1200 a 1500 metros, la temperatura oscila entre 18 y 24 °C y la precipitación anual varía entre 1000 y 2000 mm anuales. La vegetación nativa ha sido en gran parte desplazada por la ganadería extensiva y los cultivos de café, plátano, caña panelera y yuca, ocupa aproximadamente el 85% del territorio.
2. Bosque muy húmedo premontano (bmh-PM): se encuentra entre los 1500 hasta los 2000 metros de altitud, únicamente se presenta en la inspección de Bruselas en gran parte de la cabecera del río Guachicos, poseen temperaturas entre los 18 y 24°C y 2000 a 4000 mm de lluvia anuales, que localizan esta área dentro de la provincia de humedad perhúmedo.
3. Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB): localizada en el sur del municipio y ocupa aproximadamente el 5% del territorio, se localiza entre 1900 y 2900 m.s.n.m es el único lugar donde encontramos bosque primario con escasa alteración y una precipitación muy alta que va de 2000 a 4000 mm y la temperatura varía de 12 a 18°C, la vegetación típica posee todos los estratos de las selvas andinas y una gran diversidad biótica (CAM, 2007).

#### **3.1.10.4 Usos y usuarios del agua.**

Las fuentes que abastecen los acueductos veredales y familiares son la quebrada El Pital y la quebrada Santa Rita, que es el afluente más importante de la quebrada El Pital. El agua captada en estas fuentes hídricas es utilizada para consumo humano, solucionar problemas de déficit hídrico en los cultivos en épocas de verano, lavado de instalaciones pecuarias, alimentación animal, producción piscícola y beneficio del café.

#### **3.1.10.5 Usos del suelo y producción agropecuaria.**

Según CAM (2007), en el área de la microcuenca se presentan varios tipos de suelos. Los más predominantes son:

- Suelos Ácidos moderadamente profundos de fertilidad baja a moderada.
- Suelos Ácidos moderadamente profundos a superficiales mal drenados de baja fertilidad.
- Suelos Ácidos profundos a moderadamente profundos, moderada fertilidad ricos en materia orgánica.
- Suelos fuertemente ácidos, baja fertilidad bien a excesivamente drenados.
- Suelos Ácidos ricos en materia orgánica mal a pobremente drenados.
- Suelos Ácidos ricos en materia orgánica, moderada a baja fertilidad.

Los suelos presentes en clima medio y húmedo, son aptos para cultivos como el café con o sin sombrío, cítricos, frutales, tomate, hortalizas, pepino, arracacha, yuca, caña de azúcar y ganadería semi-intensiva, con pastos mejorados como elefante, imperial y leguminosas como guandú, ramio etc. Se debe implementar buenas prácticas de conservación y manejo, que incluya la rotación de cultivos.



Por otro lado, los suelos que se encuentran ubicados en el clima frío, son aptos para cultivos transitorios y perennes como papa, maíz, hortalizas y frutales. De igual manera se debe implementar buenas prácticas de conservación y manejo, que incluya la rotación de cultivos.

Algunas zonas, debido a sus limitaciones permanentes de pendiente, clima, suelo, relieve, erodabilidad y afloramiento de roca, son aptas únicamente para la conservación y la revegetalización.

## **4. Metodología.**

### **4.1 Zona de Estudio.**

La caracterización y el diagnóstico se realizó en la microcuenca hidrográfica de la quebrada el Pital, jurisdicción del municipio de Pitalito, departamento del Huila.

### **4.2 Sujetos y unidades de estudio.**

Los sujetos de estudio fueron las fincas cafeteras y los sistemas de cultivo. Mientras que las unidades de estudio fueron los lotes cafeteros.

### **4.3 Tipo de investigación.**

La investigación que se realizó es de tipo descriptiva, la cual consiste en la caracterización y diagnóstico de la caficultura presente en la microcuenca hidrográfica de la quebrada el Pital.

### **4.4 Instrumentos y materiales.**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron diferentes instrumentos y materiales, esenciales en la ejecución de cada una de las actividades que se realizaron en el proceso metodológico.

- Equipo de cómputo y GPS.
- Software cartográfico, ArcGIS 10.3 (licenciado por la FNC), Global Mapper 17 (versión de prueba) y Google Earth (software libre).
- Software para procesamiento de texto y cálculo, Word y Excel.
- Cartografía 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Fotografías aéreas y satelitales orto corregidas.

- Información climatológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).
- Base de datos del Sistema de Información Cafetera (SICA).
- Documentos académicos y científicos.

#### **4.5 Procedimiento.**

La caracterización de la microcuenca se realizó mediante reconocimiento en campo, interacción con sus habitantes, creación de cartografía específica de la zona, procesamiento de información climatológica, consulta de material académico y cartográfico del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Mientras que el diagnóstico de la caficultura en la microcuenca se hizo mediante georreferenciación y análisis de la información contenida en el sistema de información cafetera, perteneciente a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

##### **4.5.1 Fase 1. Caracterización de la Microcuenca.**

###### **4.5.1.1 Ubicación, Delimitación y Zonificación.**

La ubicación se realizó mediante recorrido en campo y consulta de cartografía a escala 1:25000 del IGAC y el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guarapas. Para la delimitación del área de estudio se utilizó diferentes softwares especializados en sistemas de información geográfica, ArcGIS 10.3, Global Mapper 17 y Google Earth. Este proceso se realizó mediante la inserción de un polígono de la zona de estudio proveniente de Google Earth en Global Mapper 17 para la obtención de las curvas de nivel cada 25 metros. Posteriormente se procedió a realizar el trazado de la divisoria de aguas, la red hídrica y la división de la microcuenca en zonas.

El sistema de coordenadas que se utilizó para la generación de los mapas fue MAGNA SIRGAS, proyección MAGNA Colombia Bogotá, debido a que es el sistema con el que la Federación Nacional de Cafeteros georreferencia las fincas y sus lotes en el Sistema de Información Cafetera.

Para efectos del presente estudio la microcuenca el Pital se dividió altitudinalmente en tres zonas, parte baja, media y alta (1275 m.s.n.m a 1350 m.s.n.m, 1350 a 1600 m.s.n.m y 1600 a 2075 m.s.n.m. respectivamente). Esta división se realizó, en base al cambio de pendiente que se observó durante las salidas de reconocimiento en campo.

#### 4.5.1.2 Parámetros Morfométricos.

Tabla 2. Método empleado para el cálculo de los parámetros morfométricos de la microcuenca en estudio

	<b>Características Morfométricas</b>	<b>Método Empleado</b>
	Área (A)	Software (ArcGIS 10.3)
	Perímetro (P)	Software (ArcGIS 10.3)
	Longitud axial (La)	Software (ArcGIS 10.3)
	Ancho máximo (Am)	Software (ArcGIS 10.3)
	Ancho Promedio (AP)	$AP = A / La$
	Factor de forma (Ff)	$Ff = AP / La$
<b>Forma</b>	Coficiente de Compacidad (Kc)	$Kc = P/2 (\pi * A)^{0,5}$
	Índice de alargamiento (ia)	$ia = La / Am$
	Índice de homogeneidad (ih)	$ih = A / La * Am$
<b>Elevación</b>	Altitud media (Em)	$Em = (\sum a * e) / A$ $a = \text{Área entre un par de curvas de nivel dada (Km}^2\text{)}$ $e = \text{Altitud media entre un par de curvas de nivel dada.}$
	Mediana Altitud (Ma)	Curva hipsométrica
	Pendiente media	$S=(Hmáx - Hmín) / La$

Fuente: Useche Valderrama & Sanchez Sanchez, 2002

Las características Morfométricas de una cuenca hidrográfica definen muchas de las propiedades hidrográficas de la misma. Para su determinación se requiere de información específica, como lo es, el área total, el perímetro, longitud axial, el ancho máximo la cuenca, la cual se obtuvo mediante el procesamiento de la información cartográfica generada en ArcGIS 10.3. A partir de esta información y mediante métodos estandarizados se determinaron los parámetros morfométricos, los cuales están mayormente relacionados con la forma, la elevación y la pendiente. La tabla 2 muestra el método mediante el cual se obtuvo el valor para cada parámetro.

- *Factor de forma (Ff).*

El factor forma es la relación entre el ancho medio y la longitud axial, y determina la forma de la cuenca. La tabla 3 muestra la forma de la cuenca según el valor obtenido para el factor de forma.

*Tabla 3.* Forma de la cuenca en función al factor de forma.

<b>Factor de forma</b>	<b>Forma de la cuenca</b>
F > 1	Redondeada
F < 1	Alargada

Fuente: Anaya, 2012

- *Coefficiente de compacidad (Kc).*

El coeficiente de compacidad (Kc) o índice de Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. El coeficiente de Gravelius se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parte aguas que la encierra y el perímetro de la circunferencia. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuerte volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuando más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea Kc mayor será la concentración de agua (Anaya, 2012). La

tabla 4 muestra los rangos de clasificación de la forma de la cuenca según el índice de Gravelius.

*Tabla 4. Índice de Gravelius para la evaluación de la forma.*

<b>Clase</b>	<b>Rango</b>	<b>Descripción</b>
Kc1	1 a 1,25	Forma casi redonda a oval - redonda
Kc2	1,25 a 1,5	Forma oval - redonda a oval - alargada
Kc3	1,5 a 1,75	Forma oval – alargada a alargada

Fuente: Anaya, 2012

- *Índice de Alargamiento (Ia).*

Este índice propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca, medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente. Cuando el índice de alargamiento toma valores mucho mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto (Fuentes, 2004). La tabla 5 muestra los rangos de I para determinar las distintas clases de alargamiento.

*Tabla 5. Índice de alargamiento*

<b>Clases de valores de alargamiento</b>	
<b>Rangos de I</b>	<b>Clases de Alargamiento</b>
0,0 – 1,4	Poco alargada
1,5 – 2,8	Moderadamente alargada
2,9 – 4,2	Muy alargada

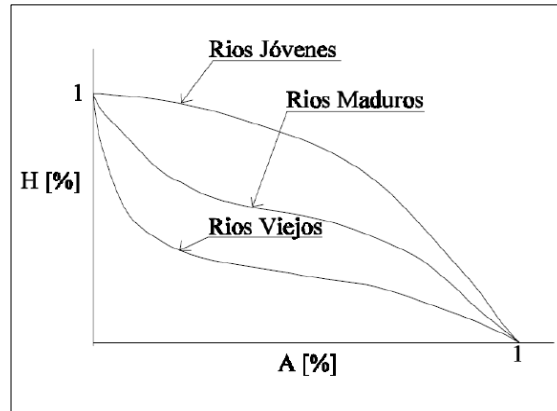
Fuente: Fuentes, 2004

- *Altitud Media y Mediana Altitud.*

El estudio de la distribución de elevaciones, es uno de los factores físicos que facilita el análisis del movimiento de agua en una cuenca. Estas altitudes están directamente relacionadas con la precipitación y la temperatura, siendo esta última la que ejerce mayor influencia en la evaporación pues disminuye o aumenta la pérdida de agua (Useche & Sanchez, 2002).

La altitud media se obtiene formando pares de curvas; cada 100 metros sobre la plancha topográfica digitalizada, midiendo el área de cada sección y aplicando la ecuación propuesta en la tabla 2.

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir de un plano topográfico tomándose los valores en porcentajes del área que están por debajo de una determinada altura, que inicialmente serán la del punto más bajo de la cuenca e irá aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel que encierra las franjas de terreno por ellas definidas y el punto de salida que es generalmente el sitio más bajo de la cuenca (Anaya, 2012). El valor de la mediana de altitud desde el punto de vista hidrológico es más representativo, pues con él se aprecia que la mitad de la superficie de la cuenca está influenciada por relaciones determinadas entre las elevaciones y la Temperatura - evaporación, porque a mayor altitud menor será la temperatura y viceversa (Useche & Sanchez, 2002). La figura 1 muestra la clasificación de los ríos según su edad de acuerdo a curva hipsométrica obtenida



Fuente: Anaya, 2012

*Figura 1.* Clasificación de los ríos de acuerdo a la curva Hipsométrica.

- *Pendiente media (S).*

La pendiente, es un parámetro muy importante en el estudio de toda la cuenca, tiene una relación importante y compleja con la infiltración del suelo, y la contribución del agua subterránea a la escorrentía. Es uno de los factores que controla el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje, y tiene una importancia directa en relación a las crecidas. La pendiente de la cuenca es la relación del desnivel que existe entre los extremos de la cuenca, siendo la cota mayor y la cota menor, y la proyección horizontal de su longitud, siendo el lado más largo de la cuenca (Anaya, 2012).

#### **4.5.1.3 Parámetros climáticos.**

Para el estudio del comportamiento climático en la zona de la microcuenca se procesó y graficó mediante el uso de tablas de cálculo (Microsoft Excel) un histórico de datos climatológicos registrados cada diez días por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia en la estación Sevilla (Cód. 2101502), ubicada en el municipio de Pitalito sobre las coordenadas planas 776422 E, 695956 N a una elevación media



de 1320 msnm, el registro histórico corresponde al periodo comprendido entre los años 1971 y 2015.

#### **4.5.2 Fase 2. Diagnóstico de la caficultura.**

Para la realización del diagnóstico de la caficultura en la microcuenca, se solicitó a la Federación Nacional de Cafeteros un fragmento de la base de datos contenida en el Sistema de Información Cafetera perteneciente al distrito cafetero del municipio de Pitalito denominado Laboyos. Posterior a ello se procedió separar únicamente la información perteneciente a la zona de estudio, correspondiente a las veredas El Macal, El triunfo y Santa Rita, las cuales cubren la totalidad de la microcuenca.

