

VALORACIÓN ECOLÓGICA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE
PLÁTANO EN LA VEREDA LAS MORAS DEL MUNICIPIO DE BARRANCA DE UPIA-
META.



LUZ HELENA GUAÑARITA GÓMEZ

MARÍA PAULA VARGAS CASAS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2023

VALORACIÓN ECOLÓGICA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE
PLÁTANO EN LA VEREDA LAS MORAS DEL MUNICIPIO DE BARRANCA DE UPIA-
META.

LUZ HELENA GUAÑARITA GÓMEZ

MARÍA PAULA VARGAS CASAS

Trabajo de grado modalidad de auxiliatura de investigación para optar el título de Ingeniero
Ambiental

Directora

LEIDY JOHANA ARIZA MARÍN

Economista, MSc Gestión Ambiental Sostenible, PhD Geografía

Co-Director

SAÚL MARTÍNEZ MOLINA

Ingeniero Químico, MSc en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2023

Autoridades Académicas

P. José MESA ANGULO, O. P.

Rector General

P. Eduardo GONZÁLEZ, O. P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O. P.

Rector Sede Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O. P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

William PEÑARANDA ZÁRATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Contenido

	Pág.
Resumen	10
Abstract	11
Introducción.....	12
1 Justificación.....	15
2 Objetivos de la investigación	17
2.1 Objetivo General	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3 Objetivos de la auxiliatura	18
3.1 Objetivo General.....	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4 Descripción y análisis de las actividades realizadas	19
4.1 Delimitación del área de estudio.....	19
4.1.1 Identificación de cultivos.....	19
4.1.2 Ubicación toma de muestras.....	20
4.1.3 Toma de encuestas y talleres.	20
4.2 Identificación de servicios ecosistémicos.	21
4.3 Diseño de instrumentos.....	24
4.3.1 Encuesta.....	24
4.3.2 Taller (Método AHP).....	24
4.4 Valoración ecológica. Recolección de muestras de suelo	27
4.5 Caracterización.	29
4.5.1 Disponibilidad de Nutrientes	30
4.5.2 Disponibilidad de actividad microbiana	31
4.5.3 Resistencia a la Erosión.....	32
4.5.4 Capacidad de enraizamiento	32
4.6 Valoración Social. Encuesta y taller	33
4.6.1 Encuesta.....	33
4.6.2 Taller (Método AHP).....	40
4.7 Valoración económica.	50

4.7.1	Ingresos del productor.	50
4.7.2	Costos de producción.....	54
4.8	Hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas	58
5	Conclusiones	59
6	Referencias bibliográficas.....	61
7	Anexos	66

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Identificación de servicios ecosistémicos en el área de estudio.	21
Tabla 2. Parámetros para cada uno de los servicios ecosistémicos asociado al recurso suelo.	23
Tabla 3. Escala para el desarrollo de la metodología AHP por Saaty (1980).	25
Tabla 4. Resultados obtenidos para cada uno de los parámetros.	29
Tabla 4. Continuación.	30
Tabla 5. Resultados de la matriz AHP realizada a productores.	41
Tabla 6. Resultados de la matriz AHP realizada a investigadores	43
Tabla 7. Resultados de la matriz AHP realizada a académicos.	45
Tabla 8. Resultados de la matriz AHP realizada a representantes de entidades (funcionario de la Alcaldía).	46
Tabla 9. Vectores propios calculados para cada grupo de expertos.	47
Tabla 10. Solución general del vector propio agregado de cada uno de los grupos de expertos.	49
Tabla 11. Ruta metodológica para el cálculo del valor de producción agrícola.	50
Tabla 12. Comportamiento del precio del plátano hartón en el 2022.	53
Tabla 13. Variación de los Costos de Producción del Plátano por Ha.	55
Tabla 14. Utilidades de cada uno de los predios.	57

Lista de Figuras

	Pag.
Figura 1. Localización y delimitación del área de estudio para la toma de muestras de suelo, Barranca de Upía-Meta.....	20
Figura 2. Formato de encuesta comparativa de los aspectos de valor.	26
Figura 3. Implementación de la matriz AHP a los productores.	27
Figura 4. Metodología utilizada para la toma de muestras In-situ.	28
Figura 5. Género de los encuestados.	34
Figura 6. Edades de los encuestados.	34
Figura 7. Nivel máximo de educación de los encuestados.	35
Figura 8. Estado Civil de los encuestados.	35
Figura 9. Presencia de los tipos de cultivos en cada uno de los predios.	36
Figura 10. Área en Ha del cultivo de plátano y otros cultivos en cada uno de los predios.	37
Figura 11. Productividad del cultivo de plátano (Ton/año) de cada uno de los predios.	37
Figura 12. Frecuencia con que se realiza la cosecha del cultivo de plátano.....	38
Figura 13. Tipos de fertilizantes utilizados en cada predio.	39
Figura 14 . Consumo de agua y riego de la misma o diferente fuente.	39
Figura 15. Fuentes de captación de agua para consumo y riego en cada uno de los predios.	40
Figura 16. Asignación de importancia a los componentes de valor según los productores.	43
Figura 17. Asignación de importancia a los componentes de valor según los investigadores.	44
Figura 18. Asignación de importancia a los componentes de valor según los académicos.	46
Figura 19. Asignación de importancia a los componentes de valor según el representante de entidades.	47
Figura 20. Comparación de importancia de los tipos de valor entre los grupos de expertos.	48
Figura 21. Asignación de importancia conjunta de cada uno de los criterios.	49

Figura 22. Ingresos del Plátano Hartón en Kg a centrales de Abastos procedentes de Barranca de Upía-Meta para el año 2022.51

Figura 23. Comportamiento del precio mayorista del Plátano Hartón al consumidor.52

Figura 24. Rendimiento del cultivo de plátano en (Ton/Ha).....52

Figura 25. Variación de los Costos de Producción del Plátano por Ha.56

Figura 26. Portada de Hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de plátano.
.....58

Lista de Anexos

	Pag.
Anexo 1. Hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de plátano.....	66
Anexo 2. Lista de cotejo para la identificación de presencia y ausencia de los SE.	66
Anexo 3. Métodos para la medición de los parámetros presentes en los SE asociados al recurso suelo.	67
Anexo 4. Formato de encuesta.	68
Anexo 5. Imágenes para la implementación del taller del método AHP.	74
Anexo 6. Respuestas de la matriz AHP de cada uno de los expertos.....	75
Anexo 7. Evidencia fotográfica del muestreo de suelo.	77

Resumen

Este trabajo presenta una valoración ecológica, social y económica de los servicios ecosistémicos asociados a la producción agrícola de la vereda Las Moras en el municipio de Barranca de Upía, Meta. El desarrollo de este proyecto se dividió en cuatro fases, la primera consistió en la valoración ecológica por medio del análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos como pH, calcio, capacidad de intercambio catiónico, potasio, carbono orgánico, zinc, humedad, resistencia a la penetración, color, precipitación, textura, porosidad, compactación, glucosidasa y catalasas en suelos de dos predios agrícolas escogidas aleatoriamente. En la segunda fase se realiza la valoración social por medio de la aplicación de encuestas semiestructuradas y la aplicación del modelo Analytic Hierarchy Process (AHP). En la tercera fase se realizó la valoración económica por medio de la estimación de ingresos y egresos de la cadena productiva del plátano. Finalmente se construyó una hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de plátano. Los resultados de la aplicación de esta metodología, en general muestran que la calidad de los suelos ha permitido tener un buen rendimiento en la producción de los cultivos de plátano y otros cultivos, sin embargo la mejora en algunas prácticas como el riego, la fumigación, la fertilización entre otras, podrían mejorar de forma directa los ingresos y la calidad de vida de los agricultores e indirectamente el impacto sobre la degradación de los suelos y el agotamiento del recurso hídrico; también se estableció que el servicio ecosistémico más relevante para los agricultores es el que les provee alimento por encima de otros como la regulación y ciclo de nutrientes, las posibilidades no aprovechadas con la ciencia actual, importancia de existencia para las futuras generación y el legado.

Palabras Clave: Servicios ecosistémicos, calidad del suelo, buenas prácticas agrícolas, proceso analítico jerárquico, cultivo de plátano.

Abstract

This paper presents an ecological, social and economic assessment of the ecosystem services associated with the agricultural production of the village of Las Moras in the municipality of Barranca de Upía, Meta. The development of this project was divided into four phases, the first consisted of the ecological assessment through the analysis of physical-chemical and microbiological parameters such as pH, calcium, cation exchange capacity, potassium, organic carbon, zinc, moisture, penetration resistance, color, precipitation, texture, porosity, compaction, glucosidase and catalases in soils of two randomly chosen agricultural properties. In the second phase, the social assessment is carried out through the application of semi-structured surveys and the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) model. In the third phase, the economic valuation was carried out by means of the estimation of income and expenses of the plantain production chain. Finally, a roadmap of good agricultural practices for plantain cultivation was built. The results of the application of this methodology, in general, show that the quality of the soils has allowed to have a good yield in the production of plantain crops and other crops, however, the improvement in some practices such as irrigation, fumigation, fertilization among others, could directly improve the income and quality of life of farmers and indirectly the impact on soil degradation and the depletion of the water resource; it was also established that the most relevant ecosystem service for farmers is the one that provides them with food above others such as nutrient regulation and cycling, untapped possibilities with current science, importance of existence for future generations and legacy.

Key Word. Ecosystem services, soil quality, good agricultural practices, analytic hierarchy process, plantain cultivation.

Introducción

El suelo como componente natural ha jugado un papel importante en la preservación, restauración y conservación de ecosistemas, su relevancia radica en que provee servicios ecosistémicos esenciales para el equilibrio terrestre (Bedoya & Marín, 2019); además, es el ecosistema más complejo y diverso del mundo, ya que proporciona a la humanidad el 98,8% de sus alimentos (Robinson & Saúco, 2010). Los suelos brindan una amplia gama de servicios, desde el almacenamiento de carbono y la regulación de gases de efecto invernadero, hasta la mitigación de inundaciones; pero el suelo es un recurso finito, y el rápido crecimiento de la población humana junto con el aumento del consumo está ejerciendo una presión sin precedentes sobre los suelos a través de la intensificación de la producción agrícola (Brussaard et al., 2007).

En Colombia en el año 2012 fue formulada la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), con el fin de proponer un cambio en la forma en cómo es abordada la gestión de la biodiversidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), por ello, a partir de la PNGIBSE, en Colombia surgió una metodología, en el cual se pretende reconocer el valor de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad para soportar la toma de decisiones conocida como Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (VIBSE) (Rincón-Ruíz et al., 2014).

