

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS PREDOMINANTES
DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN LA MICROCUENCA LA PLATA, IBAGUÉ-
TOLIMA**

**DANIEL ENRIQUE GUAUQUE MELLADO
LUZ ESTELA BARRETO SÁNCHEZ**

**Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Forestal.**

Director

**ANTONIO JOSÉ GUÍO DUQUE
Magister en Ciencias Ambientales**

Codirector

**JADER MUÑOZ RAMOS
Doctor en Ciencias Agrícolas**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL
INGENIERÍA FORESTAL
IBAGUÉ – TOLIMA
2017**

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO <i>Evaluación del Impacto ambiental de los Sistemas de producción agropecuarios predominantes en la microcuenca La Plata, Ibagué</i>				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): <i>Daniel Enrique Guavare Melgado</i>				
DIRECTOR <i>Antonio Jose Guio Dique / Jader Muñoz Ramos</i>				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1 <i>Luz Elena Borrás Reyes (Esp)</i>				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	<i>4.4</i>	Sustentación (35%)	<i>4.9</i>
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2 <i>Leidy Tatiana Ortega Torres (MSc)</i>				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	<i>4.7</i>	Sustentación (35%)	<i>4.9</i>
CALIFICACIÓN PONDERADA				
	Jurado 1	<i>4.6</i>	Jurado 2	<i>4.8</i>
CALIFICACIÓN FINAL	<i>4.7</i>	Reprobado		Aprobado
Sobresaliente		Meritorio	<input checked="" type="checkbox"/>	Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)		REPROBADO		
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)		APROBADO		
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)		SOBRESALIENTE		
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)		MERITORIO		
Calificación de cinco cero (5.0)		LAUREADO		
OBSERVACIONES				

FIRMAS	
NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
<i>Luz Elena Borrás Reyes</i>	<i>Leidy Tatiana Ortega Torres</i>
COORDINADOR INVESTIGACIONES	
<i>Jamie José E.</i>	
CIUDAD: <i>Ibagué</i>	FECHA DE SUSTENTACIÓN: <i>Abril/26/2017</i>

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 365 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO <i>Evaluación del Impacto Ambiental de los sistemas de producción agropecuarios predominantes en la microcuenca La Plata, Ibagué</i>				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): <i>Luz Estela Barreto Sanchez</i>				
DIRECTOR <i>Antonio Jose Guío Duque / Jader Muñoz Ramos</i>				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1 <i>Luz Elena Borrás Reyes (Esp)</i>				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	<i>4.4</i>	Sustentación (35%)	<i>4.9</i>
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2 <i>Leidy Tatiana Ortega Torres (MSc)</i>				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	<i>4.7</i>	Sustentación (35%)	<i>4.9</i>
CALIFICACIÓN PONDERADA		Jurado 1	<i>4.6</i>	Jurado 2
			<i>4.9</i>	
CALIFICACIÓN FINAL	<i>4.7</i>	Reprobado		Aprobado
Sobresaliente		Meritorio	<i>X</i>	Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)		REPROBADO APROBADO SOBRESALIENTE MERITORIO LAUREADO		
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)				
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)				
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)				
Calificación de cinco cero (5.0)				
OBSERVACIONES				

FIRMAS	
NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
<i>Luz Elena Borrás Reyes</i>	<i>Leidy Tatiana Ortega Torres</i>
COORDINADOR INVESTIGACIONES	
<i>Javier Jope E.</i>	
CIUDAD: <i>Ibagué</i>	FECHA DE SUSTENTACIÓN: <i>Abril 26/2017</i>

“Creemos que los errores del pasado no se deben ni a la ciencia ni a la tecnología, pero si al mal uso que se hizo de ellas. Creemos que el único modo de corregirlos es sirviéndonos de esa ciencia y esa tecnología de manera apropiada, y que la economía, la tecnología y la ecología deben unirse en estudios positivos y constructivos que nos conduzcan a acertar en la escogencia sobre el desarrollo.”

Jacques Yves Cousteau.

Agradezco, primeramente, a Dios, por acompañarme en todo momento.