Sobre el mapa generado en ArcGIS 10.3 durante el proceso de delimitación, se georefenció la información de todos los lotes pertenecientes a estas tres veredas y se eliminó los que quedaron fuera de la divisoria de aguas, con el fin de analizar únicamente los que pertenecen a la microcuenca.

Con la información obtenida durante el proceso de georreferenciación se procedió a realizar el filtrado y análisis de la información para determinar el área y distribución cafetera, las variedades cultivadas, los sistemas de producción presentes en la microcuenca y finalmente cuantificar y categorizar las fincas según su área de producción.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Caracterización de la microcuenca

#### 5.1.1 Ubicación, Delimitación y Zonificación.



*Figura 2.* Panorámica de la Microcuenca Hidrográfica de la quebrada El Pital.

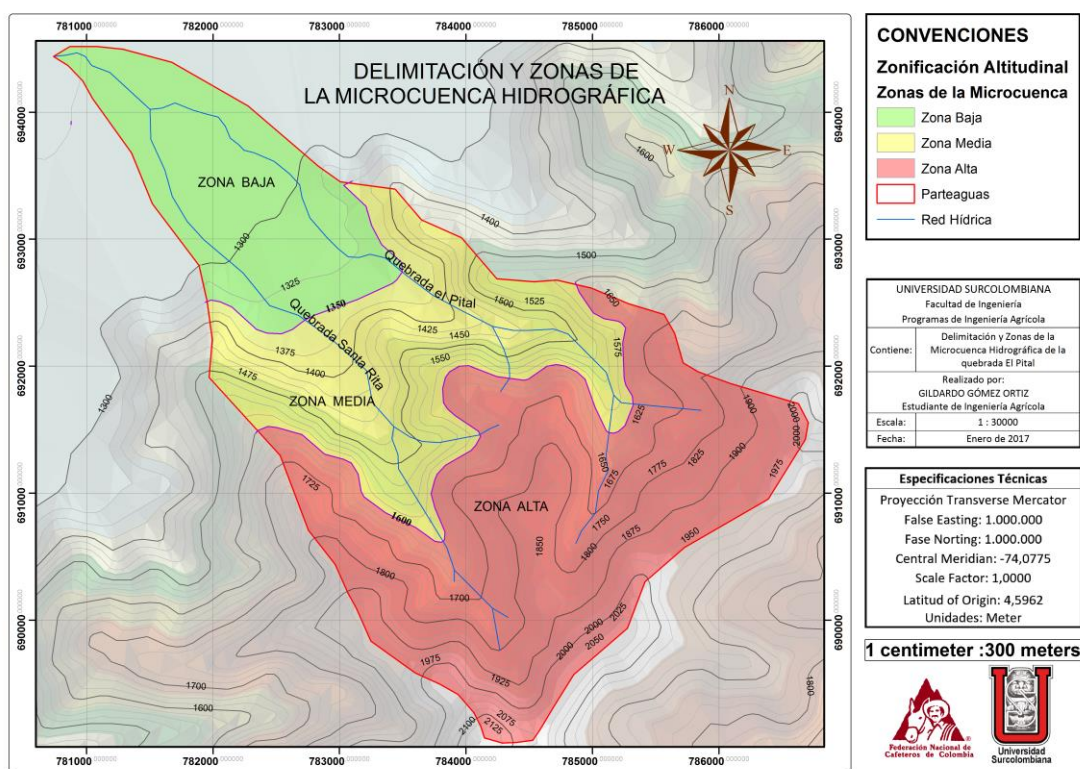
En la figura 2 se observa la microcuenca hidrográfica de la quebrada el Pital, la cual se encuentra bajo la jurisdicción del municipio de Pitalito, departamento del Huila (anexo 1). La microcuenca pertenece a la cuenca hidrográfica del río Guarapas, el cual irriga con sus aguas gran parte del territorio perteneciente al municipio.

Está ubicada sobre el flanco occidental de la cordillera oriental, al sur del departamento del Huila, Colombia, dentro del área de influencia del distrito cafetero Laboyos, perteneciente a la seccional Pitalito de la Federación Nacional de Cafeteros.

En la figura 3 se evidencian las coordenadas entre las que se encuentra ubicada (780.500E – 787.000E y 689.000N – 694.500N), las fuentes hídricas principales (quebrada El

Pital y quebrada Santa Rita) y la elevación mínima y máxima de la misma, 1275 msnm y 2125 msnm respectivamente.

Limita hidrográficamente con cuatro microcuencas: Zanjones al norte, Silencio al sur, Cantarito al este y Manutas al oeste. Políticamente está limitada por el norte con el cerro Alto letras y la vereda Zanjones, al sur con el municipio de Acevedo, al este con el Cerro negro y a oeste con el río Guarapas, aguas abajo de la vía que comunica al municipio de Pitalito con el corregimiento de San Adolfo.



*Figura 3. Delimitación y zonificación altitudinal de la microcuenca*

## 5.1.2 Uso actual, uso potencial y conflicto de uso de suelos.

### 5.1.2.1 Uso actual.

En la figura 4 se observa el uso que se le da al suelo en las zonas aledañas al caserío de la vereda Santa Rita, ubicado sobre la parte media de la microcuenca, se evidencia la presencia

de cultivos de café, zonas de pastoreo (potrero), edificaciones de distintos tipos, la vía de acceso a la vereda y una pequeña parte de reserva forestal sobre la parte alta.



*Figura 4.* Distintos usos de suelos en la parte media de la microcuenca

El uso del suelo en la microcuenca en general es mucho más variado debido a que se basa en la topografía presente en cada zona: en la parte baja es común observar ganadería extensiva, cultivo de tomate bajo invernadero, cultivo de lulo a libre exposición solar, galpones y sistemas de piscicultura tradicional; mientras que a partir de la parte media se presenta monocultivos de café, zonas de reserva en la parte alta y dos asentamientos rurales, El Macal y Santa Rita.

#### **5.1.2.2 Uso potencial.**

Según la Corporación Autónoma Regional del alto Magdalena - CAM (2009), al pertenecer a la cuenca hidrográfica del río Guarapas, en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital las condiciones naturales de los suelos pertenecen a la Formación Saldaña, compuestas por piroclastitas, rocas sedimentarias y cuerpos porfiríticos hipoabisales. Según la capacidad de uso de estos suelos, los de la parte media y baja pueden ser usadas en agricultura, con pocas técnicas de manejo; mientras que los de la parte alta son muy quebrados y

erosionados, por lo que solamente son aptos para pastos, reforestación y crecimiento de vegetación natural.

Según el Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guarapas, la microcuenca de la quebrada el Pital, cuenta con las siguientes clases y capacidad de uso de suelo:

- Clase III: Tierras que pueden ser usadas en agricultura con pocas técnicas de manejo y prácticas culturales como: aplicación de materia orgánica, enmiendas minerales y fertilizantes compuestos. División de potreros y rotación del ganado para evitar sobrepastoreo, compactación y deterioro de la capa arable del suelo.
- Clase VI: Tierras muy quebradas y muy erosionadas aptas para cultivos permanentes y pastos de corte, en las áreas más quebradas se debe favorecer la regeneración de la vegetación. Se deben implementar prácticas de conservación como siembra en curvas a nivel, rotación de potreros, sombrero en cafetales y policultivos.

La clase III se presenta en la parte baja (< 1350 m.s.n.m) y la clase VI a partir de la parte media (> 1600 m.s.n.m) en adelante.

### **5.1.2.3 Conflicto de uso de suelos.**

El uso actual de la parte baja de la cuenca concuerda con el uso potencial, debido a que en la zona se pueden encontrar establecimientos pecuarios y pequeñas áreas de cultivos transitorios y perennes; pero la mayoría del área es subutilizada debido a que las tierras son destinadas a sistemas de ganadería extensiva.

El uso agrícola y pecuario actual que se le da al suelo de la parte media y alta de la microcuenca en su mayoría es concordante con el uso potencial; pero se presenta uso incorrecto del suelo en la parte alta debido a la expansión de la frontera agrícola, generando deforestación, tal y como

se observa en la figura 5. Además, se presenta una subutilización en la parte media debido a la presencia del monocultivo de café y la baja implementación de policultivos, acompañado de un crecimiento rápido de la población y viviendas.



*Figura 5.* Procesos de deforestación y mal uso del suelo en la parte alta de la microcuenca a causa de la expansión de la frontera agrícola

### **5.1.3 Producción agropecuaria.**

Los usos pecuarios y no agrícolas de la cuenca son variados; en la parte alta se presentan usos de tipo no agropecuario, debido a que existen zonas boscosas y áreas protegidas.

La producción pecuaria se basa en actividades de producción avícola, porcícola, bovina, piscícola, cría de especies menores y principalmente ganadería extensiva. La producción agrícola se basa principalmente en el establecimiento de cultivos tecnificados como café, lulo, maíz y tomate de mesa, además de implementación de cultivos de pan coger como, yuca, plátano, frijol, ahuyama, cidra, caña entre el café y hortalizas en pequeñas huertas caseras; existen otros sistemas de producción que aunque no ocupen un área considerable se convierte en un renglón importante en la generación de ingresos como la guayaba y cítricos.

#### **5.1.4 Flora, fauna y recursos del paisaje.**

Los recursos naturales más importantes de la microcuenca son: el suelo, el agua y la vegetación nativa, estos recursos están distribuidos en toda su extensión y son utilizados por los habitantes de la región según su naturaleza.

El suelo es usado para la producción agrícola y pecuaria. El agua captada en los distintos afluentes es utilizada para consumo humano, riego de cultivos, lavado de instalaciones pecuarias, alimentación animal, producción piscícola y beneficio del café. La vegetación nativa es utilizada en las labores culturales de algunas actividades agrícolas y pecuarias como el establecimiento de cercas para separar predios, mejoramiento y construcción de viviendas como es el caso de la guadua.

Las áreas boscosas están ubicadas en la parte alta y en la franja superior de la parte media de la microcuenca, en las riberas de la parte baja predomina la guadua y a lo largo de toda la microcuenca se presenta implementación de sistemas agroforestales que además de ser productivos se convierten en hábitat para algunas especies silvestres.

En la tabla 6 se enlistan las especies de fauna silvestre más comunes en la zona de estudio, al igual que su ubicación en las distintas zonas de la microcuenca, aquellas especies que se limitan a la parte alta son las que están estrechamente ligadas a las zonas boscosas y por ello se han visto forzadas a desplazarse hasta las zonas mayor cobertura vegetal que aún se conservan; las especies pertenecientes a las partes media y alta son en su mayoría aves ligadas a la cobertura arbórea, por ello se hallan en donde las condiciones del medio se adaptan mejor a sus necesidades de vida; todas las demás son las que a medida que el hombre fue colonizando sus territorios se adaptaron a los cambios generados en el medio, por ello comparten zonas en común con las comunidades humanas y las zonas boscosas.

Tabla 6. Fauna silvestre presente en la microcuenca

Nombre científico	Nombre común	Ubicación
<i>Didelphis albiventris</i>	Zarigüeya (chucha)	Alta, media y baja
<i>Sciurus sp.</i>	Ardilla	Alta, media y baja
<i>Mollusca sp.</i>	Caracol	Alta, media y baja
<i>Icterus chrysater</i>	Toche	Alta, media
<i>Mimus gilvus</i>	Mirla	Alta, media y baja
<i>Chironius monticola</i>	Serpiente Cazadora	Alta, media y baja
<i>Ortalis cinereiceps</i>	Guacharaca	Alta, media
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guara	Alta
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión	Alta, media y baja
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofué	Alta, media y baja
<i>Ardea alba</i>	Garza	Alta, media y baja
<i>Nasua nasua</i>	Cusumbo	Alta
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sisiri	Alta, media y baja
<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí	Alta, media y baja
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero	Alta, media y baja
<i>Agouti paca</i>	Boruga	Alta
<i>Passerina cyanea</i>	Azulejo	Alta, media y baja
<i>Sporagra xanthogastra</i>	Jilguero	Alta, media
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina	Alta, media
<i>Sayornis nigricans</i>	Atrapamoscas	Media y baja
<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza	Alta, media y baja
<i>rupornis magnirostris</i>	Gavilán	Alta, media y baja
<i>Sporophila luctuosa</i>	Espiguero	Alta, media y baja
<i>Burhinus oedicephalus</i>	Peralonso	Media, baja
<i>Sicalis flaveola</i>	Canario	Media y baja
<i>Melospittacus undulatus</i>	Perico	Alta, media
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo	Alta, media y baja
<i>Ramphocelus carbo</i>	Cardenal	Alta, media y baja
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila	Alta
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Alta
<i>Mustela felipei</i>	Chucuro	Alta
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	Alta, media

A diferencia de las especies de fauna silvestre las especies de flora se adaptan con mayor facilidad a los cambios generados en el paisaje, en la tabla 7 se evidencia que a pesar de que la



actividad antrópica ha intervenido la mayor parte de la microcuenca la vegetación nativa observada en campo se mantiene a lo largo de toda la zona de estudio.