Los suelos proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos que satisfacen las necesidades humanas, de acuerdo a (Kopittke et al., 2019; Millennium Ecosystem Assessment (program), 2005) agrupó los servicios ecosistémicos (SE) en cuatro categorías; los **servicios de aprovisionamiento**, “son aquellos beneficios materiales que son obtenidos de los ecosistemas como alimentos, fibra, combustible, bioquímicos, recursos genéticos y agua pura”; los **servicios de regulación**, “son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, tales como la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones”; los **servicios de soporte**, “son necesarios para llevar a cabo la producción de todos los otros servicios de los ecosistemas como ciclo de nutrientes”, y por último los **servicios culturales**, “son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas como valores espirituales y religiosos” (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.(FAO), 2018).

Los servicios ecosistémicos del recurso suelo dependen de las propiedades del suelo y su interacción, ya que en su mayoría están influenciados por su uso y manejo (Hawker et al., 2020). Por lo tanto los deslizamientos de tierra, la erosión, la disminución del carbono del suelo y la biodiversidad conducen a la degradación del suelo, lo que constituye un grave desafío mundial para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los ecosistemas, es por ello que de acuerdo a (Adhikari & Hartemink, 2016), existen parámetros claves para la valoración de servicios ecosistémicos, en el cual, para los SE de aprovisionamiento, regulación y soporte se evalúa el rendimiento en la producción, la disponibilidad de nutrientes por medio del pH, porosidad del suelo, textura, temperatura del suelo, conductividad eléctrica, capacidad catiónica, saturación de bases totales, contenido de carbono orgánico, humedad, penetración, disponibilidad de actividad microbiológica, densidad, conductividad hidráulica.

El manejo sostenible del suelo proporciona rendimiento en la producción asegurando la cadena alimenticia, es por ello que en 1997, se implementó el término de Buenas prácticas agrícolas (BPA), con el fin de lograr un manejo adecuado de las explotaciones agrícolas, esto permite que “los agricultores desarrollen criterios de calidad e inocuidad para proteger su salud y el bienestar de las personas que consumen sus productos” (Torrado Pacheco, 2015).

El método de transferencia de beneficios por valores fijos fue descrita por (Rosenberger & Loomis, 2003), el cual define que “la transferencia de beneficios consiste en el traspaso del valor monetario de un bien ambiental (denominado sitio de estudio) a otro bien ambiental (denominado sitio de intervención)” (Saldarriaga & Patiño, 2016). Este método es utilizado para estimar las utilidades de los productores al no obtener una información precisa.

El presente proyecto tuvo como objetivo general; Valorar ecológica, social y económicamente los servicios ecosistémicos asociados a la producción agrícola con el fin de generar estrategias de uso sostenible del suelo de las fincas de la Vereda Las Moras en el Municipio de Barranca de Upía-Meta; en el cual se plantearon objetivos específicos; Devaluar la calidad del suelo por medio de un análisis físico-químico de los factores asociados al servicio ecosistémico de aprovisionamiento, soporte y regulación presentes en la producción agrícola de la vereda las Moras;

II) determinar la percepción de los actores clave involucrados con su gestión para priorizar los servicios ecosistémicos asociados a la producción agrícola empleando el método de proceso analítico jerárquico (AHP); III) realizar una valoración económica del aporte de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, soporte y regulación, a partir del método de transferencia de beneficios por valores fijos.

1 Justificación

La agricultura es una de las actividades más importantes para el ser humano, debido a que esta se encarga de proveer de alimentos para el consumo, lo cual, para que este proceso ocurra el suelo debe tener unas óptimas condiciones, de manera que se hace necesario contar con estudios relacionado con la calidad del suelo y sus servicios ecosistémicos (SE)(Banco Mundial, 2023).

Este proyecto busca identificar y plantear estrategias de manejo sostenible para el recurso suelo, a partir del contexto particular del municipio de Barranca de Upía en donde los usos del suelo han cambiado considerablemente, de acuerdo al informe dado por el (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2016), más del 60% de la cuenca del río Upía utilizaban de manera inadecuada el recurso suelo, debido a que los años anteriores estos suelos eran utilizados para la ganadería, generando así, alteraciones en su composición y características(Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2016), de esta manera, se busca ampliar el conocimiento en aspectos ecológicos, sociales y económicos que ayudan en gran medida a la comunidad y a la sostenibilidad de este recurso con base a los objetivos planteados en el plan de desarrollo municipal del municipio de barranca de Upía, meta (Municipal, 2020).

La valoración social es una parte fundamental para el proyecto, ya que permite identificar el nivel de importancia que tienen los SE del suelo para los agricultores, por medio del método de procesos analíticos jerárquico (AHP) se obtiene información que permite conocer herramientas y estrategias para realizar un manejo adecuado del suelo, acompañado de encuestas realizadas a los productores.

La implementación del manejo sostenible del suelo se complementa, por medio de la valoración económica, lo cual permite el empleo de valores monetarios de bienes ambientales estimados en un contexto de- terminado para estimar los beneficios de un bien parecido, o bajo distinto contexto, del cual se desconoce su valor (Saldarriaga & Patiño, 2016),es decir, de acuerdo a las pérdidas o ganancias del cultivo, se determina si el suelo requiere fortalecerse o no para mejorar su producción, trayendo beneficios a el productor a su cultivo y a la economía; permitiendo mejorar

la rentabilidad de la zona, la cual se vio afectada por la explotación inadecuada, poca tecnificación y falta de cadenas de comercialización en la zona (Municipal, 2020) ,

Por consiguiente, la valoración ecológica, social y económica, contribuye al cumplimiento del objetivo planteado en el plan de desarrollo municipal, donde buscan mejorar sus prácticas agrícolas, las cadenas de producción y de comercialización(Municipal, 2020), de igual manera ampliar la vida útil del cultivo para el sostenimiento de las futuras generaciones. Así mismo tener información de la condición actual del suelo para futuros estudios a implementar.

2 Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo General

Evaluar la calidad de suelos y sus servicios ecosistémicos en sistemas productivos agrícolas (SPA) del Municipio de Barranca de Upía-Meta.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado general de la calidad del suelo.
- Valorar los servicios ecosistémicos del suelo asociados a los cultivos objeto de estudio.
- Proponer recomendaciones de manejo sostenibles del suelo y sus servicios ecosistémicos.

3 Objetivos de la auxiliatura

3.1 Objetivo General

Valorar ecológica, social y económicamente los servicios ecosistémicos asociados a la producción agrícola con el fin de generar estrategias de uso sostenible del suelo de los predios de la Vereda Las Moras en el Municipio de Barranca de Upía-Meta.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad del suelo por medio de un análisis físico-químico de los factores asociados al servicio ecosistémico de aprovisionamiento, soporte y regulación presentes en la producción agrícola de la vereda las moras.
- Determinar la percepción de los actores clave involucrados con su gestión para priorizar los servicios ecosistémicos asociados a la producción agrícola empleando el método de proceso analítico jerárquico (AHP).
- Realizar una valoración económica del aporte de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, soporte y regulación, a partir del método de transferencia de beneficios por valores fijos.

4 Descripción y análisis de las actividades realizadas

4.1 Delimitación del área de estudio.

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el municipio de Barranca de Upía al norte del Departamento del Meta, éste limita por el norte con San Luis de Gaceno-Boyacá y Sabanalarga-Casanare, al sur con el Municipio de Cabuyaro-Meta, al oriente con Villanueva- Casanare y el río Upía y por el occidente con Paratebueno-Cundinamarca.

El municipio de Barranca de Upía-Meta se caracteriza por la alta producción agrícola, dentro de los cuales se pueden encontrar cultivos de arroz, algodón, cítricos, maíz, yuca y plátano, que contribuyen en gran medida a la economía de los agricultores de este municipio (Municipal, 2020) por tal motivo, este proyecto se desarrolló en la Vereda Las moras que tiene una extensión aproximada de 588.39 Ha, ya que es el área con mayor intensidad agrícola.

4.1.1 Identificación de cultivos.

Se llevó a cabo la visita de campo en compañía del personal de apoyo de la oficina de desarrollo agropecuario municipal, quien era la persona experta en los cultivos y los predios, y con la ayuda de él, se seleccionaron diez de los doce predios agrícolas de la vereda.

De acuerdo a lo observado en campo y a la entrevista con los productores de los predios, los cultivos de mayor producción que se evidenciaron en cada uno de los predios de la Vereda Las Moras fueron:

- Plátano
- Cítricos
- Maíz

De igual manera, se evidenciaron cultivos de menor producción como:

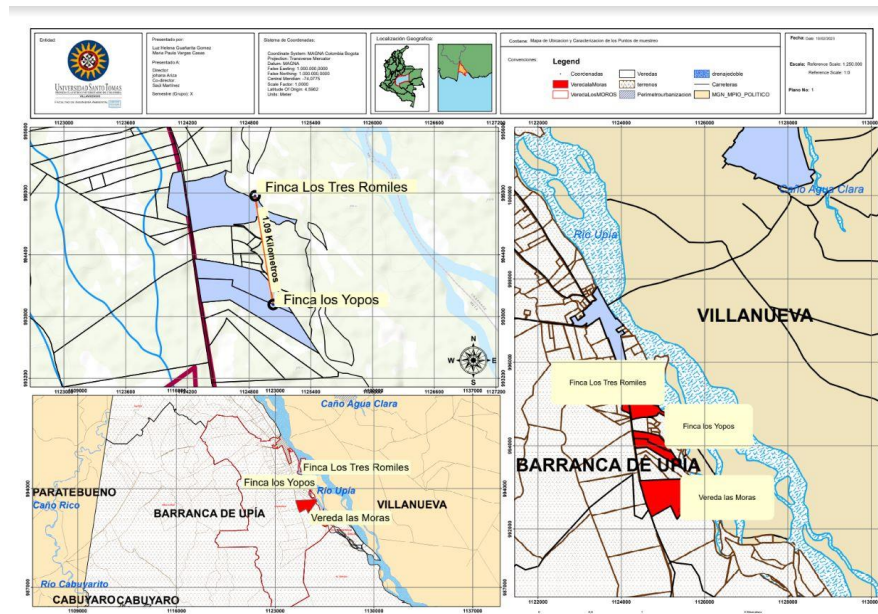
- Aguacate
- Cacao
- Papaya
- Yuca

4.1.2 Ubicación toma de muestras.

La recolección de las muestras de suelo fueron tomadas en dos predios situados en la vereda Las Moras; el predio los Tres Romiles abarca aproximadamente un área de 8 Ha, ubicado en las coordenadas geográficas Latitud 04°32'59.60" N, Longitud 72°57'08.70" W , por otro lado, el predio Los Yopos abarca aproximadamente un área de 21 Ha, el cual está ubicado en las coordenadas geográficas Latitud 04°32'24.71" N y Longitud 72°57'02.22" W; cada predio tiene una distancia aproximada de 1.09 km. Debido a que todas los predios se encontraban en la misma zona, existe una homogeneidad del tipo de suelo según lo observado en campo, por ende y ajustándose al presupuesto del macroproyecto se seleccionaron estas dos, corroborando con los resultados obtenidos en el muestreo de suelos.

Figura 1.

Localización y delimitación del área de estudio para la toma de muestras de suelo, Barranca de Upía-Meta.