A la memoria de mi madre y a mi padre, por su paciencia y amor.

A Ever, mi esposo, por su amor, apoyo y confianza.

A mis hermanos Alirio, Luís y Albeiro.

¡Muchas Gracias!

Luz Estela.

A Dios, por ser la guía, el que escucha y nunca falla... ¡Mi paz!

A Leo y Ernesto, quienes sembraron sueños, trazaron metas y llenaron de amor.

A la memoria de Jesús, quien me apoyó en los comienzos de este camino.

A Neidy y Kathe, por enseñarme a amarrar los zapatos, la perseverancia de la vida y por cada momento de soporte incondicional.

A Fer, por su amor, paciencia y colaboración.

A Salomé, con la esperanza de que goce de un ambiente sano.

Daniel E.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus más sinceros agradecimientos a:

Nuestro director Antonio José Guío Duque, M.Sc., y codirector Jader Muñoz Ramos, Ph.D., quienes compartieron sus conocimientos con nosotros, nos brindaron incondicionalmente su tiempo y dirigieron este trabajo paso a paso, dando una guía orientadora sin la cual no habría sido posible la realización de este estudio.

La Universidad del Tolima (Proyecto Servicios ecosistémicos aportados por sistemas agroforestales en laderas de la cuenca del río Combeima (Departamento de Tolima, Colombia) a la gestión del recurso hídrico - Código 290113) y el Sistema General de Regalías, por el soporte financiero y académico brindado para adelantar este estudio.

El Grupo de Investigación en Producción Ecoamigable de Cultivos Tropicales (PROECUT), por el apoyo técnico en la toma de datos y el suministro de materiales.

El equipo interdisciplinario del Laboratorio de Gestión Ambiental, por prestarnos su tiempo y atención, además de su valioso criterio para realizar la valoración de impactos ambientales.

El semillero en Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) y la estudiante de Maestría Perla Tatiana Varón, por su contribución e indispensable soporte en el desarrollo de las diferentes fases de esta investigación.

Jairo Ricardo Mora Delgado, Ph.D., Paola Rodríguez Rodríguez, candidata a Ph.D., y la estudiante de Maestría Yenny Alexandra Ramírez Hernández, por las bases de datos suministradas de la caracterización socioeconómica y de escorrentía del suelo en la microcuenca.

Los productores de las veredas Pastales, La Plata, El Brillante, El Resbalón y El Retiro, porque, sin su tiempo y voluntad de colaboración, habría sido verdaderamente imposible llevar a cabo este estudio.

La señora Marta Chacón por su deliciosa comida, su desinteresada asistencia y por ser el centro de contacto con los demás agricultores.

Por último, a todas aquellas personas que estuvieron favoreciendo y participando en cualquier forma en el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.	19
1. OBJETIVOS.	22
1.1 GENERAL.	22
1.2 ESPECÍFICOS.....	22
2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.	23
2.1 MARCO TEÓRICO.	23
2.1.1 Sistema de producción agropecuario.....	23
2.1.2 Caracterización de los sistemas de producción agropecuarios.....	24
2.1.3 Desarrollo Rural y Agropecuario Sostenible.	24
2.1.4 Impacto ambiental.	26
2.1.5 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).	28
2.1.6 Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	29
2.1.7 Enfoque metodológico del EIA.....	31
2.1.8 Marco legal.	32
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3. METODOLOGÍA.	40
3.1 ÁREA DE ESTUDIO	40
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS PREDOMINANTES DE PRODUCCIÓN (SPP).....	42
3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL.	43
3.3.1 Sistema abiótico.	43
3.3.2 Sistema biótico.....	46
3.3.3 Sistema socioeconómico y cultural.	46
3.4 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	47