Tabla 7. Vegetación nativa presente en la microcuenca

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Ubicación</b>
<i>Heliconia acuminata</i>	Heliconia	Alta, media y baja
<i>Bromeliaceae</i>	Bromelia	Alta, media y baja
<i>Orchidaceae</i>	Orquídea	Alta, media y baja
<i>Angustifolia kunth</i>	Guadua	Alta, media y baja
<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	Alta, media y baja
<i>Melastomaceas</i>	Líquenes	Alta, media y baja
<i>Rubus fruticosus L.</i>	Zarzamora	Alta, media y baja
<i>Arachis pintoii</i>	Maní forrajero	Alta, media y baja
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Alta, media y baja
<i>Mimosa pudica L.</i>	Dormidera	Alta, media y baja
<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto	Alta, media y baja
<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	Alta, media y baja
<i>Bidens pilosa</i>	Pacunga	Alta, media y baja
<i>Tithonia diversifolia</i>	Botón de oro	Alta, media y baja
<i>Piper aduncum L.</i>	Cordoncillo	Alta, media y baja
<i>Sida rhombifolia L.</i>	Escoba	Alta, media y baja
<i>Malachra rudis Benth.</i>	Malva	Alta, media y baja
<i>Cuphea micrantha</i>	Moradita	Alta, media y baja
<i>Miconia aeruginosa</i>	Mortiño	Alta, media y baja
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Alta, media y baja

La tabla 8 muestra las especies comúnmente utilizadas por el hombre en sistemas los agroforestales y su ubicación más común en las distintas zonas de la microcuenca. Especies como Guamo, Nogal, Caimo, Cachimbo, Nacedero y Gualanday son comunes dentro de los sistemas de cultivo de café; Eucalipto, Cedro, Pino, Roble, Laurel, Ceiba y Arrayan son comúnmente utilizados para la separación de linderos entre predios y en algunos casos para la extracción de madera; las demás especies enlistadas en la tabla se hallan en sistemas silvopastoriles, acompañadas de Cachimbo y Guamo.

Tabla 8. Especies agroforestales presentes en la microcuenca

Nombre científico	Nombre común	Ubicación
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	Alta, media y baja
<i>Inga sp.</i>	Guamo	Alta, media y baja
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal	Alta, media y baja
<i>Cedrela angustifolia</i>	Cedro	Alta, media
<i>Cecropia sp.</i>	Yarumo	Alta, media y baja
<i>Quercus sp.</i>	Roble	Alta
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino	Alta, media
<i>Vismia baccifera</i>	Lacre	Alta, media y baja
<i>Tapirira sp.</i>	Manteco	Alta, media
<i>Ficus sp.</i>	Caucho	Alta, media y baja
<i>Nectandra sp.</i>	Laurel	Alta, media
<i>Solanum auctosepalum</i>	Pepo	Alta, media
<i>Hedyosmum sp.</i>	Bodoquero	Media y baja
<i>Pouteria spp.</i>	Caimo	Alta, media y baja
<i>Erythrina fusca</i>	Cachimbo	Alta, media y baja
<i>Thichanthera gigantea</i>	Nacedero	Alta, media y baja
<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	Baja
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Baja
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	Alta, media y baja
<i>Eugenia sp.</i>	Arrayan	Alta, media y baja

### 5.1.5 Características socioeconómicas.

La actividad económica de la microcuenca gira entorno a renglones principales como la agricultura y la ganadería, los cuales se desarrollan de manera tradicional y en algunos casos con algún grado de tecnificación. Al estar ubicada cerca de la zona urbana del municipio de Pitalito, sus habitantes tienen la posibilidad de realizar actividades comerciales diferentes a las agropecuarias, lo cual genera mejor ingreso económicos y estratificación social.

### 5.1.6 Infraestructura productiva y servicios públicos.

Las obras de infraestructura más relevantes dentro de la microcuenca son; el Puente que comunica el corregimiento de San Adolfo y Charguayaco con la zona urbana de Pitalito, granjas avícolas y ganaderas, beneficiaderos y secaderos de café, porquerizas, establos, vías

de acceso, el tendido eléctrico, los sistemas de acueducto veredal (El Triunfo y Santa Rita), la sede de la universidad Surcolombiana, el Hogar Juvenil Campesino y las instituciones educativas de las veredas El Triunfo, Macal y Santa Rita.

### **5.1.7 Acueductos, sistemas de alcantarillado y gestión de residuos sólidos.**

Dentro de la microcuenca se hallan dos tipos de abastecimiento de agua, sistemas artesanales y sistemas de acueducto rural. Los primeros son rudimentarios y no presentan mayor complejidad, generalmente están constituidos por una tubería de captación (manguera de polietileno) de diámetro pequeño y tanques de almacenamiento cercanos a la vivienda, similares al que se observa en el lado izquierdo de la figura 6. Los sistemas de acueducto rural son los de las veredas El Triunfo y Santa Rita, los cuales poseen toda la infraestructura requerida en este tipo edificaciones (bocatoma, tubería de captación, desarenador, tanques de almacenamiento, planta de tratamiento de agua potable y tuberías de distribución), en el lado derecho de la figura 6 se observa el tanque de almacenamiento de agua potable del acueducto de la vereda Santa Rita.



*Figura 6.* Sistemas de captación y almacenamiento de agua presentes en la microcuenca

Por ser una zona rural carece de alcantarillado lo cual conlleva al uso pozos sépticos; la gestión de residuos sólidos la realiza empresas públicas de Pitalito (EMPITALITO) mediante la recolección mensual de basura en puntos estratégicos de las veredas.

### **5.1.8 Servicio de energía eléctrica y gas domiciliario.**

Teniendo en cuenta la información recopilada en campo se observó que la mayoría de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, prestado por la electrificadora del Huila, la red de suministro se extiende a lo largo de toda la microcuenca; por el contrario, el servicio de gas domiciliario no es suministrado por la empresa (SURGAS) en este sector, por ello se ven obligados a adquirir estufas a gas o a gasolina; las familias de menos recursos aún siguen utilizando leña como fuente de combustible para la preparación de sus alimentos.

### **5.1.9 Vivienda.**



*Figura 7. Viviendas características de la microcuenca*

La mayor parte de las viviendas presentes en la microcuenca están construidas en mampostería de ladrillo y la técnica tradicional de construcción en bahareque, las familias de menos recursos han edificado las suyas con materiales livianos como madera, plástico y lona.

De manera general las viviendas presentan pisos en madera, cemento, baldosín y tierra en algunos casos; los materiales más utilizados en las cubiertas son tejas de barro, zinc, asbesto cemento y plástico. En la figura 7 se observa el tipo de viviendas características de la microcuenca, además se evidencia en ella algunas de las características descritas.

En algunas fincas productoras de café se ve la particularidad de que el techo de la casa se mueve sobre rieles (casa elba) para utilizar el cielorraso como área para secar el producto.

#### **5.1.10 Organización comunitaria y presencia del Estado.**

La organización con mayor representatividad en la zona son las juntas de acción locales (JAL), las cuales existen en las tres veredas de la microcuenca y agrupa a la mayoría de sus habitantes.

La existencia de asociaciones de productores de café en el municipio como ASOPROCAPI denota importantes fortalezas en términos de la organización de los productores en la vinculación en el mercado local y nacional.

En la zona hacen presencia distintas instituciones como la Corporación Autónoma Regional del alto magdalena (CAM), la gobernación del Huila, la alcaldía del municipio, las empresas públicas de Pitalito (EMPITALITO), la Electrificadora del Huila (ELECTROHUILA), la fuerza pública y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF).

#### **5.1.11 Base económica predominante.**

La base económica predominante de la región es el establecimiento de monocultivos de café (caficultura).

### 5.1.12 Impactos ambientales sobre los ecosistemas, recursos naturales y la comunidad.

Las actividades que causan mayor impacto en la microcuenca son principalmente la expansión de la frontera agrícola en la parte alta, el vertimiento aguas residuales domésticas y de establecimientos agropecuarios sin ningún tipo de tratamiento. De estos impactos el más significativo es el generado por la contaminación de los cauces, porque ellos irrigan de forma natural la cuenca haciendo que las tierras sean fértiles y además proporcionan agua a familias riverseñas que no teniendo otra elección deben utilizarla para satisfacer sus necesidades básicas, generando así un problema de salubridad pública.

Los principales problemas ambientales generados por el uso de estos recursos naturales son el empobrecimiento y deterioro del suelo, la deforestación y quemas a cielo abierto, la disminución de las zonas de reserva, contaminación de las fuentes hídricas por arrastre natural de agroquímicos, el establecimiento de las viviendas demasiado cerca al cauce, disposición de residuos sólidos y vertimiento de aguas servidas sin tratar.

### 5.1.13 Parámetros Morfométricos.

Haciendo uso de los métodos de cálculo establecidos en la tabla 2 para la determinación de las características morfométricas iniciales se obtuvo los resultados enlistados en la tabla 9, los cuales son cruciales para obtención de los parámetros morfométricos relacionados con la forma de la cuenca.

*Tabla 9.* Características morfométricas de la microcuenca.

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Ancho	13.17 Km <sup>2</sup>
Perímetro	17.17 Km
Longitud axial	6.5 Km
Ancho máximo	3.56 km
Ancho promedio	2.02 Km

#### **5.1.13.1 Factor de forma (Ff).**

Dando uso de la ecuación citada en la tabla 2 para el cálculo de este parámetro se obtuvo un valor 0.3 valor que al ser contrastado con los de las tabla 3 indica que la microcuenca en estudio tiene una forma alargada.

#### **5.1.13.2 Índice de Gravelius (Kc).**

Al hacer uso de la ecuación propuesta en la tabla 2 para el cálculo del coeficiente de compacidad se obtuvo un valor de 1.33 el cual al ser contrastado con las tabla 4 indica que se encuentra en el rango de clase Kc2, por lo cual tiene una forma oval – redonda a oval – alargada, resultado coherente con el obtenido en el factor de forma.

#### **5.1.13.3 Índice de Alargamiento (Ia).**

El índice de alargamiento obtenido a partir de la ecuación propuesta en la tabla 2 fue de 1.82 que comparado con los valores de la tabla 5 indica que la microcuenca es moderadamente alargada, siendo coherente con el índice de Gravelius y el factor de forma.

#### **5.1.13.4 Altitud Media y Mediana Altitud.**

Dando uso de la información enlistada en la tabla 10 y aplicando la ecuación propuesta en la tabla 2 para el cálculo de la altitud media se obtuvo un resultado de 1626 m.s.n.m, este valor sirve como referencia para establecer comparaciones de comportamiento y estado entre otras microcuencas cercanas o similares a esta.

Teniendo en cuenta el gráfico obtenido para la curva hipsométrica en la figura 8 y según lo propuesto por Anaya (2012) en la figura 1, la microcuenca en estudio muestra un comportamiento similar a que presentan los ríos maduros.

Tabla 10. Elevación y área para generar la curva hipsométrica

Elevación (msnm)	Elevación media (msnm)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área acumulada (Km)	Área (%)	Área acumulada (%)
2125 - 2025	2075	0.303	0.303	2.30	2.30
2025 - 1925	1975	1.35	1.653	10.25	12.55
1925 - 1825	1875	1.44	3.093	10.93	23.48
1825 - 1725	1775	1.73	4.823	13.13	36.61
1725 - 1625	1675	1.78	6.603	13.51	50.13
1625 - 1525	1575	1.66	8.263	12.60	62.73
1525 - 1425	1475	1.45	9.713	11.01	73.73
1425 - 1325	1375	1.62	11.333	12.30	86.03
1325 - 1275	1300	1.84	13.173	13.97	100.00

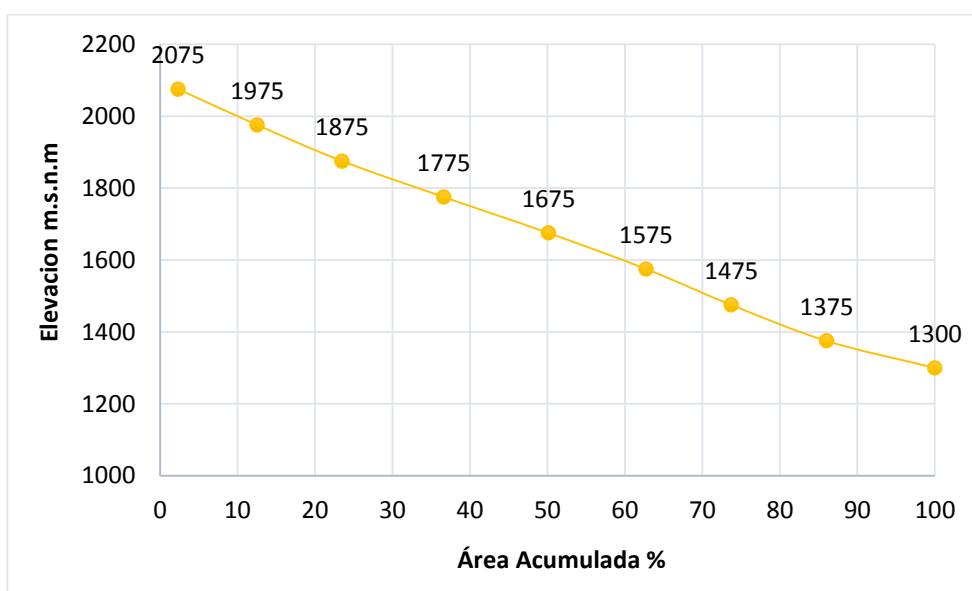


Figura 8. Curva Hipsométrica de la microcuenca quebrada El Pital

#### 5.1.13.5 Pendiente (S).

Mediante la aplicación de la ecuación para el cálculo de la pendiente media establecida en la tabla 2 se evidenció que la microcuenca en estudio presenta una pendiente de 13.1 %.