Nota. Mapa elaborado por Vargas M,2023

4.1.3 Toma de encuestas y talleres.

La toma de encuestas fue realizada los días 8 y 9 de septiembre de 2022 a los productores de los diez predios seleccionados para el estudio, ubicados en la vereda Las Moras.

- Predio Los Tres Romiles
- Predio Parte Bonanza
- Predio El Esfuerzo
- Predio Los Pericos
- Predio Nápoles
- Predio Los Yopos
- Predio Guinance
- Predio La Guadua
- Predio El Progreso
- Predio Las Moras

4.2 Identificación de servicios ecosistémicos.

La identificación de los servicios ecosistémicos se llevó a cabo mediante la observación directa realizada en el área de estudio, a través de una lista de cotejo (Anexo 2) con los servicios ecosistémicos mencionados en el Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (Millennium Ecosystem Assessment (program), 2005) en la cual, se definió su presencia y ausencia, lo anterior se realiza teniendo en cuenta las funciones que cada servicio cumple en el suelo.

De acuerdo a la observación directa en campo y a la revisión bibliográfica se evidencio la presencia y ausencia de los servicios ecosistémicos presentes en la zona de estudio de acuerdo al recurso suelo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.
Identificación de servicios ecosistémicos en el área de estudio.

<i>Tipo de Servicio ecosistémico</i>	<i>Servicios ecosistémicos</i>	<i>Presencia</i>	<i>Ausencia</i>
	Alimento	x	
<i>Aprovisionamiento</i>	Madera y Fibras		x
	Recursos genéticos		x

Tabla 1.

Continuación

<i>Tipo de Servicio ecosistémico</i>	<i>Servicios ecosistémicos</i>	<i>Presencia</i>	<i>Ausencia</i>
	Productos bioquímicos, Medicinas naturales, Productos farmacéuticos		x
	Recursos ornamentales		x
	Agua dulce		x
	Regulación del clima		x
	Regulación de la calidad del aire		x
	Regulación hídrica		x
	Regulación de plagas		x
Regulación	Capacidad de enraizamiento	x	
	Regulación de enfermedades		x
	Sumidero de Dióxido de Carbono	x	
	Regulación de la erosión	x	
	Purificación de agua y Tratamiento de residuos		x
	Polinización		x
	Formación del suelo		x
	Fotosíntesis		x
Soporte	Ciclo de nutrientes	x	
	Producción primaria	x	
	Ciclado del agua		x
	Valores espirituales y religiosos		x
	Valores educativos		x
Culturales	Diversidad cultura		x
	Belleza escénica		x
	Recreación y ecoturismo		x

Conforme a la tabla 1, se identificaron los tres tipos de S.E (Servicios Ecosistémicos) presentes en la zona de estudio, como lo es el servicio de aprovisionamiento, soporte y regulación. Para poder realizar la valoración de cada uno de estos S.E, se tuvieron en cuenta variables físicas, químicas y biológicas que fueron obtenidas en la recolección y estudio de las muestras de suelo.

Tabla 2.

Parámetros para cada uno de los servicios ecosistémicos asociado al recurso suelo.

Tipos de servicios ecosistémicos	Servicios Ecosistémicos	Parámetros	
<i>Aprovisionamiento</i>	Alimento	Rendimiento (Ton/Año))	
		pH	
		Calcio soluble (meq/100g)	
		Capacidad de intercambio catiónico	
		Disponibilidad de Nutrientes	Potasio intercambiable (ppm)
		<i>Soporte</i>	Contenido de Carbono orgánico (%)
			Zinc total
			Sodio cambiabile
			Disponibilidad de actividad microbiológica
		<i>Regulación</i>	Resistencia a la erosión
Humedad			
Resistencia a la erosión	Resistencia a la penetración		
	Color		
	Precipitación (mm)		
	Disponibilidad de agua		Porosidad
Capacidad de enraizamiento	Textura (revisar lo de proyecto)		
	Porosidad total		
	Compactación		
Sumidero de Dióxido de Carbono	Humedad		
	Porosidad total		

4.3 Diseño de instrumentos

4.3.1 Encuesta

Se diseñó una encuesta multicriterio adaptada a las necesidades del macroproyecto, según (López, 1998) la encuesta tiene un enfoque metodológico descriptivo, ya que el propósito es describir con precisión la información recolectada en la zona de estudio. Además, el campo de aplicación de la encuesta es la cultura y la sociedad, puesto que se realizó con fines académicos. La encuesta se divide en tres secciones como se puede apreciar en el anexo 4, las preguntas de la primera sección son entorno a los datos generales del agricultor o productor del predio, como nombre, género, edad, nivel de educación, estado civil y composición del núcleo familiar; la segunda sección, las preguntas están dirigidas a la caracterización de los cultivos, como nombre del predio, área, tipos de cultivo, área del cultivo del plátano, frecuencia con que se realiza la cosecha, productividad del cultivo, tipo de fertilizante, fuente para riego y consumo. Por último, la tercera sección se enfoca en la estructura de costos e ingresos.

4.3.2 Taller (Método AHP).

La metodología desarrollada por Saaty en 1980 (Leguizamón Sierra & Yepes González, 2014a) y adaptada por Aznar y Estruch en el 2015 (Bolaños Briceño, 2014), fue el instrumento que se utilizó para la recolección de información de los aspectos intangibles en los cultivos de plátano, el cual, se enfocó en la evaluación social. El proceso de jerarquía analítica (AHP) es uno de los métodos multicriterio más populares y ampliamente utilizados, la clasificación/selección se realiza con respecto a un objetivo general, que se desglosa en un conjunto de criterios, la aplicación de la metodología consiste en establecer los pesos de importancia que se deben asociar a los criterios para definir el objetivo general, lo anterior se hace comparando los criterios por pares (Ramanathan, 2004).

El método AHP, consiste en realizar una comparación binaria, en el cual, se tiene como resultado una matriz de comparaciones pareadas, evidenciando el nivel de preferencia de un criterio a otro; seguido a esto se calcula el vector propio para cada criterio, con el objetivo de comparar dichas respuestas entre sí, obteniendo una jerarquización donde se evidencie la preferencia que cada

encuestado tuvo para cada una de las alternativas de decisión (Bolaños Briceño, 2014). Para categorizar cada una de las respuestas se tiene la siguiente escala adaptada de (Leguizamón Sierra & Yepes González, 2014b).

Tabla 3.

Escala para el desarrollo de la metodología AHP por Saaty (1980).

Importancia/ preferencia	Intensidad	Significado
1	Igual importancia. Igual o diferente a... Importancia moderada.	Al comparar un elemento con otro no hay diferencia entre ellos
3	Ligeramente más importante o preferido que... Importancia fuerte.	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que... Importancia muy fuerte.	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que... Extrema importancia de un elemento sobre otro.	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que.	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.

Luego de obtener el vector propio para cada uno de los criterios se procede a calcular el ratio de consistencia para poder conocer la coherencia de las decisiones plasmadas en la matriz, es de mencionar que se descarta las respuestas donde el valor en el ratio de consistencia fuese superior al 10% (Bolaños Briceño, 2014).

La implementación de la matriz AHP se desarrolló durante los días 8 y 9 de septiembre de 2022. A cada productor de los predios se les presentó las imágenes (*ver anexo 5*) asociadas a cada uno de los componentes de valor establecidos en la matriz (*Ilustración 2*), cada uno de los valores tenía una intención representativa distinta, el cual, el valor de uso directo hacía referencia a (provisión de alimentos), el valor de uso indirecto (regulación y ciclo de nutrientes), valor de opción (posibilidades no aprovechadas con la ciencia actual), valor de existencia (importancia para las futuras generaciones) y valor de legado (futuras generaciones). El objetivo consistió en comparar una imagen con la otra obteniendo el nivel de importancia que cada encuestador daba a cada pareja de componentes.

Figura 2.

Formato de encuesta comparativa de los aspectos de valor.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE VILLAVICENCIO										
Comparación de la importancia de los aspectos de valor del recurso suelo de la vereda Las Moras del municipio de Barranca de Upía										
Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	IGUAL	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Valor de uso directo										Valor de uso indirecto
Valor de uso directo										Valor de opción
Valor de uso directo										Valor de existencia
Valor de uso directo										Valor de legado
Valor de uso indirecto										Valor de opción
Valor de uso indirecto										Valor de existencia
Valor de uso indirecto										Valor de legado
Valor de opción										Valor de existencia
Valor de opción										Valor de legado
Valor de existencia										Valor de legado

De acuerdo a la matriz AHP, adaptado por (Bolaños Briceño, 2014) se hicieron diez comparaciones de valor (*Ilustración 2*). Para establecer la relevancia del criterio, se utilizaron 8 piedras (*Ilustración 3*), en donde cada productor encuestado debía distribuir las en los pares de

imágenes, de tal manera que si consideraba que las dos imágenes tenían la misma importancia, este ubicaría igual cantidad de piedras a cada una, es decir 4 piedras en una imagen y 4 piedras en la otra, por otro lado, si la persona consideraba que una imagen era más relevante que la otra, se le asignaría una cantidad de piedras mayor, utilizando siempre las 8.

Figura 3.

Implementación de la matriz AHP a los productores.



4.4 Valoración ecológica. Recolección de muestras de suelo

La recolección de las muestras se llevó a cabo en junio del año 2022 en temporada de lluvia, en el predio Los Tres Romiles y predio Los Yopos, ubicados en la vereda Las Moras del Municipio de Barranca de Upía-Meta. Es de resaltar que en estos dos predios predomina el cultivo de plátano en un 80% de su terreno que es destinado para venta y autoconsumo.

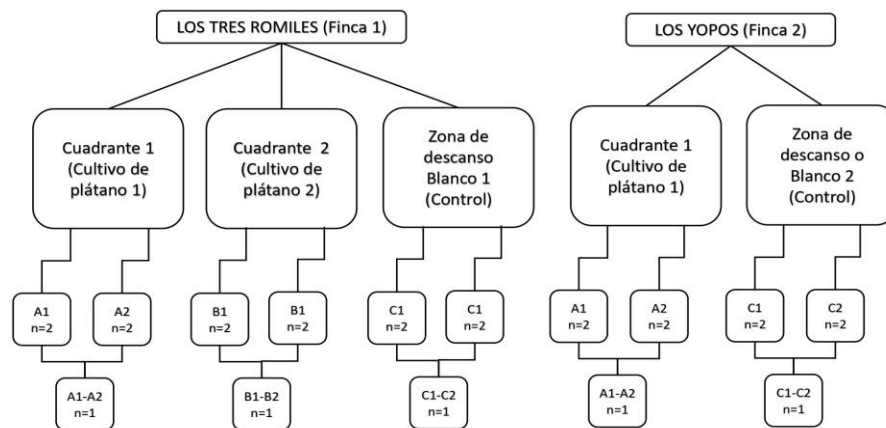
En primer lugar, se realizó un muestreo aleatorio simple, en el cual se seleccionaron dos áreas diferentes donde el terreno estuviera homogéneo en cada finca productora de plátano. En cada una de las zonas definidas se delimita dos cuadrículas de 2.5x2.5 m, en ella se colocan de manera aleatoria 20 banderines en los cuales se toma muestras de suelo para luego mezclarlas y así obtener dos muestras compuestas. Dichas muestras se conservaron en bolsas plásticas resellables debidamente rotuladas, una parte de las muestras se conservaron a temperatura ambiente para los

análisis físico-químicos, por otro lado, otras muestras fueron refrigeradas a 4°C para el análisis de macro y micronutrientes (Vallejo Quintero et al., 2021).