3.4.1	Matriz descriptiva de chequeo ambiental.	48
3.4.2	Importancia unitaria del impacto ambiental (IU).	48
3.4.3	Importancia relativa de los impactos (IR).	49
3.4.4	Impacto ambiental global (IG).	50
3.4.5	Plan de Manejo Ambiental (PMA).	52
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	53
4.1	DEMANDA DE LOS SISTEMAS PREDOMINANTES DE PRODUCCIÓN	53
4.1.1	Actividades del sistema de producción de Mora (SP _M).	53
4.1.2	Actividades del sistema de producción de Café (SP _C).	63
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA AMBIENTAL.	70
4.2.1	Caracterización del sistema abiótico.	70
4.2.2	Caracterización del sistema biótico.	87
4.2.3	Caracterización del sistema socioeconómico y cultural.	92
4.3	IMPACTO AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS PREDOMINANTES DE PRODUCCIÓN.	102
4.3.1	Impacto ambiental del Sistema de Producción de Mora (SP _M).	102
4.3.2	Impacto ambiental del sistema de producción de Café (SP _C).	108
4.3.3	ANÁLISIS DEL IMPACTO GLOBAL (IG).	117
4.4	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).	121
5.	CONCLUSIONES.	146
	RECOMENDACIONES.	149
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Acuerdos y tratados internacionales sobre medio ambiente que involucran la presente investigación.	32
Tabla 2. Normas y principios en la constitución política de Colombia de 1991 que enmarcan la presente investigación.	34
Tabla 3. Instrumentos de gestión pública en Colombia que enmarcan la presente investigación.	35
Tabla 4. Nivel de importancia de los impactos unitarios (IU), tanto de carácter positivo como negativo.....	49
Tabla 5. Escala calificativa del impacto global e impacto global neto.	51
Tabla 6. Productos utilizados en las diferentes etapas de la producción de Mora en la microcuenca La Plata.....	56
Tabla 7. Residuos sólidos y líquidos generados las diferentes etapas de la producción de Mora en la microcuenca La Plata.....	62
Tabla 8. Productos utilizados en las diferentes etapas de la producción de café en la microcuenca La Plata.....	67
Tabla 9. Residuos sólidos y líquidos generados a nivel finca en las diferentes etapas de la producción de café sobre la microcuenca La Plata.....	69
Tabla 10. Temperatura media (°C), temperatura media multianual total y evapotranspiración real (ETR) media anual (mm.año ⁻¹) a diferentes altitudes	71
Tabla 11. Resultado de los índices físico-químicos y microbiológicos en las estaciones de muestreo.....	75
Tabla 12. Resultado de los índices bióticos de las estaciones de muestreo analizadas en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	79
Tabla 13. Consolidado de variables físicas evaluadas en suelos de la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	84

Tabla 14. Consolidado de variables químicas evaluadas en suelos de la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).....	85
Tabla 15. Consolidado de variables microbiológicas evaluadas en suelos de la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).....	86
Tabla 16. Coberturas identificadas en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima) .	88
Tabla 17. Áreas protegidas presentes en la microcuenca La plata.	88
Tabla 18. Jerarquización de los impactos ambientales generados en el sistema de producción de Mora (SP _M) en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).....	106
Tabla 19. Jerarquización de los impactos ambientales generados en el sistema de producción de Café (SP _C) en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	112
Tabla 20. Programa de manejo de cobertura vegetal en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	121
Tabla 21. Programa de manejo de suelos en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).....	126
Tabla 22. Programa de manejo del recurso hídrico en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	130
Tabla 23. Programa de manejo de residuos sólidos en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	133
Tabla 24. Programa de manejo riesgos a la salud en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	137
Tabla 25. Programa de potenciación del empleo en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. La evaluación de impacto ambiental y el proceso de transformación del medio ambiente.	29
Figura 2. Estructura conceptual de la evaluación de impacto ambiental y las diferentes medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.	30
Figura 3. Mapa de localización de la microcuenca La Plata (Tolima, Colombia).	40
Figura 4. Esquema metodológico desarrollado para evaluar el Impacto ambiental de los sistemas de producción predominantes en la microcuenca La Plata (Tolima, Colombia).	41
Figura 5. Porcentaje de elementos de protección usados por productores y trabajadores en la aplicación de fertilizantes, abonos y plaguicidas en los sistemas de producción de Mora de la microcuenca La Plata.	63
Figura 6. Porcentaje de elementos de protección usados por productores y trabajadores en la aplicación de fertilizantes, abonos y plaguicidas en los sistemas de producción de café de la microcuenca La Plata.	70
Figura 7. Precipitación promedio mensual multianual (mm.mes^{-1}) en una serie de 30 años (1985 a 2015).	71
Figura 8. Mapa de unidades climáticas presentes en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	73
Figura 9. Valores mensuales medidos en la estación limnimétrica Bocatoma, corriente quebrada La Plata.	74
Figura 10. Resultado de los índices ecológicos aplicados a los macroinvertebrados acuáticos encontrados en las estaciones de muestreo.	78
Figura 11. Mapa de unidades geológicas superficiales presentes en la microcuenca La Plata, Ibagué- Tolima.	80
Figura 12. Mapa fisiográfico de la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	83
Figura 13. Mapa de cobertura y usos del suelo en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	89