#### 5.1.14 Parámetros climáticos.

A partir del análisis y procesamiento de la información climatológica ofrecida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia registrada en la



estación Sevilla se obtuvo el comportamiento mensual multianual de los parámetros climáticos necesarios para el cálculo de la evapotranspiración y la elaboración del balance hídrico.

#### 5.1.14.1 Temperatura.

Según la información contenida en la figura 9 la temperatura máxima del año se presenta en febrero es de 21.22 °C y decrece gradualmente hasta los meses de julio y agosto donde se presenta el valor mínimo de 19.58 °C, esta variación es aproximadamente 1.56 °C. La temperatura media presente en la zona de estudio es de 20.4 °C.

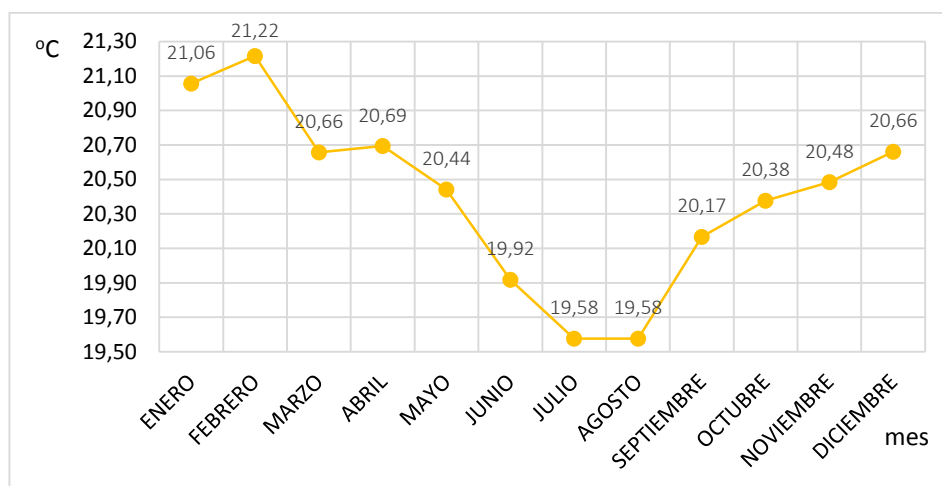


Figura 9. Valores medios mensuales multianuales de temperatura desde 1971 hasta 2015

#### 5.1.14.2 Humedad relativa.

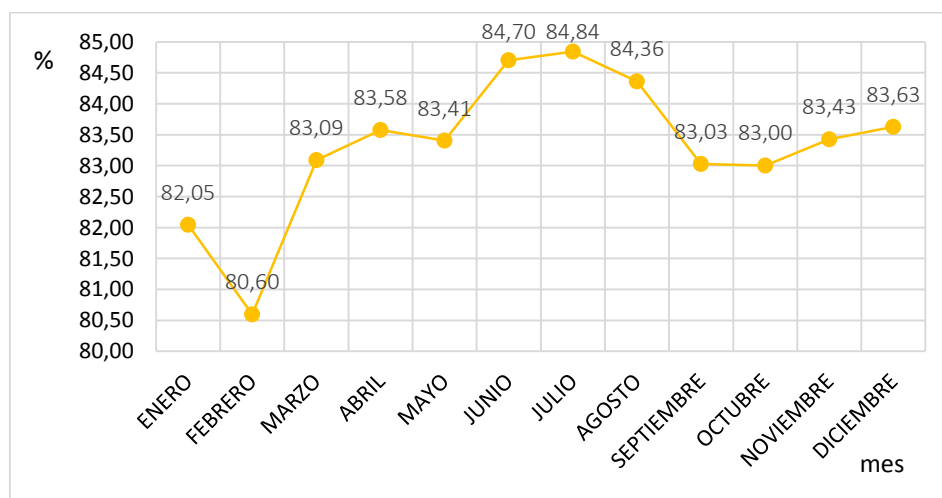


Figura 10. Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa desde 1971 - 2015

Teniendo en cuenta la información contenida en la figura 10 la humedad relativa promedio que se presenta en el área de estudio es 83.31%, una máxima de 84.84 en el mes de julio y una mínima de 80.60 en febrero.

### 5.1.14.3 Brillo solar

En la figura 11 se observa que el valor máximo de horas de brillo solar del año es de 46 h/mes y se presenta en el mes de enero y decrece gradualmente hasta el mes de marzo donde se presenta un valor mínimo de 31 h/mes. El valor promedio brillo solar que se presenta en la zona de estudio durante el año es de 39.21 h/mes

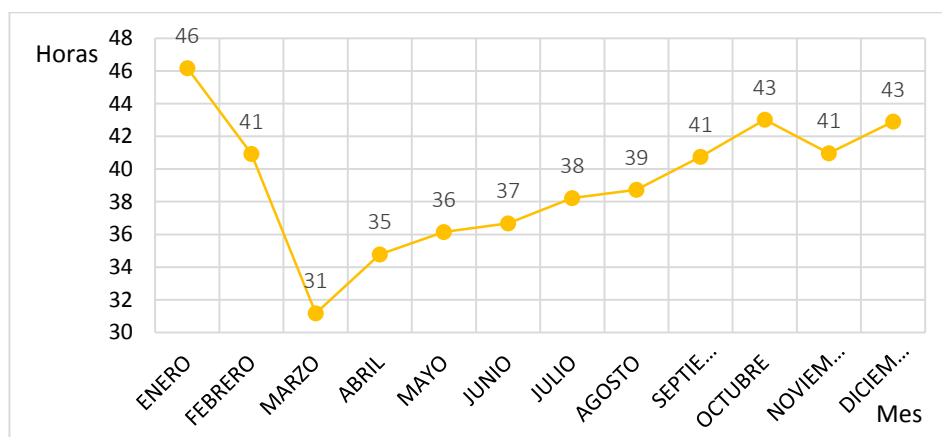


Figura 11. Valores medios mensuales multianuales de Brillo Solar desde 1971 hasta 2015

### 5.1.14.4 Precipitación.

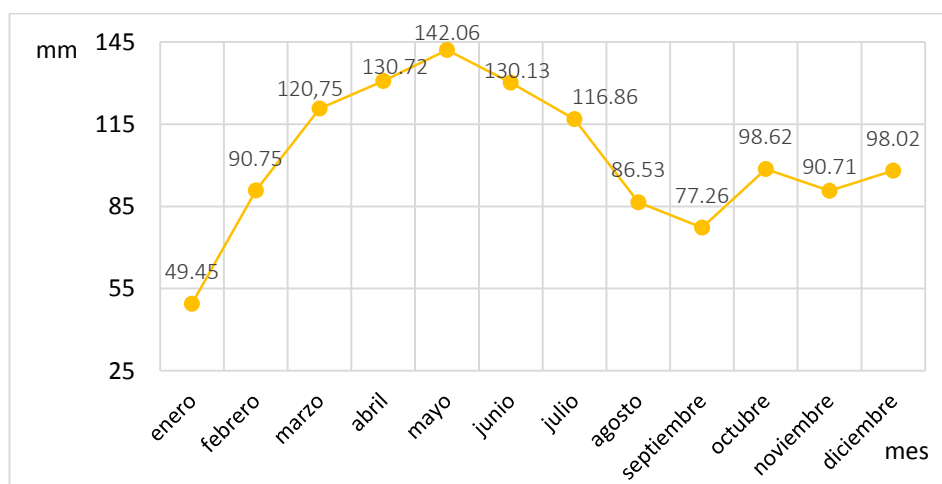


Figura 12. Precipitación media mensual multianual desde 1971 hasta 2015

La figura 12 muestra que la precipitación sobre la zona de estudio presenta un aumento gradual y proporcional que inicia en el mes de enero y alcanza el valor máximo de 142.06 mm en el mes de mayo, el mes que presenta mayor déficit hídrico es el mes de enero debido a que se registra una precipitación de 49.45 mm. La precipitación media mensual es de 102.66 mm

#### 5.1.14.5 Evapotranspiración de referencia $ET_o$ .

Los registros mensuales multianuales de los parámetros climatológicos procesados y utilizados en el cálculo de la evapotranspiración media mensual multianual fueron, Temperatura media, Brillo solar medio y Humedad relativa.

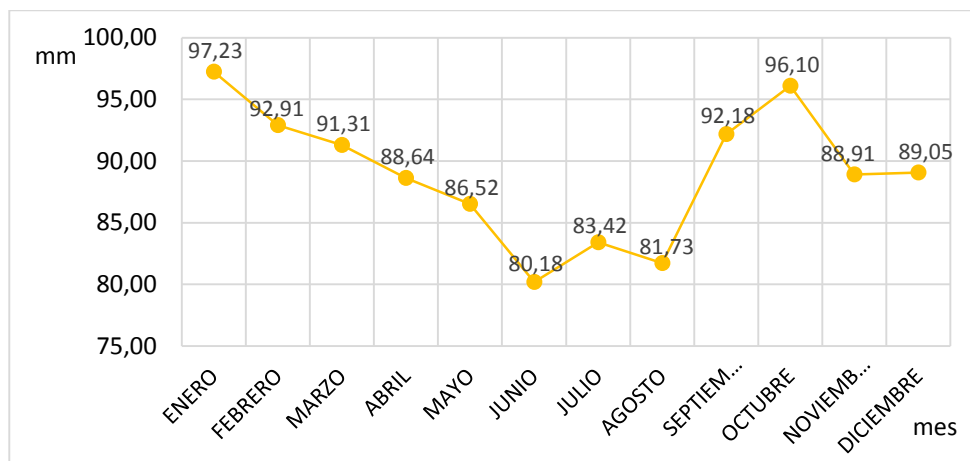


Figura 13. Evapotranspiración de referencia  $ET_o$  media mensual multianual desde 1971-2015

El comportamiento de la evapotranspiración de referencia es directamente proporcional al de la temperatura, esto se debe a que a mayor temperatura mayor es el índice de evaporación; afectando de manera drástica la  $ET_o$  (evaporación + transpiración). De la figura 13 se puede determinar que la evapotranspiración media mensual anual es de 89 mm; junio presenta el menor índice de evapotranspiración con 80.18 mm y enero el mayor con 97.23 mm.

### 5.1.14.6 Balance hídrico.

El balance hídrico (figura 14) muestra que el periodo más crítico se presenta en el mes de enero, donde hay un déficit hídrico de 47.77 mm, seguido del mes de septiembre con 14.92 mm. Durante los demás meses la precipitación supera el valor de evapotranspiración.

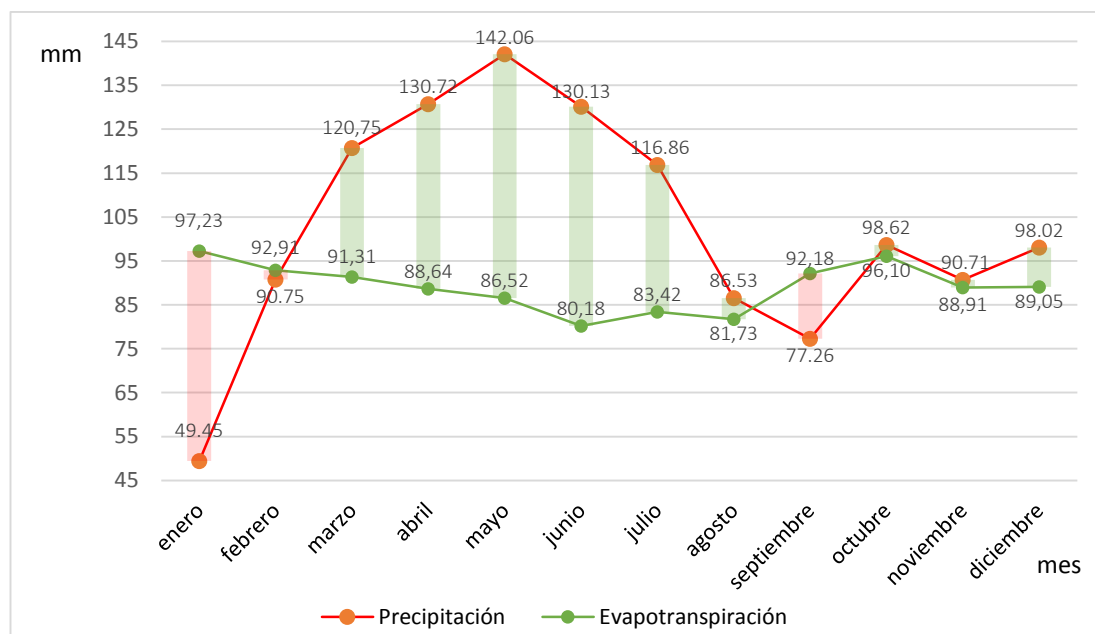


Figura 14. Balance Hídrico (1971-2015)

## 5.2 Diagnóstico de la actividad cafetera

Según el análisis de uso actual, uso potencial y conflicto de uso del suelo, en la zona de estudio se hallan diversas explotaciones agrícolas y pecuarias, pero la mayor parte de la microcuenca está destinada a la ganadería extensiva y al establecimiento de monocultivos de café bajo distintos sistemas de producción. Al estar la caficultura posicionada como base económica de la región es común observar cafetales en toda su área de influencia; esta actividad es llevada a cabo por la mayor parte de los habitantes y se desarrolla sin tener en cuenta la capacidad de uso del suelo presente en ella, generando un alto índice de deterioro y conflicto de uso del mismo.