En total se tomaron 40 muestras compuestas, el cual, la mitad fueron utilizadas para realizar la evaluación de parámetros físico-químicos en el laboratorio de la Universidad Central ubicada en Bogotá, las otras 20 muestras se analizaron en la Universidad Santo Tomás Sede Bucaramanga, en donde unifican las muestras compuestas para obtener 5 muestras, una por cada sector (Ilustración 4); lo anterior se debe a el costo que implica realizar el análisis de macro y micronutrientes.

Figura 4.

Metodología utilizada para la toma de muestras In-situ.



En el transcurso del proceso, se realizó una cajuela de 60 cm de largo x 60 cm de ancho, el cual se realizó con palas para tomar muestras In-situ. Este proceso se realizó con la Guía in situ para la evaluación de la calidad física de suelos en agroecosistemas desarrollada por (Vallejo Quintero et al., 2021), con el fin de poder evaluar indicadores del suelo útiles para determinar las condiciones en las que se encuentran los servicios ecosistémicos (S.E) del suelo, como porosidad, resistencia de penetración los cuales fueron calificados según el criterio visual del profesional en cada indicador con el factor de ponderación (1, 2 o 3) en función de su desempeño, algunos de los cuales se encuentran consignados en el Anexo 3.

4.5 Caracterización.

En este estudio se tuvieron en cuenta 14 variables físico-químicas asociadas a los servicios ecosistémicos, primordiales para determinar la calidad del suelo; conforme a lo anterior, se realizó la toma de muestras en dos predios ubicados en el municipio de Barranca de Upía-Meta, en la vereda las moras. En el predio los Tres Romiles (finca 1), se dedican a la agricultura de diferentes cultivos principalmente el plátano (venta y abastecimiento) y crianza de cerdos (aislado de los cultivos); en el caso del predio Los Yopos (finca 2) también se dedican a la agricultura (venta y abastecimiento) y una parte de su terreno a la ganadería.

Con respecto a la toma de muestras en el predio los Tres Romiles, se tiene en cuenta tres zonas, dos de ellas eran cultivo de plátano y la tercera era zona de descanso (donde hubo plátano); en el caso de la finca Los Yopos, se tomó un área de estudio donde se labra plátano, el segundo sector era una área de descanso, la tercera muestra no se realizó debido a la humedad que presentaba el suelo, debido a la filtración de agua de un cauce que se encontraba cerca, pues este no permitía realizar el análisis de algunas de las muestras in situ. Los datos de las variables escogidas se pueden ver en la siguiente tabla, asignados con el respectivo servicio ecosistémico.

Tabla 4.

Resultados obtenidos para cada uno de los parámetros.

Servicios ecosistémicos	Parámetros	Los Tres Romiles			Los Yopos	
		Cultivo de plátano 1	Cultivo de plátano 2	Blanco 1	Cultivo de plátano 1	Blanco 2
Disponibilidad de Nutrientes	pH	5,57	5,31	5,59	5,12	5,95
	Calcio soluble (meq/100g)	0,59	1,32	1,62	1,69	1,62
	Capacidad de intercambio catiónico	3,3	3,4	3,1	3,1	3
	Potasio intercambiable (ppm)	0,45	0,19	0,18	0,19	0,16
	Contenido de Carbono orgánico (%)	5,04	4,72	4,30	4,30	3,92
	Zinc total	13,16	48,97	65,25	73,41	73,41

Tabla 4.

Continuación.

Servicios ecosistémicos	Parámetros	Los Tres Romiles			Los Yopos	
		Cultivo de plátano 1	Cultivo de plátano 2	Blanco 1	Cultivo de plátano 1	Blanco 2
Disponibilidad de actividad microbiológica	Catalasas	2,14	2,12	1,97	2,04	2,33
	Glucosidasa	2,22	1,603		6,389	
	Humedad (%)	18,47	17,66	18,20	27,27	17,29
	Resistencia a la penetración (MPa)	0,28	0,23	0,24	0,58	0,65
Resistencia a la erosión	Color	Pardo grisáceo oscuro	Pardo grisáceo oscuro	Gris oscuro	Pardo amarillento oscuro	Sombra de marrón
	Precipitación (mm)	1959,7				
	Textura	Franco arcilloso limoso	Franco arcilloso limoso	Franco arcilloso limoso	Franco arcilloso limoso	Franco arcilloso limoso
Capacidad de enraizamiento	Porosidad total (%)	61,91	68,56	64,65	60,14	60,27
	Compactación (MPa)	0,28	0,23	0,24	0,58	0,65

Para la determinación de la calidad del suelo se realizó una comparación entre los datos obtenidos de parámetros fisicoquímicos, con datos de la calidad óptima que para el suelo en el que se cultiva el plátano o que es utilizado para la agricultura, teniendo en cuenta que el plátano que se cosecha en estos predios es el hartón, característico por encontrarse en climas cálidos (Arcila Pulgarín et al., 1999).

4.5.1 Disponibilidad de Nutrientes

En la disponibilidad de nutrientes, se observó que los valores del pH de ambos predios se encontraban en un rango (5,12-5,95) como se observa en la tabla 5, esto indica que se encuentran dentro de los valores óptimos de acuerdo a (Belalcázar, 1991) y (Gómez Santos et al., 2006); donde

se considera que estos suelos neutros son ideales para la agricultura, puesto que permite el aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Con respecto a los micronutrientes, calcio soluble, potasio intercambiable y zinc total, se tuvo en cuenta el referente de análisis con base a el libro “el cultivo del plátano en el trópico”, del cual se demuestra que están entre los rangos adecuados que debe estar el cultivo permitiendo un desarrollo adecuado, cabe resaltar que aquellos micronutrientes como el nitrógeno y fósforo no tienen un análisis previo, puesto que en el marco del macro proyecto esta actividad está siendo desarrollada por personal de la Universidad Santo Tomás sede Bucaramanga, presentando demora en los resultados en estos indicadores. Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico se identifica como muy bajo (<5), con base a niveles estandarizados por (Bedoya & Marín, 2019) y (Dossman, 2009), lo cual indica una baja capacidad de retención e intercambiar nutrientes con la planta (Haidy et al., 2022). Conforme con lo observado en campo, en el predio los Tres Romiles se evidenciaba poca materia orgánica a pesar de contener un porcentaje mínimo de pasto y hojarasca, posiblemente no es lo suficiente al igual que en el predio Los Yopos. También se tuvo en cuenta el porcentaje de carbono orgánico, donde se observó un alto porcentaje de carbono (>3) teniendo en cuenta las referencias de (Bedoya & Marín, 2019) y (Dossman, 2009), el hecho de que tengan un alto contenido de carbón orgánico favorece a los nutrientes del suelo, mejorando la fertilidad y buena productividad de alimentos (Lefèvre et al., 2017).

4.5.2 Disponibilidad de actividad microbiana

En este caso se tiene en cuenta Catalasa y Glucosidasa, las cuales son enzimas con diferentes funciones. La catalasa se encuentra en el suelo con el fin de polimerizar compuestos de origen orgánico; de igual manera permiten la identificación del estrés del suelo y la capacidad de restauración (Hernández, 2019), de acuerdo al estudio (Gili et al., 2004) muestran la importancia de la enzima para determinar la calidad del suelo, si se tiene valores elevado (>20) determina un alto nivel de salinidad y afectación en la generación de alimentos, en este estudio se tiene dato por debajo del valor establecido anteriormente, indicando un adecuado funcionamiento de la catalasa en los procesos químicos que está involucrada con la materia orgánica .

La Glucosidasa, es una fuente importante de energía para los microorganismos, ya que interviene en proceso final de degradación de la celulosa, por consiguiente es un indicador del

potencial del suelo para descomponer materia orgánica (Hernández, 2019) ; de acuerdo al estudio de (García Sánchez, 2017) se tiene resultados similares entre (1,6 a 4,4) y para el caso de la finca los yopos rangos más alto debido al uso en mayor cantidad de fertilizantes químicos.

4.5.3 Resistencia a la Erosión

Se analizó diferentes variables, una de estas es la precipitación del municipio de Barranca de Upía (Weather Spark, 2023) , donde anualmente es 1959,7 como se observa en la tabla 5, con base al documento “manejo sostenible del plátano de Corpoica” se encuentra en el rango necesario de precipitación para el cultivo de plátano; de igual manera se tiene en cuenta la resistencia a la penetración se tiene un registro de resultados alto y muy alto, donde se establece si el resultado es menor a 0,6 tiene un rango alto y si es mayor a 3 muy bajo (Bedoya & Marín, 2019) lo cual indica que es difícil que se efectúe el proceso de erosión, así mismo es de tener en cuenta que en los predios no se contaba con cobertura vegetal en los suelos.

4.5.4 Capacidad de enraizamiento

En este caso se observaron tres de las variables a tener en cuenta: textura, porosidad y compactación, primordiales para identificar la capacidad de la planta de desarrollar y distribuir sus raíces (Bedoya & Marín, 2019). En este caso se puede afirmar que el suelo en ambas fincas es igual en su textura y es adecuado para el cultivo de plátano, teniendo en cuenta que es franco arcilloso limoso, debe considerarse su fácil compactación según el manejo que tenga el cultivo en el uso de implementos de labranza acorde a (Calderon Rodriguez & Herrera Culma, 2016), también se tiene en cuenta los porcentajes en los que se presentan estas texturas, es decir, si su porcentaje de limo o arcilla es muy elevado se considera difícil el manejo del cultivo a causa de la compactación del terreno ((Calderon Rodriguez & Herrera Culma, 2016);(Castellanos, 2010)). Con base a lo anterior, se puede decir que la textura que la conforman tiene un porcentaje de compactación muy alto de acuerdo a lo establecido por Bedoya y Fernández (2021). Además, se puede tener en cuenta que existe una diferencia mínima en la compactación que hay entre los dos predios, esto puede ser debido a que en una de ellas se desarrolla la actividad ganadera (Los Yopos), generando que el suelo se comprime más; a pesar de esto se identifica que tiene un alto nivel de porosidad con respecto a lo indicado por Bedoya y Fernández (2021), permitiendo el flujo del agua. Acorde a esto y a lo

observado en campo se puede decir que el plátano tiene una óptima capacidad de enraizamiento y gran posibilidad de encharcamiento en el terreno en temporadas de lluvia.