Figura 14. Áreas promedio de las diferentes Coberturas, según la descripción de predios de los habitantes de la microcuenca la Plata, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).	94
Figura 15. Mapa de distribución predial en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).....	95
Figura 16. Distribución etárea y de género en hogares de la microcuenca la Plata, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).....	96
Figura 17. Nivel educativo de la muestra analizada de familias asentadas en la microcuenca la Plata, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).	97
Figura 18. Entidades prestadoras de servicios de salud que hacen presencia en la microcuenca la Plata, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).	98
Figura 19. Fuente de ingresos por año de las familias pertenecientes a la microcuenca la Plata, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).	99
Figura 20. Acceso a servicios públicos por parte de los habitantes de la microcuenca La Plata, en el municipio de Ibagué (Tolima, Colombia).	101

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Tipología de los impactos ambientales según los diferentes criterios usados para la interpretación.....	166
Anexo B. Encuesta específica a los sistemas de producción agropecuarios existentes en la microcuenca La Plata (Archivo Digital).....	168
Anexo C. Análisis estadístico de los sistemas de producción predominantes en la microcuenca la Plata (Archivo Digital).....	168
Anexo D. Valores de los diferentes parámetros evaluados en cada una de las estaciones de muestreo, sobre la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).. ...	168
Anexo E. Atributos de la importancia unitaria de los impactos ambientales por el método específico a los sistemas de producción agropecuarios de Gómez-Orea (1988).....	170
Anexo F. Índice de ponderación acordado en el método Delphi para los diferentes niveles (factor, componente, subsistema y sistema) del medio ambiente analizado en la presente investigación.	170
Anexo G. Valores de los diferentes parámetros evaluados en cada una de las estaciones de muestreo, sobre la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).	172
Anexo H. Macroinvertebrados acuáticos encontrados en cada una de las estaciones de muestreo, sobre la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima).....	173
Anexo I. Cálculo de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia para las diferentes especies encontradas en los puntos de muestreo Juntas-Toche (Altura entre 1.765 - 3.400 m.s.n.m.), municipio de Ibagué y el posterior cálculo del IVI. Se incluyeron todos los árboles dap \geq 10 cm.	175
Anexo J. Listado de plantas vasculares con alguna categoría de amenaza, según su hábitat en el departamento del Tolima.....	175
Anexo K. Especies de Anfibios listadas en la microcuenca de la quebrada La Plata según el gradiente altitudinal.	176
Anexo L. Especies de Reptiles listadas en la microcuenca de la quebrada La Plata según el gradiente altitudinal.	177