El café presenta un desarrollo normal a lo largo de toda la zona en estudio debido a que en ella se encuentran tres zonas de vida con características climáticas óptimas para su desarrollo, bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano y bosque muy húmedo montano bajo, hallados desde los 1200 m.s.n.m hasta la parte más alta de la microcuenca 2125 m.s.n.m. La figura 15 muestra un cafetal tecnificado bajo semisombra en excelentes condiciones de desarrollo.



*Figura 15.* Cafetal tecnificado en la microcuenca

Los impactos medioambientales más fuertes generados por la actividad cafetera son la contaminación causada por el uso continuo de agroquímicos, el vertimiento de altas cantidades de pulpa de café sin estabilizar en los mismos cafetales y zonas aledañas a ellos, la sobre explotación del suelo y la contaminación de las fuentes hídricas causada por la descarga continua de materia orgánica diluida (mucilago fermentado) proveniente del proceso de beneficio del fruto de café; el mayor problema causado por estos vertimientos es que imposibilitan el uso y consumo del agua en otro tipo de actividades humanas y agropecuarias en las que se requiere agua de buena calidad.

### 5.2.1 Área cafetera en la Microcuenca Hidrográfica.

La microcuenca hidrográfica de la quebrada el Pital tiene un área de 1317.3 hectáreas, la parte baja cubre el 20.47%, la parte media el 28.95% y la parte alta el 50.58% restante. La caficultura está presente desde los 1291 m.s.n.m hasta los 2048 m.s.n.m. y está distribuida de la siguiente manera; el 6.45% está en la parte baja, el 18.69% en la parte media y el 22.41% en la parte alta (figura 16). En la mismas se evidencia que la mayor parte de la caficultura se concentra en la parte alta, donde el uso potencial del suelo establecido en el plan de manejo y ordenamiento de la cuenca hidrográfica del Rio Guarapas a la que pertenece la quebrada El Pital, es Clase VI (Tierras muy quebradas y erosionadas aptas para cultivos permanentes y pastos de corte) áreas en las que se debe favorecer la regeneración vegetal, la siembra a curvas de nivel, el establecimiento de sombrío en los cafetales y el manejo de policultivos. Es claro que en la zona existe un conflicto de uso de suelos que cada vez se hace más extenso, pues la frontera agrícola no detiene su expansión hacia las zonas altas.

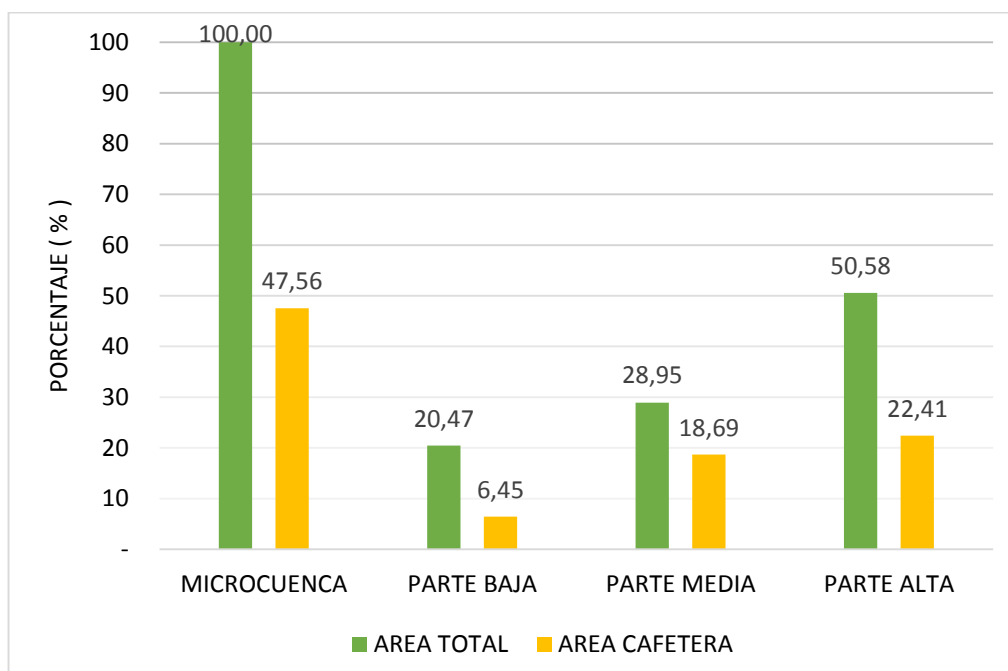


Figura 16. Distribución del área cafetera en la microcuenca

Según la información obtenida del SICA dentro de la divisoria de aguas de la microcuenca existen 411 fincas cafeteras registradas en la Federación Nacional de Cafeteros, 1214 lotes en total (figura 17), los cuales cubren 626.49 hectáreas, correspondientes al 47.56% de la extensión total de la misma, y a su vez al 42.82% del distrito cafetero Laboyos (zona establecida por la Federación Nacional de Cafeteros).

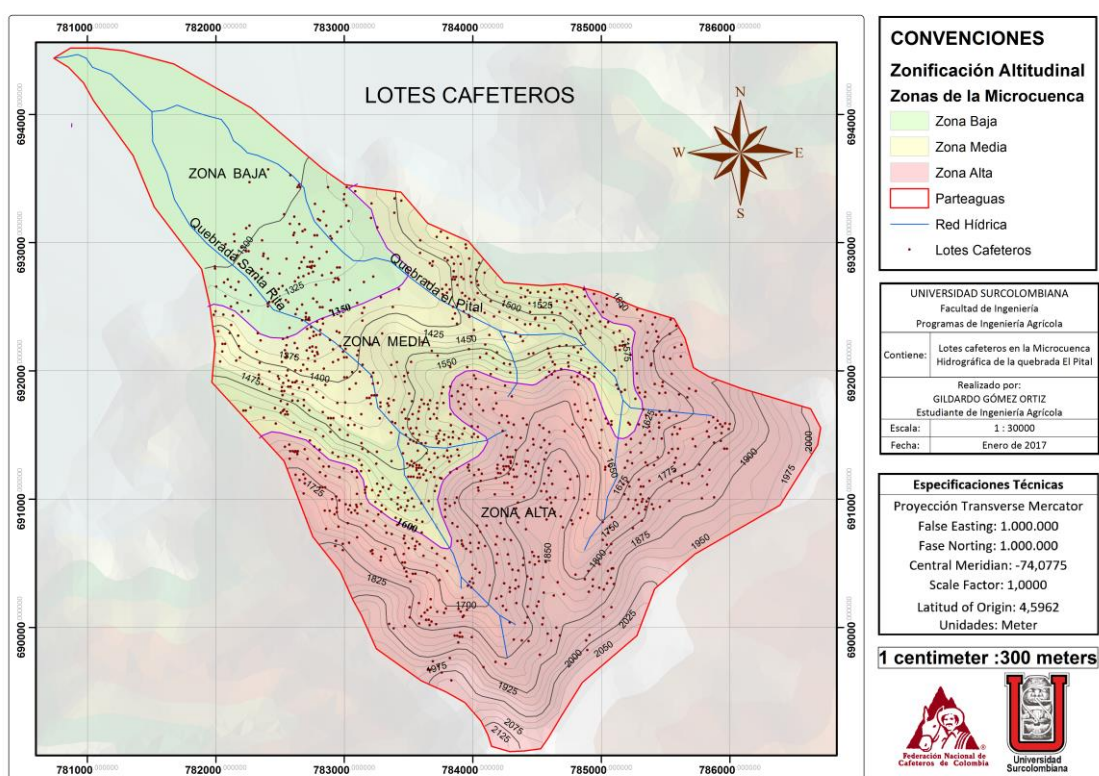


Figura 17. Distribución de lotes cafeteros en la microcuenca

## 5.2.2 Variedades cultivadas en la Microcuenca Hidrográfica.

Las variedades cultivadas en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital son variedad Caturra, Castillo y Colombia; en la información procesada se evidenció la presencia de un lote de variedad Típica establecido en la parte alta, pero mediante reconocimiento en campo se verificó su inexistencia, pues el lote ha sido renovado con variedad castillo.

De los 1214 lotes de café existentes en la microcuenca; 521 presentan variedad caturra, 434 variedad castillo y 259 variedad Colombia y cubren 265.35 ha, 229.99 ha, 131.15 ha respectivamente; en términos de cobertura el 42.33% es variedad Caturra, el 36.72% es variedad Castillo y el 20.93% es variedad Colombia. En la figura 18 se muestra claramente la distribución de esos porcentajes en las distintas zonas de la microcuenca.

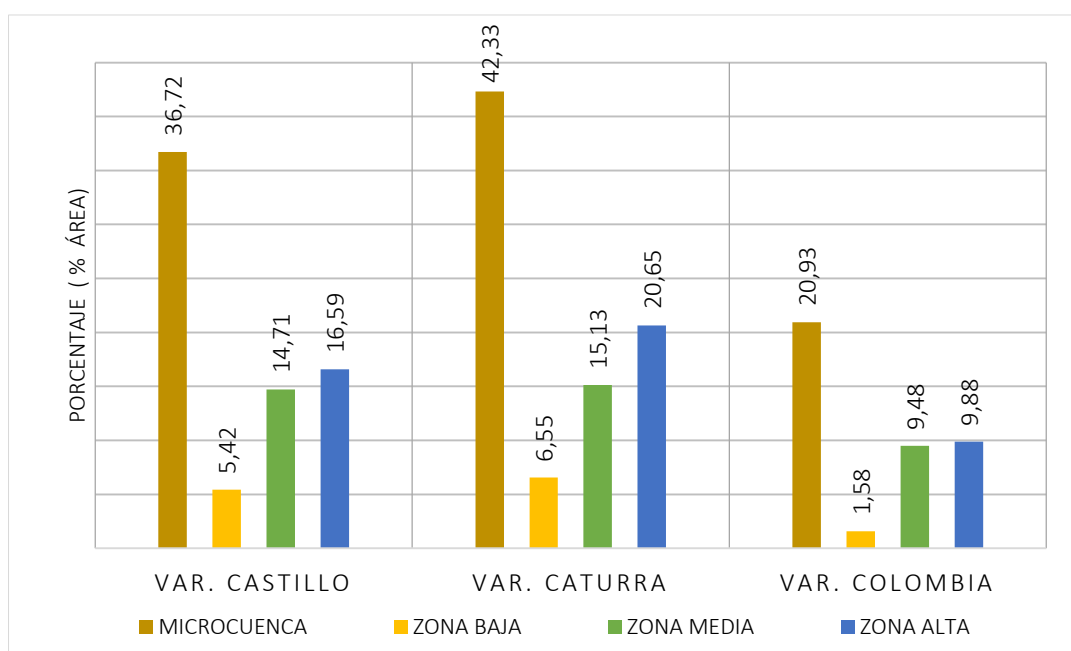


Figura 18. Distribución de las variedades en la microcuenca y cada una de sus zonas.

### 5.2.2.1 Variedad Caturra.

Tradicionalmente los caficultores han optado por esta variedad debido a su porte bajo, alta densidad de siembra, altos rendimientos en cosecha y excelente calidad del grano. Por ser una variedad susceptible al hongo *Hemileia vastatrix* causante de la roya del café requiere una mayor inversión económica debido al continuo uso de agroquímicos para controlar el efecto de la enfermedad, aun así, es la variedad es la más representativa en la microcuenca.

La figura 19 muestra la distribución espacial de los lotes de variedad caturra existentes en la zona de estudio, son 265.35 hectáreas sembradas en ella; representan el 42.33% del total de



área cafetera. La parte alta de la microcuenca es donde se presenta la mayor área sembrada, 129.39 ha, seguida de la parte media con 94.77 ha y la parte baja con 41.19 ha.