4.6 Valoración Social. Encuesta y taller

4.6.1 Encuesta

En primer lugar, se estableció el tamaño de la muestra por medio de la ecuación de muestras para poblaciones finitas con proporción (Ecuación 1).

$$\text{Ecuación 1}$$

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde;

$$N = \text{Total de la población} = 12$$

$$Z_{\alpha} = 1.96 \text{ al cuadrado (si la seguridad es del 95\%)}$$

$$p = \text{proporción esperada (en este caso 50\% = 0.5)}$$

$$q = 1 - p \text{ (en este caso } 1 - 0.5 = 0.5)$$

$$d = \text{precisión (en su investigación use un 10\%).}$$

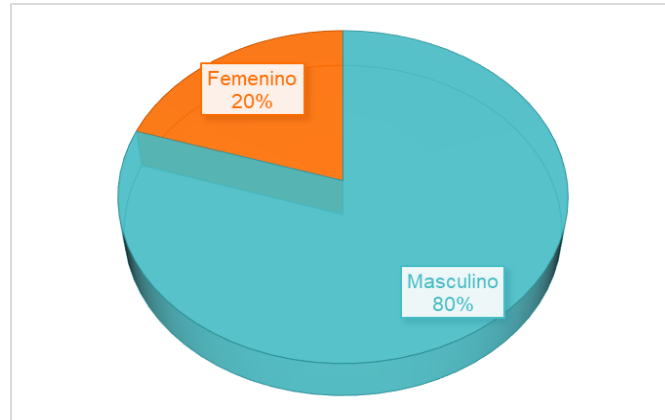
Al desarrollar la Ecuación 1 se obtiene como resultado final el tamaño de la muestra de 10 encuestas, a partir de allí se realizan y se analizan los resultados de dichas encuestas acorde a cada sección.

- **Sección 1: Datos del agricultor**

El propósito de esta sección es caracterizar la población en cuanto a edad, género, nivel de educación, estado civil.

Figura 5.

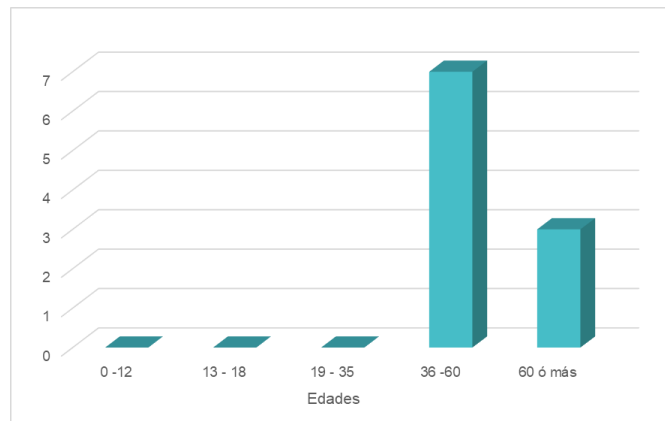
Género de los encuestados.



La figura representa información sobre el género de las personas encuestadas, el cual, el género masculino predomina considerablemente en un 80% con 8 respuestas; no obstante, el género femenino tuvo menor participación en la realización de las encuestas con un 20%, es decir que representa a 2 personas encuestadas.

Figura 6.

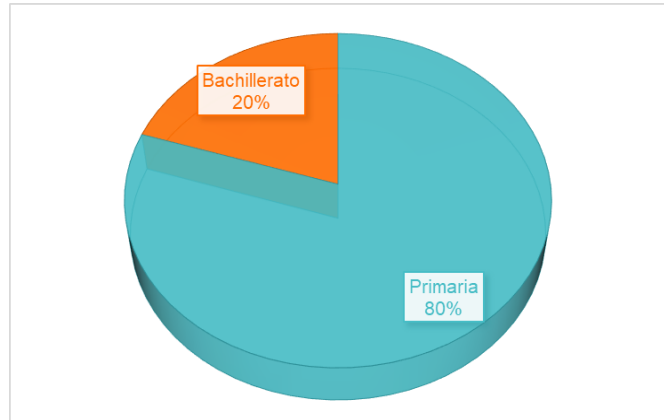
Edades de los encuestados.



El rango de edades se dividió en 5 categorías como se evidencia en la figura, en el cual el 70% de los encuestados se encuentran en el rango de 36- 60 años y tan sólo el 30% se registran entre los 60 o más.

Figura 7.

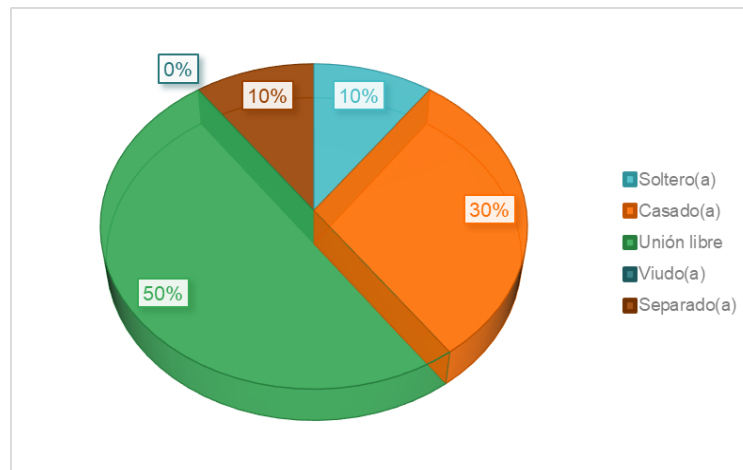
Nivel máximo de educación de los encuestados.



El nivel máximo de educación se encuentra dividido en 8 categorías los cuales son: “Primaria, Bachillerato, Técnico, Tecnólogo, Profesional, Especialización, Maestría y Doctorado”. De acuerdo a la figura, el 80% de los encuestados cuentan con nivel de educación primaria y tan sólo el 20% con nivel de educación bachillerato.

Figura 8.

Estado Civil de los encuestados.



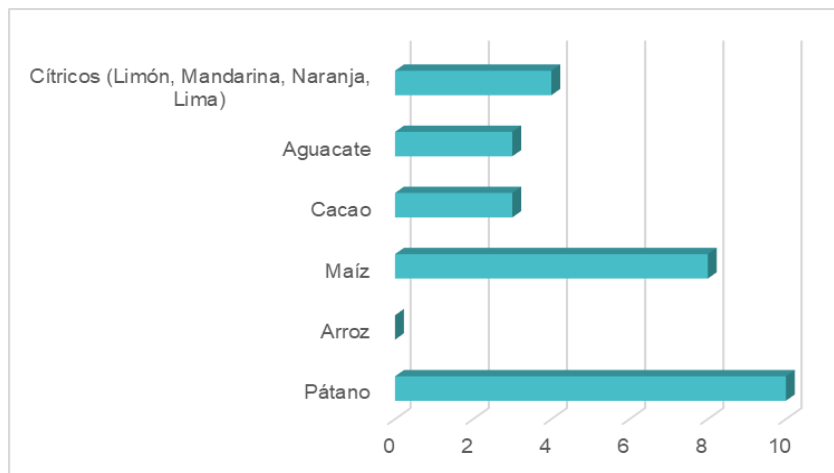
El ítem de estado civil fue dividido en 5 categorías, el cual, la figura demuestra que la mayoría de los encuestados (50%) se encuentran en unión libre, el 30% se encuentran actualmente casados y por último con un 10% se encuentra a la vez la opción de soltero (a) y Separado (a).

- **Sección 2: Caracterización de los cultivos**

La finalidad de esta sección es identificar cada uno de los cultivos presentes en los predios y a su vez caracterizar el cultivo de plátano en cuanto a área, productividad, tipo de fertilizantes, agua de consumo y riego.

Figura 9.

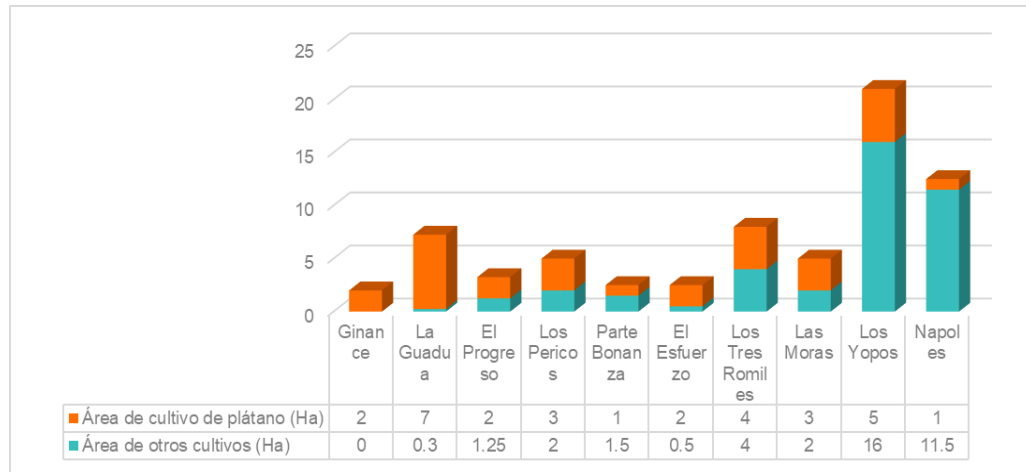
Presencia de los tipos de cultivos en cada uno de los predios.



Para identificar la presencia de los tipos de cultivos en cada uno de los predios, este se dividió en 6 categorías <Plátano, Arroz, Maíz, Cacao, Aguacate, Cítricos (limón, mandarina, naranja, lima)>, en el cual el encuestador podía seleccionar una o más opciones. La figura anterior muestra que el cultivo de plátano tiene mayor predominancia ante los demás cultivos, ya que hay existencia de este en los 10 predios encuestados. De igual manera, hay presencia de cultivos maíz en 8 predios y a su vez presencia de cultivos de cítricos en 3 predios; en menor medida se encuentran con 3 respuestas cada una de los cultivos de Aguacate y Cacao.

Figura 10.

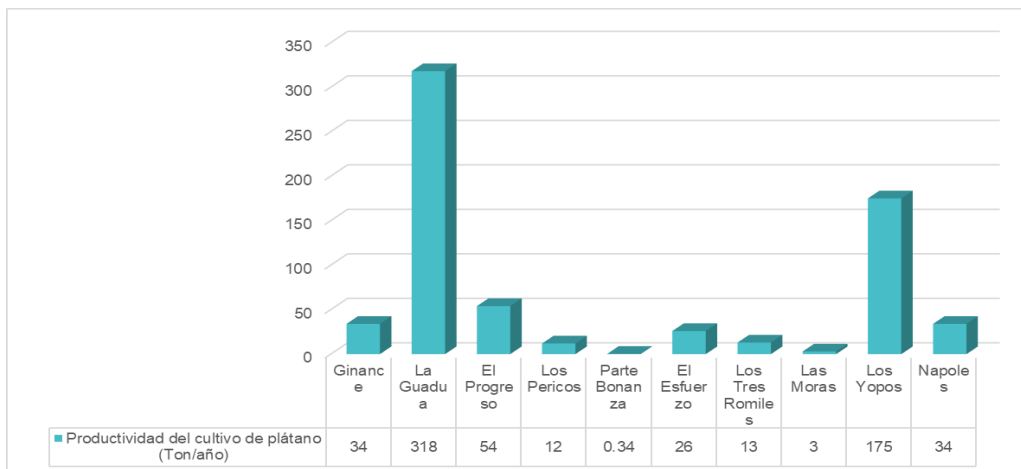
Área en Ha del cultivo de plátano y otros cultivos en cada uno de los predios.