Anexo M. Especies de Murciélagos listados en la microcuenca de la quebrada La Plata de acuerdo al gradiente altitudinal.	177
Anexo N. Especies de Peces listadas en la microcuenca de la quebrada La Plata según el gradiente altitudinal.	178
Anexo O. Especies de Aves listadas en la microcuenca de la quebrada La Plata, según el gradiente altitudinal.	178
Anexo P. Atributos de los impactos y matrices del sistema de producción predominante de mora (Archivo Digital).	180
Anexo Q. Atributos de los impactos y matrices del sistema de producción predominante de café (Archivo Digital).	180
Anexo R. Atributos de los impactos y matrices del sistema de producción predominante de la situación de entorno inicial o “Sin proyecto” (Archivo Digital).	180
Anexo S. Matriz de Chequeo ambiental de los Impactos Unitarios (IU) generados en las etapas de la producción de Mora (SP _M) en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima) (Archivo Digital).	180
Anexo T. Matriz de Evaluación de la Importancia Unitaria (IU) de los impactos generados en las etapas de la producción de Mora (SP _M) en la microcuenca La Plata, por el método de Gómez-Órea (1988) (Archivo Digital).	181
Anexo U. Matriz de Evaluación de la Importancia Relativa (IR) de los impactos generados en las etapas de la producción de Mora en la microcuenca La Plata, por el método de Muñoz (2007) (Archivo Digital).	181
Anexo V. Matriz de Chequeo ambiental de los Impactos Unitarios (IU) generados en las etapas de la producción de Café en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima) (Archivo Digital).	181
Anexo W. Matriz de Evaluación de los Importancia Unitarios (IU) de los impactos generados en las etapas de la producción de café en la microcuenca La Plata, según Gómez-Órea (1988) (Archivo Digital).	181
Anexo X. Matriz de Evaluación de la Importancia Relativa (IR) de los impactos generados en las etapas de la producción de Café en la microcuenca La Plata, por el método de Muñoz (2007) (Archivo Digital).	181

Anexo Y. Matriz de Evaluación del Impacto Global (IG) para las actividades antrópicas realizadas en el entorno inicial (o sin proyecto) en la microcuenca La Plata (Ibagué, Tolima) (Archivo Digital).	181
Anexo Z. Matriz de Evaluación del Impacto Global (IG) generado en las etapas de la producción de Mora en la microcuenca La Plata, por el método de Muñoz (2007) (Archivo Digital).	181
Anexo AA. Matriz de Evaluación del Impacto Global (IG) generado en las etapas de la producción de Mora en la microcuenca La Plata, por el método de Muñoz (2007) (Archivo Digital).	181
Anexo BB. Diferentes herramientas del Diagnostico Rural Participativo (DRP), usadas para la descripción de actividades productivas de las fincas de la Microcuenca La Plata.	182
Anexo CC. Toma de muestras de calidad de suelo (a la derecha) y de calidad de agua (a la izquierda) en estaciones de muestreo seleccionadas sobre la microcuenca La Plata.	182
Anexo DD. Fruto de la mora y las drupas pequeñas que lo conforman.	183
Anexo EE. Labores de reproducción asexual de la mora por acodo de punta.	183
Anexo FF. Antracnosis del fruto, muerte descendente, secadera o palo negro (Colletotrichum gloesporioides).	184
Anexo GG. Disposición de residuos peligrosos sobre los cultivos de mora en las fincas de la microcuenca La Plata.	184
Anexo HH. Almácigo de plántulas de café presiembra y adaptación en una finca de la microcuenca La Plata.	185
Anexo II. Labores de mantenimiento del cultivo de café. Control mecánico con guadaña en las fincas de la microcuenca La Plata.	185
Anexo JJ. Ejemplo de estructuras de secado del café o Marquesinas usadas en las fincas de la microcuenca La Plata.	186
Anexo KK. Quema de residuos realizadas en las fincas de la microcuenca La Plata.	186

Anexo LL. Diferentes coberturas encontradas (cultivos transitorios y permanentes, pastos, bosque natural e intervenido, entre otras) en la microcuenca La Plata, Ibagué- Tolima.	187
Anexo MM. Ejemplar de Amazona ochrocephala (Loro real) en los sistemas de producción agrícolas de la microcuenca La Plata, Ibagué- Tolima.	187
Anexo NN. Zona de belleza paisajística que caracteriza la microcuenca La Plata, Ibagué- Tolima. Fuente: La presente investigación.	188
Anexo OO. Tipo de viviendas predominantes en la microcuenca La Plata, Ibagué- Tolima.	188