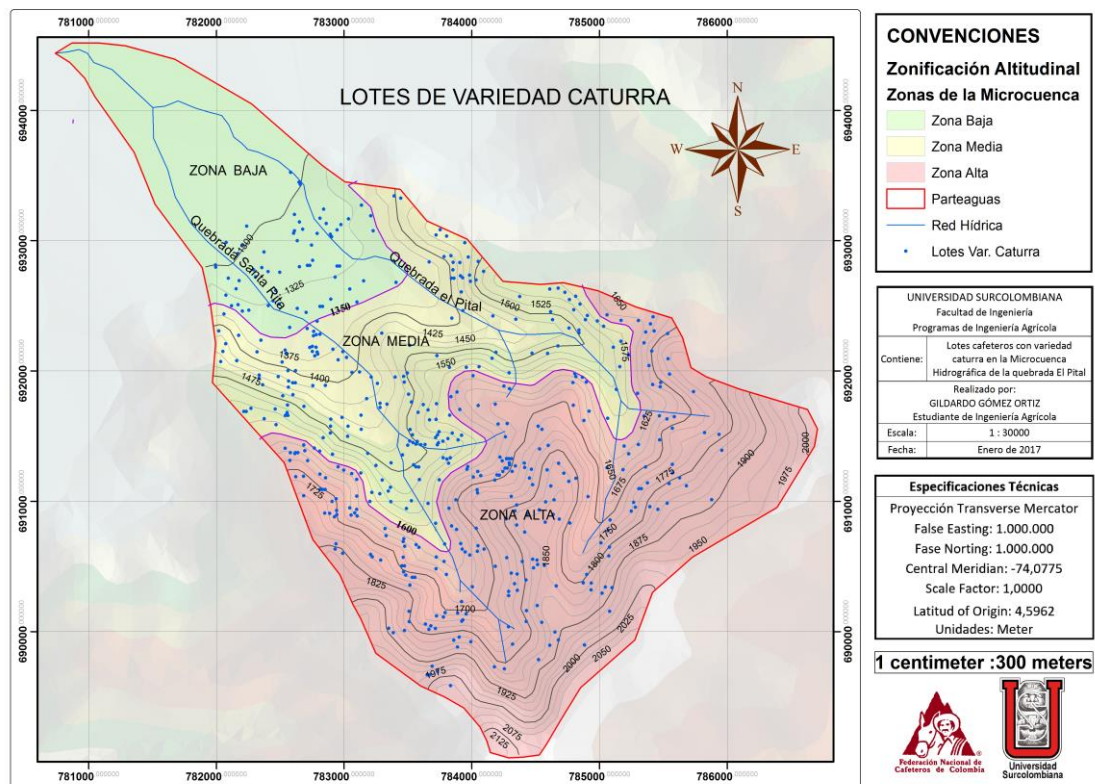


Figura 19. Distribución de los lotes cafeteros cultivados en Variedad Caturra en la microcuenca hidrográfica

### 5.2.2.2 Variedad Castillo.

A pesar de que apenas fue en el año 2005 cuando Cenicafé liberó esta variedad al mercado, supera en área sembrada a la variedad Colombia que lleva más de dos décadas en él, y debido a que es una variedad altamente productiva y resistente a la roya está cerca de acaparar el área sembrada en variedad Caturra.

La figura 20 muestra la distribución espacial de los lotes de variedad caturra existentes en la zona de estudio, son 229.99 hectáreas cultivadas de esta variedad a lo largo de la microcuenca, representan el 36.72% del área cafetera de la misma, su mayor concentración está en la parte

alta con 103.93 hectáreas, seguida de la parte media con 92.13 hectáreas y la parte baja con 33.93 hectáreas.

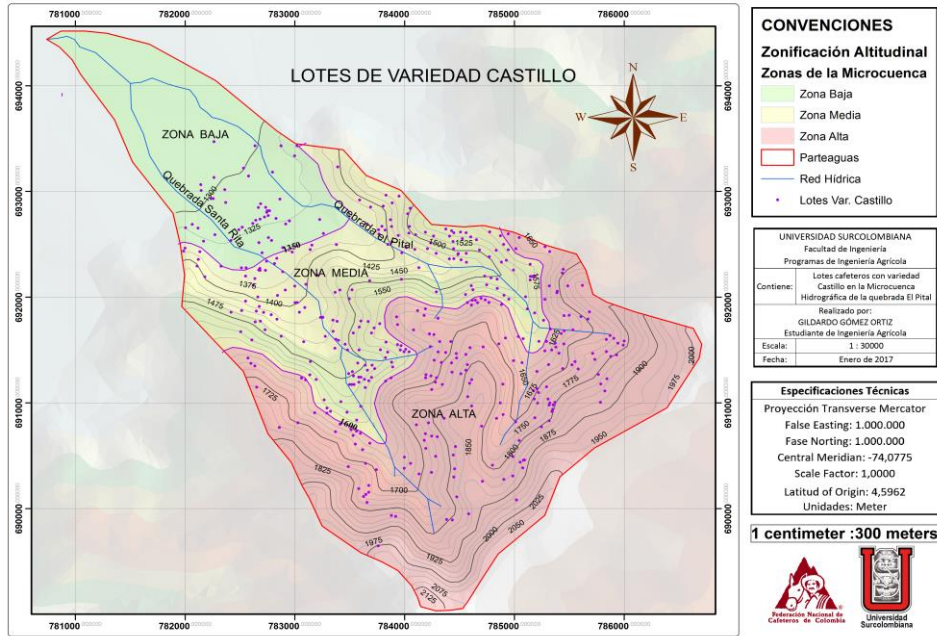


Figura 20. Distribución de los lotes cafeteros cultivados en Variedad Castillo en la microcuenca hidrográfica

5.2.2.3 Variedad Colombia.

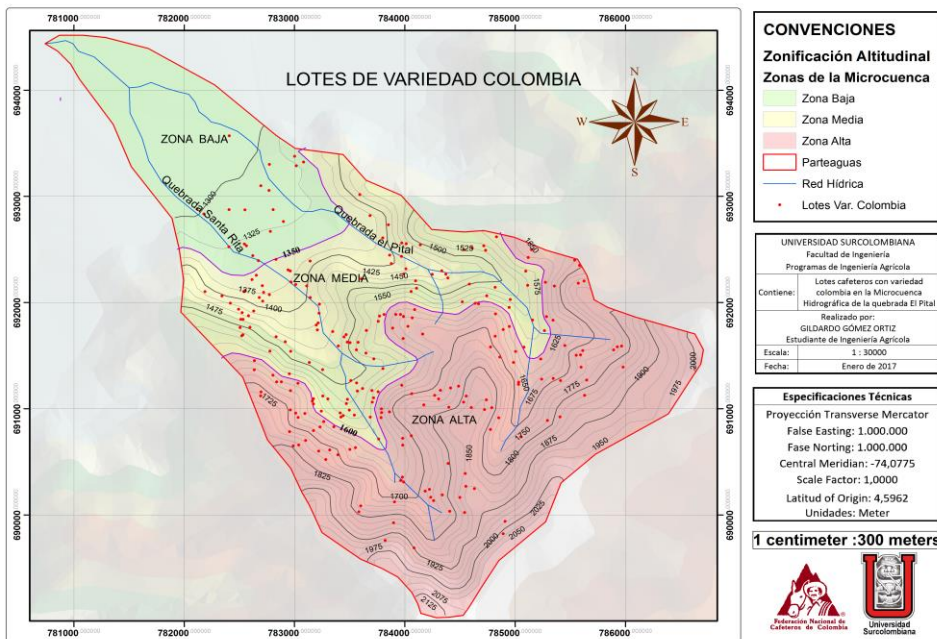


Figura 21. Distribución de los lotes cafeteros cultivados en Variedad Colombia en la microcuenca hidrográfica

A pesar de ser una variedad cultivada en Colombia desde hace más de dos décadas, es la variedad menos representativa en la zona de estudio, con 131.15 hectáreas sembradas que representa el 20.93% del área cafetera presente en la microcuenca. La parte alta es donde se presenta la mayor área sembrada, 61.88 hectáreas, seguida de la parte media con 59.37 hectáreas y la parte baja con 9.9 hectáreas. La figura 21 muestra la distribución espacial de los lotes sembrados en esta variedad.

### 5.2.3 Sistemas de producción.

La figura 22 muestra los distintos sistemas de producción de café según la regulación de la luz que se hallan en la microcuenca, sol, sombra y semisombra, de ellos el que presenta mayor incidencia es a libre exposición solar o al sol, precedido por cultivo bajo semisombra y sombra, respectivamente. A continuación se detalla su distribución y las variedades de café cultivadas bajo cada uno de ellos.



*Figura 22.* Distintos sistemas de producción de café por incidencia de luz presentes en la microcuenca hidrográfica

### 5.2.3.1 Sistema de producción a libre exposición solar.

La figura 23 muestra un cafetal bajo sistema de producción a libre exposición solar o al sol como se le denomina comúnmente, este sistema tiene la particularidad de que la densidad de especies arbóreas o arbustivas destinadas a brindarle sombra al cultivo es muy baja, tal como se observa en la figura.



*Figura 23.* Sistema de producción de café a libre exposición solar presente en la microcuenca hidrográfica

En la microcuenca hidrográfica existen 555.1 hectáreas de cultivo bajo este sistema de producción, 88.6% del área cafetera presente en ella, están distribuidas en 1088 lotes cafeteros, de los cuales 570 están ubicados sobre la parte alta, 457 sobre la parte media y los 61 restantes en la parte baja. Al hacer la distribución por variedades se hace evidente que la variedad caturra es la más cultivada bajo este sistema, pues presenta 456 lotes (226.76 hectáreas), seguida de la variedad Castillo con 398 lotes (207.81 hectáreas) y de la variedad Colombia con 235 lotes (120.53 hectáreas). En la Figura 24 se observa la distribución espacial de los lotes cultivados a libre exposición solar. En ella se hace evidente que la incidencia de este sistema de producción es bastante alto en toda el área de estudio, esto se debe a que el café cultivado bajo este sistema da la posibilidad de manejar mayores densidades de siembra y por tanto, la obtención de altos

índices de productividad. Medioambientalmente esto es un problema, porque la presencia de vegetación arbórea y arbustiva se ve drásticamente reducida, lo cual contribuye a la pérdida de materia orgánica en el suelo y a elevar su susceptibilidad a la acción de agentes erosivos y a propiciar la ausencia de poblaciones biológicas en el cultivo, haciendo necesario el uso agroquímicos para el control plagas y enfermedades.

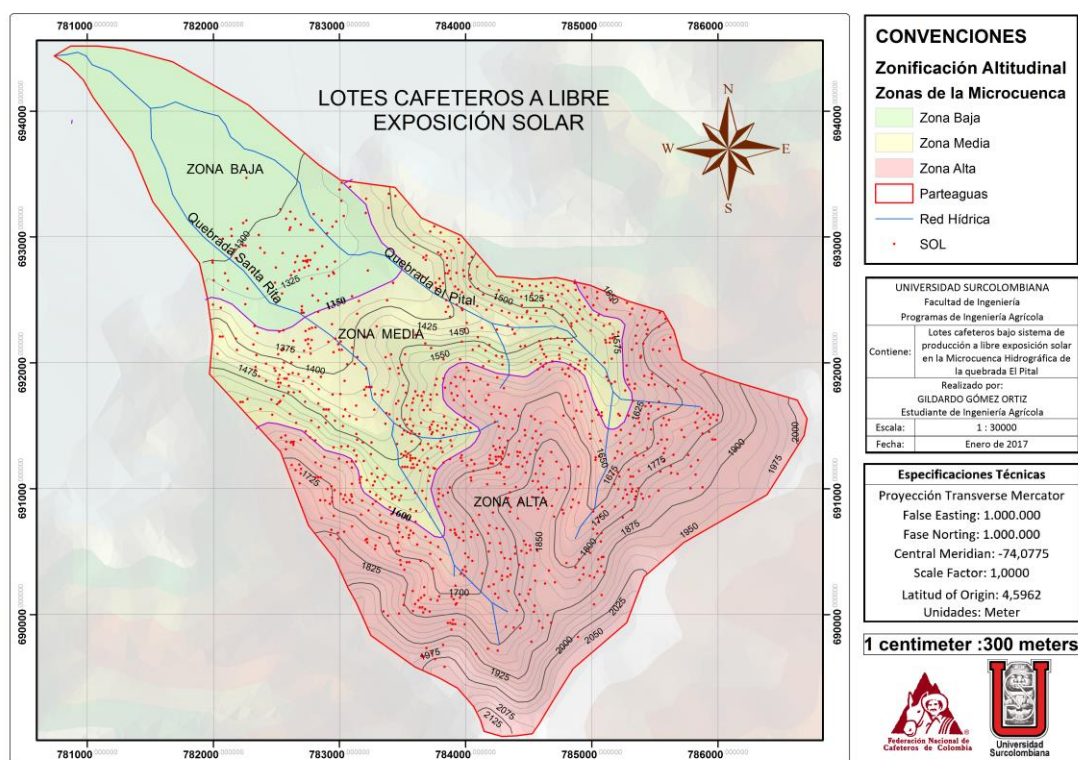


Figura 24. Distribución de los lotes cafeteros cultivados bajo sistema de producción a libre exposición solar en la microcuenca hidrográfica

### 5.2.3.2 Sistema de producción bajo sombra.

A pesar de ser una práctica excelente para mantener buenos niveles de materia orgánica en el suelo, disminuir el índice de evapotranspiración en el cultivo y conservar las poblaciones biológicas presentes, este sistema de producción presenta apenas el 1.6% del área cafetera de la microcuenca; está representado por 9.99 hectáreas distribuidas en 20 lotes, donde la variedad caturra es la más representativa, con 4.44 hectáreas distribuidas en 10 lotes cafeteros, seguida

de la variedad castillo, con 3.51 hectáreas en 7 lotes y de la variedad Colombia con 2.04 hectáreas en 3 lotes. La figura 25 muestra un lote de café sembrado en variedad Colombia bajo este sistema de producción.



*Figura 25.* Sistema de producción de café bajo sombra presente en la microcuenca hidrográfica

En la Figura 26 se observa la distribución espacial de los lotes bajo este sistema; en ella se observa que la mayor parte ellos se hallan concentrados en la parte media (12 lotes) y baja (5 lotes); apenas tres lotes están sobre la parte alta, zona en la que debería haber una mayor presencia de lotes bajo este sistema de producción debido a que pertenece a la zona de recarga y es ahí donde se debe de favorecer la mayor cobertura vegetal posible en los sistemas de cultivo. Al observar este resultado y compararlo con el de cafetales al sol se hace notorio el hecho de que los caficultores buscan obtener alta productividad y dejan de lado las prácticas de conservación del suelo y el medioambiente en general.