Para el desarrollo de este ítem se tuvo en cuenta los nombres de los predios encuestados, de tal manera que fuera más fácil identificar el área del cultivo de plátano y el área de otros cultivos. En la figura anterior, se evidencia las Ha existentes del cultivo de plátano, en el cual predomina el predio La Guadua (7Ha), y el predio Los Tres Romiles (4Ha). Por otro lado, el predio Los Yopos predominan otros cultivos con una extensión de 16 (Ha), al igual que el predio Nápoles con 11.5 (Ha).

Figura 11.

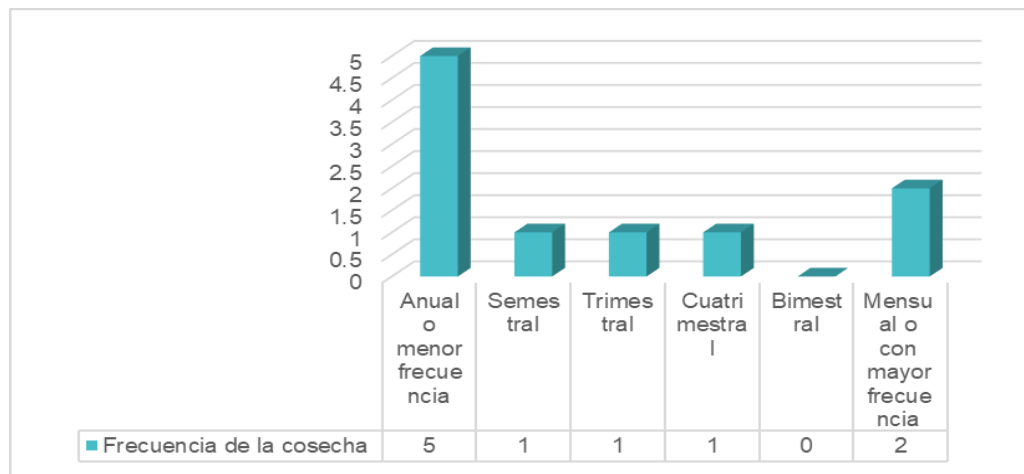
Productividad del cultivo de plátano (Ton/año) de cada uno de los predios.



Se representa la productividad del cultivo de plátano mediante las unidades de (Ton/Año), en el cual, se evidencia mayor productividad en el predio La Guadua con 318 (Ton/Año) seguido del predio Los Yopos con 175 (Ton/Año). En menor medida se encuentran los predios Parte Bonanza con 0.34 (Ton/Año) y Las Moras con 3 (Ton/Año).

Figura 12.

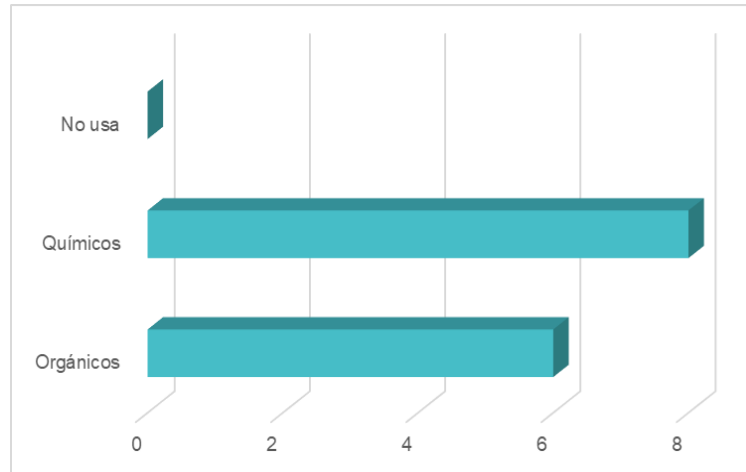
Frecuencia con que se realiza la cosecha del cultivo de plátano.



La figura demuestra la información acerca de la frecuencia de la cosecha del cultivo de plátano, en el cual, 5 productores de los predios mencionaron que la frecuencia de la cosecha es anual o en menor frecuencia, lo anterior hace referencia al método de siembra que manejan en los predios ya que por lo general es escalonado, esto quiere decir que durante el año se dan dos cosechas. Por otro lado, 2 productores argumentaron que la cosecha se da de manera mensual o con mayor frecuencia, lo anterior se debe tanto al tamaño como a la edad fisiológica de la semilla sembrada.

Figura 13.

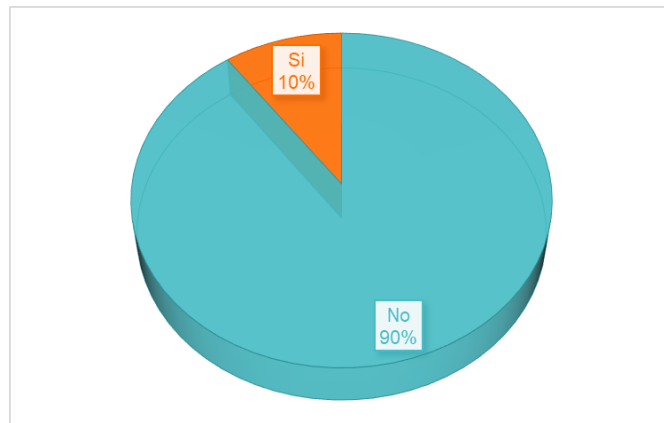
Tipos de fertilizantes utilizados en cada predio.



Cada uno de los predios utilizan diferentes fertilizantes para sus cultivos, por tal motivo este ítem se dividió en 3 categorías <Orgánicos, Químicos, No usa> con la posibilidad de respuestas de selección múltiple. De acuerdo a la figura, Se evidencia que los predios usan en mayor medida los fertilizantes químicos, lo anterior se demuestra en las 8 respuestas dadas por los encuestados, de igual manera, 6 respuestas por parte de los productores utilizan fertilizantes orgánicos como la gallinaza para los diferentes cultivos.

Figura 14.

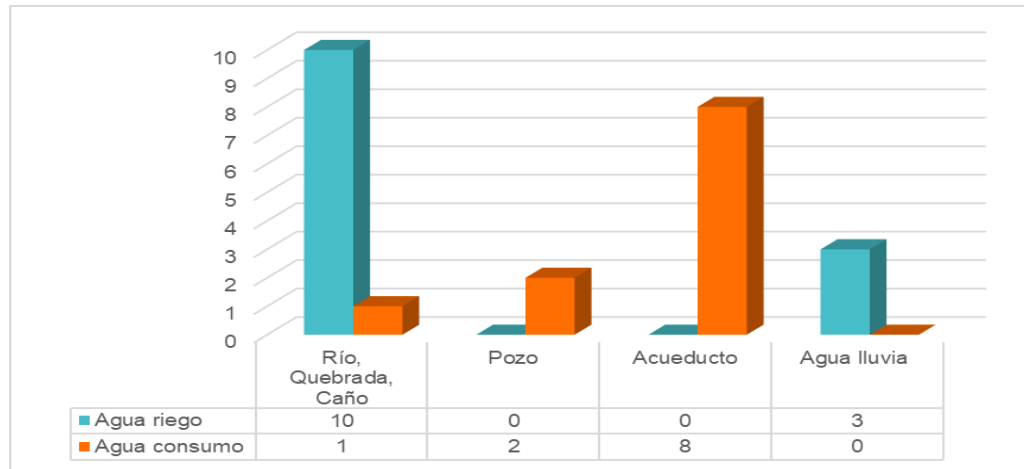
Consumo de agua y riego de la misma o diferente fuente.



La figura representa las respuestas dadas por cada uno de los productores de los predios para determinar si el agua que usan para consumo es la misma que usan para el riego de cultivos, de acuerdo a lo anterior, el 90% de los encuestados respondieron que NO y un 10% respondieron SI.

Figura 15.

Fuentes de captación de agua para consumo y riego en cada uno de los predios.



Se evidencia las fuentes de captación de agua para consumo humano y de riego de cultivos en cada uno de los predios encuestados, de tal manera que 10 predios realizan la captación de agua para riego del río, quebrada o caño y a su vez 3 predios utilizan el agua lluvia eventualmente con la misma finalidad. Por otro lado, los resultados obtenidos para la captación de agua para consumo obtuvieron mayor relevancia en el ítem de acueducto con 8 respuestas, seguido a este se encuentra el ítem de pozo con 2 respuestas y por último con 1 respuesta el ítem de río, quebrada, caño; lo anterior se debe a que 1 predio seleccionó más de una opción, por lo tanto, su captación proviene de dos fuentes.

4.6.2 Taller (Método AHP)

Se implementó la matriz AHP a once productores de cada uno de los predios de la Vereda Las Moras, de igual manera se realizó la matriz a cuatro personas pertenecientes al grupo de investigadores, académicos y representantes de instituciones con el fin de obtener diferentes percepciones de los criterios mencionados.

✓ **Resultados para el grupo de productores.**

En primer lugar, se tienen las respuestas de los 11 productores de cada uno de los predios de la Vereda Las Moras, en el cual, se evidencia el ratio de consistencia y el vector propio para cada una de los criterios.

Tabla 5.

Resultados de la matriz AHP realizada a productores.