Las especies arbóreas identificadas en la microcuenca que se utilizan en este sistemas de producción fueron: guamo (*Inga sp.*) y cachimbo (*Erythrina fusca*), los caficultores de la zona han optado por el uso de estas especies debido a la buena uniformidad y densidad del follaje, y mayormente por la alta cantidad de material orgánico aportado periódicamente.

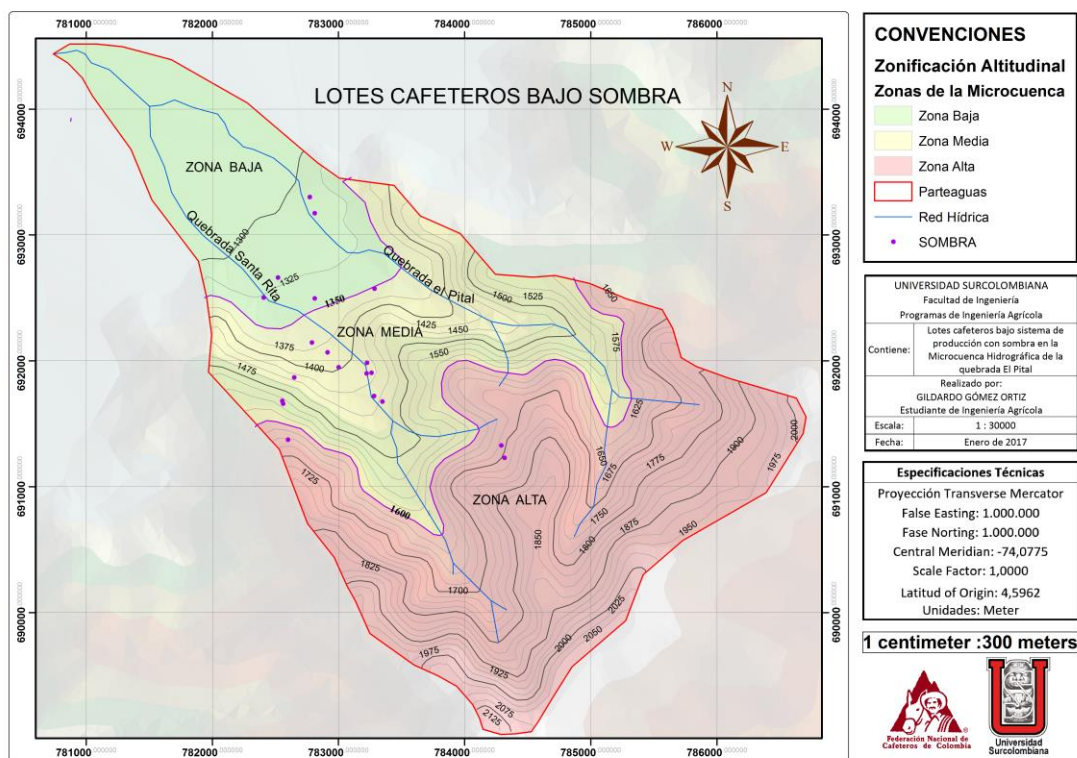


Figura 26. Distribución de los lotes cafeteros cultivados bajo sistema de producción con sombra en la microcuenca hidrográfica

### 5.2.3.3 Sistemas de producción bajo semi-sombra.

Al ser el término medio entre cultivos a libre exposición solar y sombra, es posible obtener las ventajas de ambos sistemas como, mejorar los índices de producción al permitir altas densidades de siembra y conservar el suelo y el agua. La figura 27 muestra un cafetal sembrado en variedad Castillo bajo este sistema de producción, en ella se observa que el cultivo no está cubierto por especies arbóreas o cultivado directamente al sol, sino que conserva una densidad media de estas especies.

Las especies arbóreas y arbustivas identificadas en la microcuenca que se utilizan en este sistemas de producción fueron más variadas que las que se utilizan en sistema de producción bajo sombra, las observadas en campo fueron: guamo (*Inga sp.*), cachimbo (*Erythrina fusca*), eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), nogal (*Cordia alliodora*), bodoquero (*Hedyosmun sp.*),

Caimo (*Pouteria spp.*), gualanday (*Jacaranda caucana*), guayaba (*Psidium guajava*) y algunos cítricos de distintas especies como naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus aurantifolia*), mandarina (*Citrus nobilis*) y algunas de sus hibridaciones.

Cumpliendo la misma función también se evidenció la presencia de algunos cultivos asociados como plátano (*Musa paradisiaca*), maíz (*Zea mays*) y yuca (*Manihot esculenta*). Estos cultivos asociados hacen la función de regular la incidencia de la luz en los primeros meses de renovación por zoca o siembra.



*Figura 27.* Sistema de producción de café bajo semi-sombra presente en la microcuenca hidrográfica

En la microcuenca hidrográfica se hallan 106 lotes cafeteros bajo este sistema de cultivo, 61.4 hectáreas en total, correspondiente al 9.8% de la caficultura presente en ella. En la Figura 28 se observa la distribución espacial de ellos, en ella se observa que este sistema presenta el mismo comportamiento que los cafetales cultivados bajo sombra; se concentra mayormente en la parte media (50 lotes) y baja (44 lotes), lo cual quiere decir que en la parte alta de la microcuenca no se están estableciendo cultivos que vayan acompañados de prácticas agrícolas sostenibles medioambientalmente. Al igual que en los sistemas de producción a libre exposición solar y sombra la variedad más representativa es la Caturra que con 55 lotes cubre



34.15 hectáreas, seguida de la variedad Castillo con 29 lotes en 18.67 hectáreas y la variedad Colombia con 22 lotes en 8.58 hectáreas.

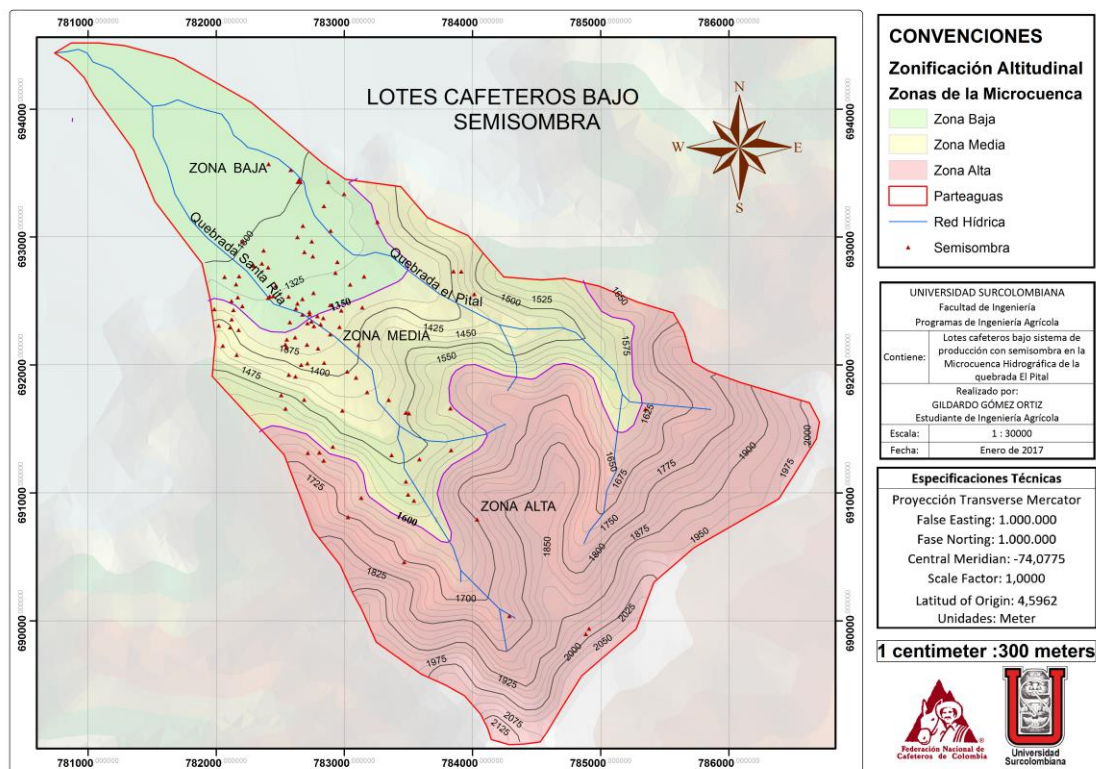


Figura 28. Distribución de los lotes cafeteros cultivados bajo sistema de producción con semi-sombra en la microcuenca hidrográfica

## 5.2.4 Tipos de caficultores.

La economía cafetera se caracteriza por tener un alto grado de heterogeneidad que está determinado principalmente por diferencias en el tamaño y propiedad de la tierra, el grado de dependencia del productor del ingreso cafetero, la forma de explotación de la mano de obra, los sistemas de producción utilizados, la oferta ambiental y la adopción de tecnología. Por esta razón se ha caracterizado los caficultores en tres tipos de economías según el área cafetera presente en sus fincas, *Minifundista* no agremiable (< 0.5 ha) y agremiable (0.5 – 1.5 ha), *Campesina* (1.5 – 10 ha) y *Empresarial* (> 10ha) (Federación Nacional de Cafeteros, 2017).

Siguiendo el esquema de clasificación de caficultores establecido dentro de las políticas de la Federación Nacional de Cafeteros anteriormente descrito, en la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital existen solo dos tipos de caficultores; Minifundista y Campesino.

En la Figura 29 se observa la zonificación y distribución espacial de las 411 fincas cafeteras registradas en el Sistema de información Cafetera SICA presentes en la microcuenca. De ellas, 268 son consideradas minifundistas (231.98 ha) y son equivalentes al 37% del total de la caficultura presente. Las demás fincas (143) son consideradas campesinas (394.51 hectáreas) y representan el 63% restante de la caficultura.

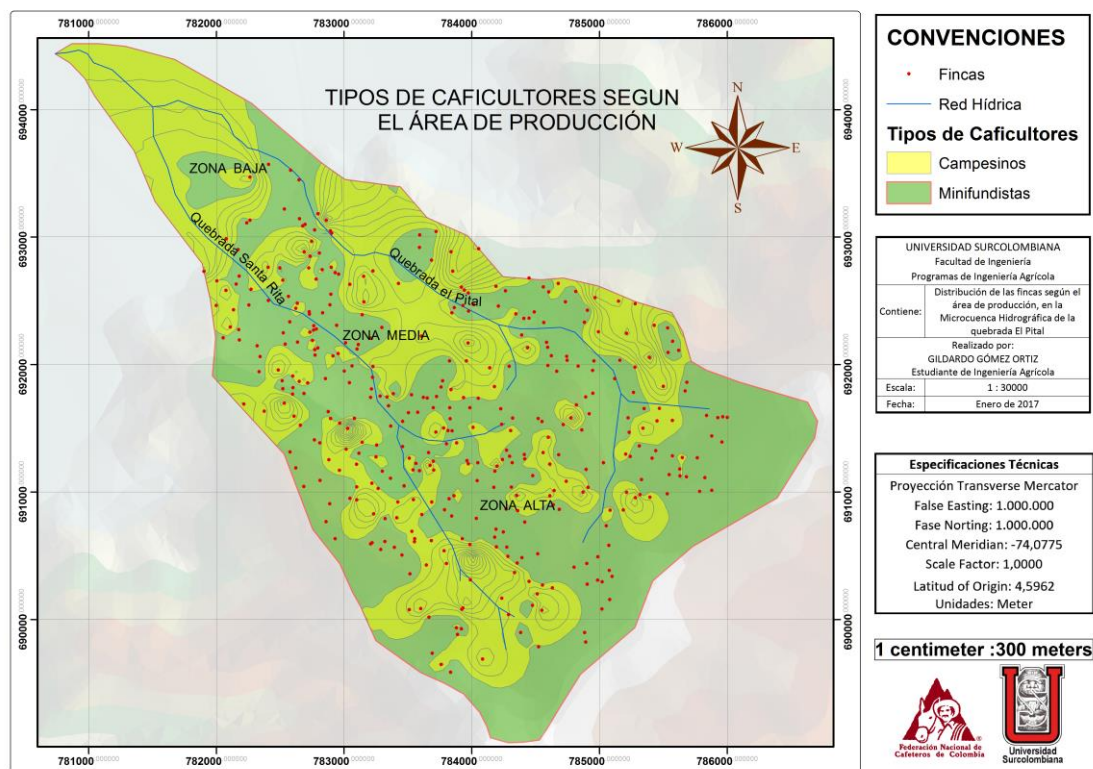


Figura 29. Distribución de la fincas según el área de producción

En la información graficada en la Figura 29 se puede observar que al presentar una menor cantidad de hectáreas cafeteras, pero mayor número de fincas, los caficultores con áreas de producción menores a 1.5 hectáreas sembradas en café (minifundistas) presentan mayor

incidencia e impacto sobre los ecosistemas presentes en la microcuenca por la alta dispersión de sus predios; debido a que a mayor número de fincas es mayor el número de beneficiados y por tanto mayor el número de puntos de vertimiento de pulpa de café al suelo y aguas no tratadas a las fuentes hídricas. A diferencia de los minifundistas, la mayor parte de los productores con áreas inferiores a 10 hectáreas sembradas (campesinos) se hallan concentrados en zonas más pequeñas presentando menor dispersión, por ello y por ser fincas tecnificadas que manejan sistemas de tratamiento de residuos de cosecha (sólidos y líquidos) es posible que presenten una menor incidencia en los ecosistemas edáficos y acuáticos.