Experto	Ratio de consistencia (C.R.)	Valor	Vector propio
Productor 1	59%	Uso directo	0.142
		Uso indirecto	0.336
		Opción	0.082
		Existencia	0.220
		Legado	0.220
Productor 2	1%	Uso directo	0.390
		Uso indirecto	0.315
		Opción	0.105
		Existencia	0.095
		Legado	0.095
Productor 3	10%	Uso directo	0.361
		Uso indirecto	0.140
		Opción	0.199
		Existencia	0.140
		Legado	0.160
Productor 4	33%	Uso directo	0.264
		Uso indirecto	0.154
		Opción	0.032
		Existencia	0.210
		Legado	0.340
Productor 5	9%	Uso directo	0.154
		Uso indirecto	0.169
		Opción	0.053
		Existencia	0.286
		Legado	0.338
Productor 6	5%	Uso directo	0.365
		Uso indirecto	0.347
		Opción	0.121
		Existencia	0.076
		Legado	0.091

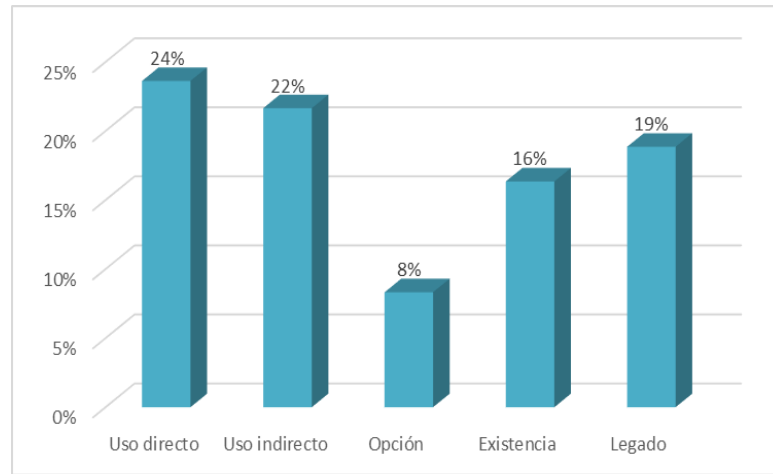
Tabla 5.*Continuación.*

Experto	Ratio de consistencia (C.R.)	Valor	Vector propio
Productor 7	8%	Uso directo	0.357
		Uso indirecto	0.187
		Opción	0.114
		Existencia	0.114
		Legado	0.228
Productor 8	9%	Uso directo	0.067
		Uso indirecto	0.260
		Opción	0.031
		Existencia	0.308
		Legado	0.333
Productor 9	3%	Uso directo	0.217
		Uso indirecto	0.177
		Opción	0.058
		Existencia	0.308
		Legado	0.240
Productor 10	34%	Uso directo	0.169
		Uso indirecto	0.100
		Opción	0.299
		Existencia	0.203
		Legado	0.230
Productor 11	92%	Uso directo	0.094
		Uso indirecto	0.191
		Opción	0.277
		Existencia	0.176
		Legado	0.261
Agregado (C.R. <10%)		Uso directo	0.236
		Uso indirecto	0.217
		Opción	0.083
		Existencia	0.163
		Legado	0.189

De acuerdo a los resultados obtenidos en los talleres de la matriz AHP, se evidencia que el ratio de consistencia de las respuestas de los agricultores 1,4,10,11 fue superior al 10%, por tal motivo no se tuvieron en cuenta para el cálculo del vector agregado. Al aplicar la media geométrica a las ponderaciones individuales, se obtuvo el agregado normalizado, demostrando el criterio con mayor importancia como se evidencia en la siguiente representación gráfica.

Figura 16.

Asignación de importancia a los componentes de valor según los productores.



Los productores perciben con mayor importancia el valor de uso directo y el valor de uso indirecto, ya que para ellos pesa más, obtener el alimento de un suelo rico en nutrientes, lo anterior se ve reflejado en la producción anual del cultivo de plátano debido a que es su medio de ingreso económico.

✓ **Resultados para el grupo de investigadores.**

Para el desarrollo de la matriz AHP, se seleccionaron cuatro investigadores de la Universidad Santo Tomás, el cual, hicieron partícipe por su experiencia en el tema desarrollado con el fin de que aportaran su capacidad investigativa al proyecto.

Tabla 6.

Resultados de la matriz AHP realizada a investigadores

Experto	Ratio de consistencia (C.R.)	Valor	Vector propio
Investigador 1	5%	Uso directo	0.462
		Uso indirecto	0.246
		Opción	0.130
		Existencia	0.090

Tabla 6.

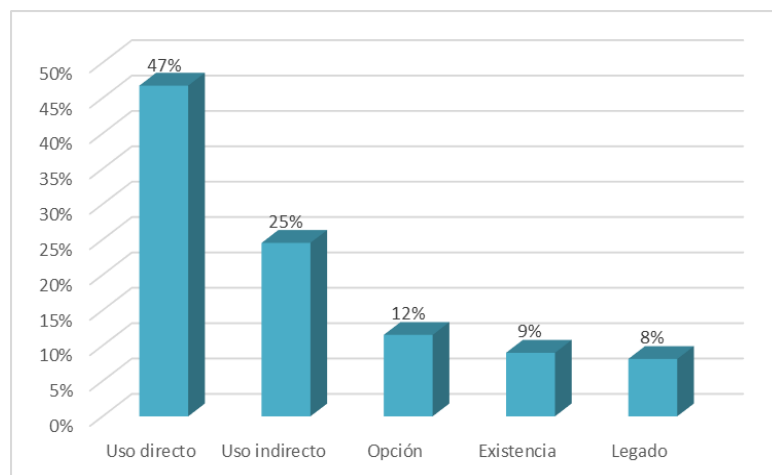
Continuación.

Experto	Ratio de consistencia (C.R.)	Valor	Vector propio
Investigador 2	2%	Legado	0.073
		Uso directo	0.473
		Uso indirecto	0.245
		Opción	0.102
		Existencia	0.090
Agregado (C.R. <10%)		Legado	0.090
		Uso directo	0.467
		Uso indirecto	0.245
		Opción	0.115
		Existencia	0.090
		Legado	0.081

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz AHP, solo dos respuestas estuvieron dentro del rango de 10% en el ratio de consistencia, por tal motivo se excluyeron las otras dos restantes. Al aplicar la media geométrica se obtiene el cálculo del vector agregado, el cual, los investigadores perciben con mayor importancia la variable de uso directo seguido del uso indirecto, como se evidencia a continuación.

Figura 17.

Asignación de importancia a los componentes de valor según los investigadores.



✓ **Resultados para el grupo de académicos.**

La matriz AHP fue aplicada al grupo de académicos conformado por cuatro agrónomos, el cual, en la tabla, se evidencia el ratio de consistencia y el vector propio para cada una de los criterios.

Tabla 7.

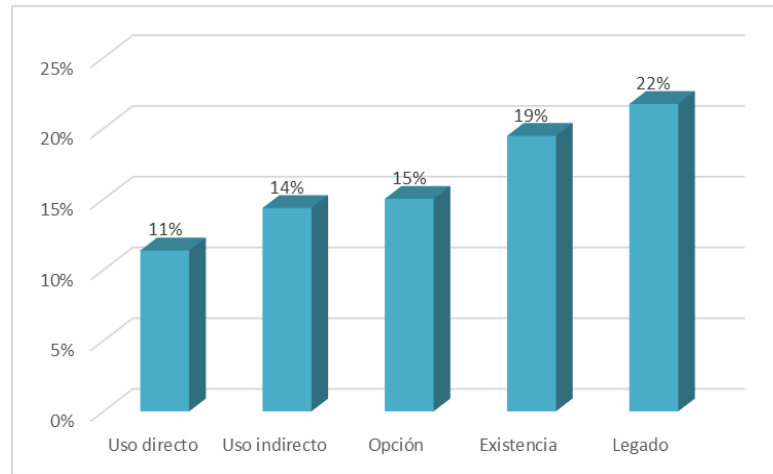
Resultados de la matriz AHP realizada a académicos.

Experto	Ratio de consistencia (C.R.)	Valor	Vector propio
Académico 1	8%	Uso directo	0.057
		Uso indirecto	0.118
		Opción	0.075
		Existencia	0.375
		Legado	0.375
Académico 2	9%	Uso directo	0.071
		Uso indirecto	0.080
		Opción	0.368
		Existencia	0.272
		Legado	0.208
Académico 3	6%	Uso directo	0.360
		Uso indirecto	0.313
		Opción	0.123
		Existencia	0.072
		Legado	0.132
Agregado (C.R. <10%)		Uso directo	0.114
		Uso indirecto	0.144
		Opción	0.150
		Existencia	0.195
		Legado	0.217

El ratio de consistencia obtenido en cada una de las respuestas fueron superior al 10% en una respuesta, por tal motivo se selecciona cada una de las respuestas dentro del rango para aplicar la media geométrica y obtener el cálculo del vector agregado. De acuerdo a lo anterior, se evidencia en la figura, que el valor de legado tiene mayor importancia seguido del valor de existencia.

Figura 18.

Asignación de importancia a los componentes de valor según los académicos.



✓ **Resultados para el grupo de representantes de entidades.**

La matriz AHP fue realizada al funcionario de la alcaldía del municipio perteneciente al área de desarrollo agropecuario municipal.

Tabla 8.

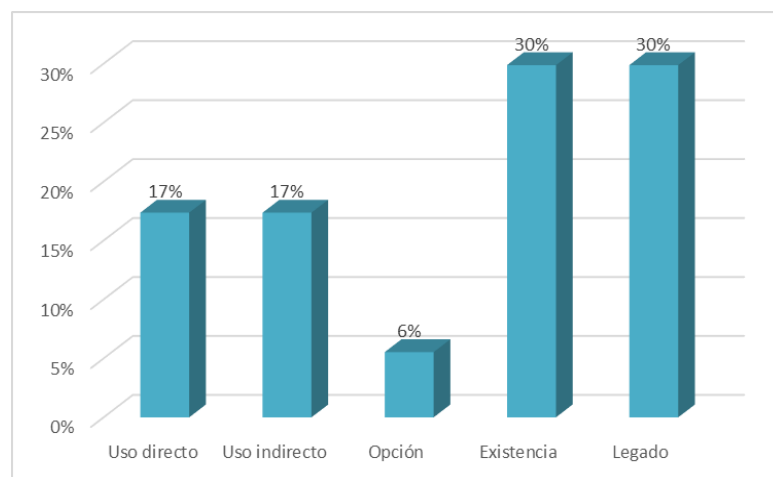
Resultados de la matriz AHP realizada a representantes de entidades (funcionario de la Alcaldía).

Experto	Ratio de consistencia (C.R.)	Valor	Vector propio
Funcionario Asistencia Técnica	6%	Uso directo	0.174
		Uso indirecto	0.174
		Opción	0.055
		Existencia	0.299
		Legado	0.299
Agregado (C.R. <10%)		Uso directo	0.174
		Uso indirecto	0.174
		Opción	0.055
		Existencia	0.299
		Legado	0.299

De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz AHP, se evidencia que el ratio de consistencia de las respuestas del funcionario estuvieron dentro del rango de 10%. Al aplicar la media geométrica se obtiene el cálculo del vector agregado, el cual, el funcionario percibe dos variables con igual porcentaje de importancia, el valor de existencia seguido del valor de legado, como se evidencia a continuación.

Figura 19.

Asignación de importancia a los componentes de valor según el representante de entidades.



✓ **Resultados en conjunto de cada uno de los expertos encuestados.**

Se realiza un resumen de los cálculos realizados anteriormente para detallar de manera más sencilla los resultados obtenidos.

Tabla 9.

Vectores propios calculados para cada grupo de expertos.