*Tabla 11.* Clasificación de los lotes según la variedad cultivada y sistema de producción en relación al tipo de productor

Productor	Variedad			Sistema de Producción		
	Caturra	Castillo	Colombia	Sol	Sombra	Semisombra
<b><i>Minifundista</i></b>	247	194	110	477	10	58
<b><i>Campesino</i></b>	274	240	149	611	10	48

En el Tabla 11 se puede observar la cuantificación y distribución de los lotes cafeteros estudiados, según la variedad, el sistema de producción y principalmente el tipo de caficultor que opta por cada uno de ellos. En el cuadro se hace notorio que independientemente del tipo de caficultor se presenta el mismo comportamiento de cultivo determinado en el análisis de distribución de variedades y sistemas de producción, se prefiere la variedad caturra y el sistema de producción a libre exposición solar, sobre las demás alternativas de cultivo.

## 6. Conclusiones

- En el proceso de caracterización de la microcuenca se observó distintas situaciones de degradación medioambiental muy marcadas, como, vertimiento de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento y realización de rozas y quemas a cielo abierto en la parte alta como practica de preparación del suelo para agricultura.
- Tanto la temperatura (20.4 °C), la evapotranspiración (3 mm/día) y la franja altitudinal presentes en la microcuenca son adecuados para el óptimo desarrollo del cultivo de café, situación que no se presenta con la precipitación anual (1232 mm) y el brillo solar (1.30 h/día); pues los valores óptimos son de 1800 a 2000 mm y 4.5 h/día, respectivamente.
- Se determinó una área cafetera de 626.49 hectáreas en la microcuenca, las cuales se encuentran concentradas mayormente en la parte alta y media, 295.09 y 246.2 ha respectivamente, las 85.2 ha restantes corresponden a la parte baja.
- Se identificó que la variedad más representativa en la microcuenca y en cada una de sus zonas es la Caturra.
- En la microcuenca se evidenció el uso de tres sistemas de producción basados en el índice de luminosidad; a libre exposición solar, sombra y semisombra; de los cuales, el que predomina es a libre exposición solar (555.1 ha), seguido de cultivos con semisombra y sombra (6.4 y 9.99 ha respectivamente).
- En la microcuenca se cuantificó y clasificó 411 fincas cafeteras registradas en el Sistemas de Información Cafetera, de las cuales 268 son minifundistas y 143 son campesinas, en el proceso se evidenció que independientemente del tipo de caficultor, se prefiere la variedad caturra y el sistema de producción a libre exposición solar, sobre las demás alternativas de cultivo.

## 7. Recomendaciones

- Se recomienda exigir más presencia de las autoridades ambientales, como corporación autónoma regional del alto magdalena – CAM, para disminuir los puntos de vertimiento de aguas residuales sin tratar y las prácticas de deforestación para siembra de cultivos en la parte alta.
- Se recomienda implementar policultivos que se adapten a las condiciones climáticas presentes en la región para evitar pérdidas económicas generadas por déficit hídrico en el cultivo de café.
- Debido a que el área cultivada en café cubre el 47,56% de la extensión total de la microcuenca, se recomienda implementar planes de manejo agronómico en los cultivos de café como: aumento en la densidad de siembra y reconversión a variedades resistentes a la roya para así garantizar mejores niveles de productividad y consecuentemente ir disminuyendo la expansión de la frontera agrícola.
- Se recomienda implementar el cultivo de variedad Castillo® en lugar de variedades susceptibles a la roya para evitar el uso de fungicidas para el control de la enfermedad y consecuentemente disminuir los costos de producción, riesgos a la salud pública y deterioro del medio ambiente.
- Teniendo en cuenta el uso potencial del suelo presente en la zona de estudio se recomienda implementar sistemas de producción agroforestales. Además, proteger, conservar y repoblar las áreas boscosas que han sido impactadas por la actividad cafetera.

### Literatura citada

- Alvarado, A. G. (2011). *El Café y la Roya*. Chinchina: Cenicafé.
- Anaya, F. O. (2012). *Caracterización morfológica de la cuenca hidrográfica Chinchao, distrito de Chinchao, provincia Huanuco, región Huanuco*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Cadena, G. G. (2007). Presentación. En FNC-Cenicafe, *Sistemas de Producción de café en Colombia* (pág. 12). Chinchina - Caldas: Cenicafe.
- CAM. (2007). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Guachicos, Pitalito*. Pitalito - Huila: Corporación Autónoma del Alto Magdalena.
- CAM. (2009). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Guarapas, Pitalito*. Pitalito: Corporación Autónoma del Alto Magdalena.
- Cenicafé. (08 de 02 de 2017). *Cenicafé*. Obtenido de Centro Nacional de Investigaciones de Café: [http://www.cenicafe.org/es/index.php/quienes\\_somos/historia](http://www.cenicafe.org/es/index.php/quienes_somos/historia)
- Centro de Empresarios de Andalucía - CEA. (22 de 11 de 2010). *Centro de Empresarios de Andalucía*. (CEA) Recuperado el 22 de 02 de 2017, de Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales: <http://sig.cea.es/SIG>
- Centro de Empresarios de Andalucía - CEA. (22 de 11 de 2010). *Centro de Empresarios de Andalucía*. (CEA) Recuperado el 22 de 02 de 2017, de Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales: <http://sig.cea.es/SIG>
- Cortina, G. H., & Herrera, P. J. (2013). Taxonomía y clasificación del café. En Cenicafé, *Manual del cafetero colombiano* (págs. 119 - 121). Chinchina - Caldas: FNC - Cenicafe.
- Cortina, G. H., Posada, S. H., & Alvarado, A. G. (2005). *Avances técnicos 337. castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya*. Manizales: Cenicafé.
- Cuervo, C. M., Gómez, S. C., Olarte, V. C., Vargas, M. N., Mosquera, I. C., & Dunoyer, M. (2008). *Guía técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en*

*colombia - Segunda versión*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

Esri. (22 de 02 de 2017). *ArcGIS Resources*. (Esri) Recuperado el 22 de 02 de 2017, de ArcGIS Resources: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

Farfán, V. F. (2013). Establecimiento de sistemas agroforestales con café. En M. d. colombiano, *FNC-Cenicafé* (págs. 45-61). Chinchina-Caldas: Cenicafe.

Farfan, V. F. (2016). *Sombrios transitorios para el establecimiento del café*. Manizales: Cenicafé.

Farfán, V. F., & Sacher, A. P. (2016). Densidad de siembra del café variedad castillo en sistemas agroforestales, en el departamento de santander-colombia. En Cenicafé, *Revista Cenicafe N 67 vol 1* (Vol. 1). Chinchina: Cenicafé.

Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (2010). *Estatutos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*. Bogotá: Federación nacional de cafeteros.

Federación Nacional de Cafeteros. (2011). *Capacitación, Sistema de Información Cafetera SICA*. Neiva, Huila: Federación Nacional de Cafeteros.

Federacion Nacional de Cafeteros. (30 de 10 de 2011). *Federación Nacional de Cafeteros*. Obtenido de Pergamino. Información y Gestión de Negocios para Empresarios Cafeteros: [https://www.federaciondecafeteros.org/pergamino-fnc/index.php/comments/sic\\_web\\_herramienta\\_de\\_vanguardia\\_para\\_los\\_cafeteros\\_empresarios/%20](https://www.federaciondecafeteros.org/pergamino-fnc/index.php/comments/sic_web_herramienta_de_vanguardia_para_los_cafeteros_empresarios/%20)

Federacion Nacional de Cafeteros. (2015). *Actualización estructura cafetera de la finca en sica, Código: FE-EX-D-0001*. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros.

Federacion Nacional de Cafeteros. (22 de 12 de 2015). *Federacion Nacional de Cafeteros*. (Federacion Nacional de Cafeteros) Recuperado el 10 de 02 de 2017, de Sistema de Información Cafetera SICA: [https://www.federaciondecafeteros.org/caficultores/es/servicios\\_para\\_el\\_cafetero/sistema\\_de\\_informacion\\_sica-1/](https://www.federaciondecafeteros.org/caficultores/es/servicios_para_el_cafetero/sistema_de_informacion_sica-1/)

- Federacion Nacional de Cafeteros. (02 de 02 de 2017). *Federacion Nacional de Cafeteros*. Obtenido de Comite departamental de caldas: [https://caldas.federaciondecafeteros.org/fnc/nuestros\\_cafeteros/category/118](https://caldas.federaciondecafeteros.org/fnc/nuestros_cafeteros/category/118)
- FNC. (12 de 12 de 2016). *Federación Nacional de Cafeteros*. (Federación Nacional de Cafeteros) Recuperado el 23 de 02 de 2017, de Visión.: [https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/que\\_hacemos/representacion\\_gremial/organos\\_gremiales\\_de\\_la\\_federacion\\_de\\_cafeteros/](https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/que_hacemos/representacion_gremial/organos_gremiales_de_la_federacion_de_cafeteros/)
- FNC, & Jaramillo, V. J. (2015). *Plan operativo desarrollar extensión rural - (CÓDIGO: FE-EX-D-0014)*. Bogotá: Federacion Nacional de Cafeteros.
- Fuentes, J. J. (2004). *Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de tancítaro*. Mexico: Instituto Nacional De Ecología.
- Geosoluciones. (10 de 10 de 2016). *Soluciones Integrales en Geomática, Ingeniería Geoespacial*. (Geosoluciones) Recuperado el 22 de 02 de 2017, de Geosoluciones: <http://www.geosoluciones.cl/global-mapper/>
- Hernández, G. D. (2015). *Estimación de los parámetros morfométricos y las unidades de respuesta hidrológica de la cuenca del río ráquira departamento de boyacá a través del programa swat*. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia.
- Herrera, P. J., Cortina, G. H., & Moncada, B. M. (2012). *Avances Tecnicos 426. Variedad Castillo® Preguntas frecuentes*. Manizales: Cenicafé.
- Instituto del Café de Costa Rica. (2011). *Guía Técnica para el cultivo de café*. Costa Rica: ICAFE-CICAFE. Instituto del Café de Costa Rica.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2014). *Guia Técnica para la formulacion de planes de ordenacion y manejo de Cuencas Hidrograficas POMCAS*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Molina, V. D., Herrera, P. J., Moncada, B. M., Acuña, Z. J., & Cortina, G. H. (2013). Variedades del café; Desarrollo de variedades. En FNC-Cenicafe, *Manual del Cafetero Colombiano* (págs. 170-196). Chinchina-Caldas: Cenicafe.



- Moreno, R. G., & Alvarado, A. G. (2000). *La Variedad Colombia: Veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del café*. CHINCHINA: Cenicafé.
- Pulgarín, A. J. (2007). Factores que determinan la productividad del cafetal. En F. Cenicafe, *Sistemas de producción de café en Colombia* (pág. 22). Chinchina - Caldas: Cenicafe.
- Ramírez, B. V. (2013). Establecimiento de cafetales al sol. En FNC-Cenicafe, *Manual del cafetero colombiano* (págs. 29-42). Chinchina-Caldas: Cenicafe.
- Rivillas, O. C., Cristancho, A. M., Serna, G. C., & Gaitan, B. A. (2011). *La roya del café en Colombia*. Chinchina: Cenicafé.
- Sadeghian, S. (2009). *Calibración de análisis de suelo para N, P, K y Mg en cafetales al sol y bajo semisombra*. Chinchina: Cenicafé.
- Saldías, B. C. (2013). El Servicio de Extensión acompañado de la investigación para una mejor atención a los cafeteros de Colombia. En FNC, *Manual del Cafetero Colombiano* (págs. 49-61). Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros.
- Saldías, B. C. (2013). El servicio de extensión acompañando la investigación para una mejor atención a los cafeteros de Colombia. En FNC-Cenicafe, *Manual del cafetero colombiano* (págs. 48 - 62). Chinchina- Caldas: Cenicafe.
- Useche Valderrama, A. M., & Sanchez Sanchez, V. (2002). *Diagnostico y plan de manejo de la microcuena quebrada La Toma, municipio de Neiva - Huila*. Neiva - Huila: Universidad Surcolombiana.
- Useche, V. A., & Sanchez, S. V. (2002). *Diagnostico y Plan de manejo de la microcuena quebrada la toma, municipio de Neiva - Huila*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Valencia, F. F. (2013). Establecimiento de sistemas agroforestales con café. En M. d. colombiano, *FNC-Cenicafe* (págs. 45-61). Chinchina-Caldas: Cenicafe.
- World Vision. (2004). Conceptos Básicos de Cuencas. En W. Vision, *Manual de Manejo de Cuencas* (págs. 17 - 28). El Salvador: Visión Mundial San Salvador.

ANEXO A. Ubicación de la microcuenca hidrográfica de la quebrada El Pital en el Huila.



Nota de aceptación.

Nota aprobatoria con reconocimiento a un buen trabajo.

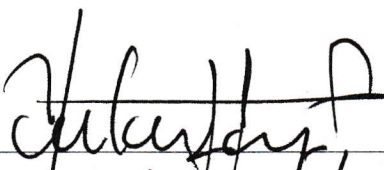
---



Firma del Director

**EDINSON MUJICA RODRÍGUEZ**


Magister en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua



Firma del Jurado

**NÉSTOR ENRIQUE CERQUERA PEÑA**

Magister en Ingeniería Agrícola y  
Dirección Universitaria



Firma del Jurado

**NELSON GUTIÉRREZ GUZMÁN**

Dr., en Tecnología de alimentos