Valor	Vector propio por grupo de expertos			
	Productores	Investigadores	Académicos	Representantes de instituciones
Valor de Uso directo	0.236	0.467	0.114	0.174
Valor de Uso indirecto	0.217	0.245	0.144	0.174

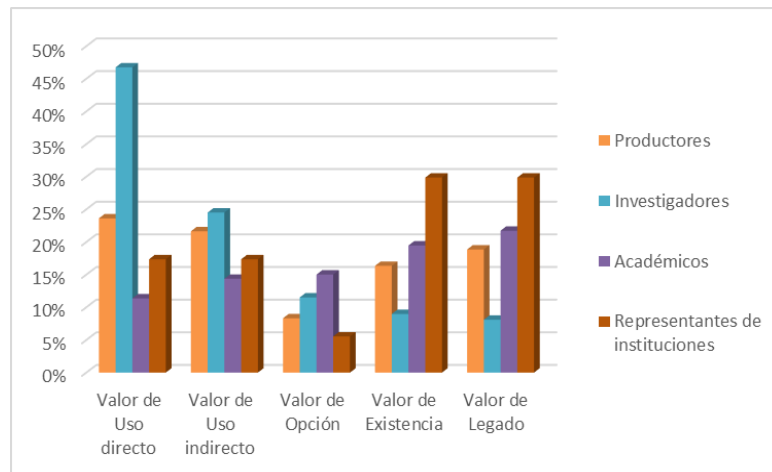
Tabla 9.

Continuación.

Valor	Vector propio por grupo de expertos			
	Productores	Investigadores	Académicos	Representantes de instituciones
Valor de Opción	0.083	0.115	0.150	0.055
Valor de Existencia	0.163	0.090	0.195	0.299
Valor de Legado	0.189	0.081	0.217	0.299

Figura 20.

Comparación de importancia de los tipos de valor entre los grupos de expertos.



Se evidencia la asignación de importancia de cada grupo de expertos para cada criterio, en el cual, sobresale el valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de legado, dejando con menor importancia el valor de opción y de existencia. Luego, se aplicó la media geométrica a los vectores de los grupos de expertos, en el cual, se obtuvo un vector propio para cada criterio como se evidencia en la tabla 10 y representación gráfica como se evidencia en la figura 21.

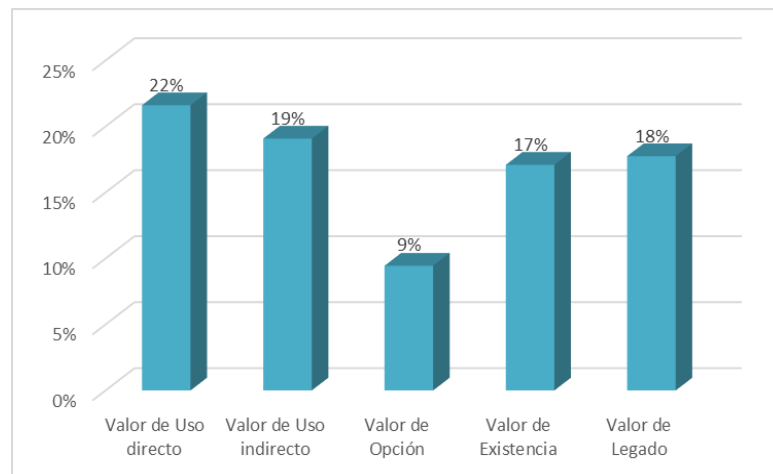
Tabla 10.

Solución general del vector propio agregado de cada uno de los grupos de expertos.

Valor	Vector propio normalizado
Valor de Uso directo	0.216
Valor de Uso indirecto	0.191
Valor de Opción	0.094
Valor de Existencia	0.171
Valor de Legado	0.177

Figura 21.

Asignación de importancia conjunta de cada uno de los criterios.



Al obtener la percepción conjunta de cada uno de los expertos, se evidencia la asignación de importancia al valor de uso directo y al valor de uso indirecto, lo anterior se debe a que existe un equilibrio entre el aporte que hace los nutrientes del suelo a la productividad del cultivo, lo cual se ve reflejado en el alimento que no sólo satisface las necesidades humanas, sino que también, es un medio de ingreso para los productores. De igual manera, se demuestra que el valor de existencia y valor de legado estuvieron cercas con un valor de 17% y 18%, el cual, muestra la importancia de la sostenibilidad del recurso del suelo y la importancia de que las futuras generaciones continúen con la labor en el campo. Por otro lado, el valor de opción recibió un valor de importancia del 9%, debido

a la poca credibilidad en el uso e implementación de herramientas tecnológicas en los predios, ya que para ellos resulta eficiente las herramientas que han venido utilizando por años.

4.7 Valoración económica.

Se utilizó la metodología de transferencia de beneficios por valores fijos descrita por (Rosenberger & Loomis, 2003) , en el cual, definen que “la transferencia de beneficios consiste en el traspaso del valor monetario de un bien ambiental (denominado sitio de estudio) a otro bien ambiental (denominado sitio de intervención)” (Saldarriaga & Patiño, 2016). Este método logra evaluar el impacto de políticas ambientales cuando no se tiene la información necesaria para valores directos, debido a la escasa información otorgada por el encuestador; además existen tres formas de realizar la transferencia de valores; en este estudio se utilizó el de transferencia de medidas de tendencia central con el fin de obtener una aproximación a los beneficios percibidos durante un año completo utilizando los datos del 2022 (Osorio Munera, 2006).

Se tiene en cuenta la ruta metodológica para realizar de manera efectiva el cálculo de valor de producción agrícola del cultivo de plátano en el municipio de Barranca de Upía-Meta.

Tabla 11.

Ruta metodológica para el cálculo del valor de producción agrícola.

	Datos	Fuentes
1. Recolección de información secundaria.	Rendimiento en la producción, precios por tonelada al consumidor y al productor, costos por producción, contexto cadena productiva.	Informes sectoriales, informes de competitividad, estudios gremiales.
2. Recolección de información primaria.	Producción, precios, costos de producción	Encuestas realizadas a productores.
3. Estimación del valor de la producción agrícola.		

4.7.1 Ingresos del productor.

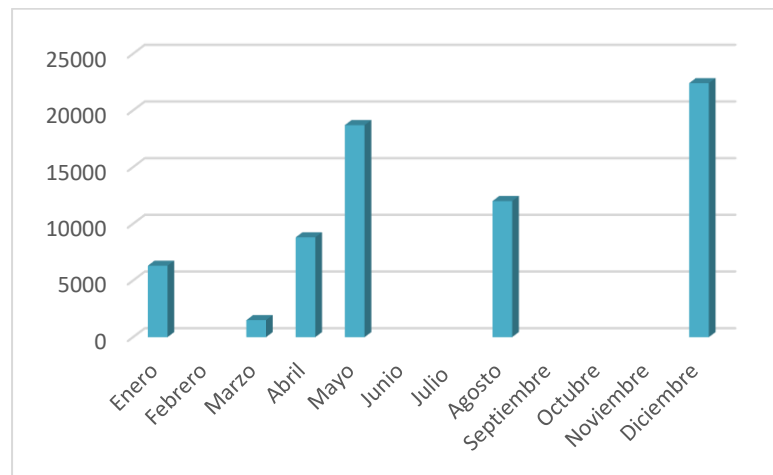
Para realizar el cálculo de los ingresos del productor, se recolecto información secundaria en fuentes de informes sectoriales, sobre el rendimiento de la producción por Ton/Ha, ingresos del

plátano hartón a la central de abastos y el comportamiento del precio del plátano al consumidor y al productor durante el año 2022.

Según el informe del (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2022b) en los meses de cosecha de Enero, Marzo, Abril, Mayo, Agosto y Diciembre ingresó kg de plátano Hartón a centrales de abastos, el cual, eran procedentes del municipio de Barranca de Upía-Meta. En la *Figura 18* se evidencia que los meses con mayor producción fueron en Mayo (18.700 Kg) y Diciembre (22.400 Kg).

Figura 22.

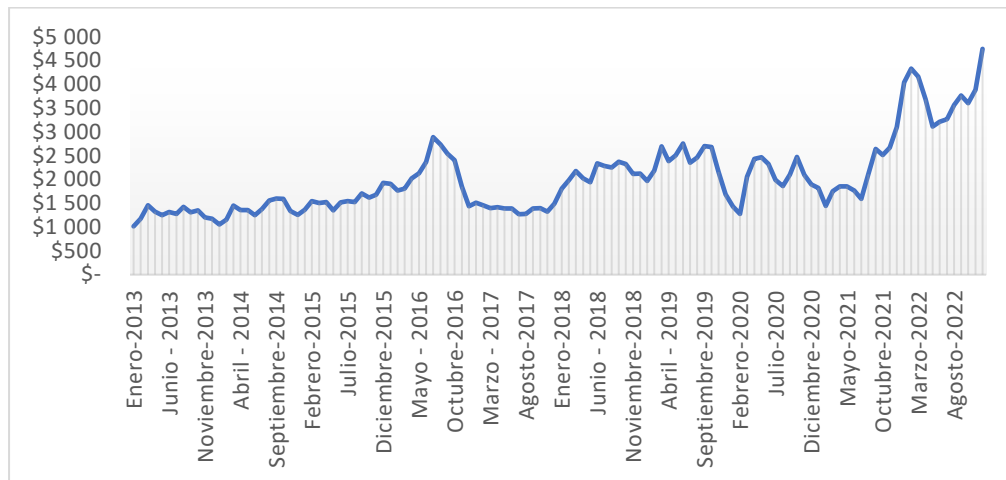
Ingresos del Plátano Hartón en Kg a centrales de Abastos procedentes de Barranca de Upía-Meta para el año 2022.



Se realizó una recopilación de datos sobre el precio del plátano Hartón desde Enero del 2013 hasta Diciembre del 2022, evidenciando así su comportamiento durante esos años. Los valores fueron recopilados del informe del (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022b).

Figura 23.

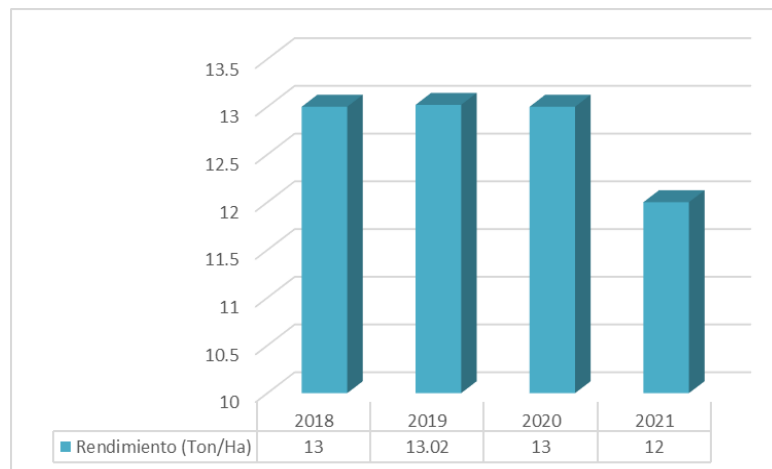
Comportamiento del precio mayorista del Plátano Hartón al consumidor.



El información sobre el rendimiento del cultivo de plátano fue recopilado en (Agronet, 2022), el cual, se tiene en cuenta en la búsqueda el municipio (Barranca de Upía- Meta) y los años del 2018 hasta el 2022. Es notorio el bajo rendimiento de la productividad del plátano para el año 2021, debido al factor de emergencia sanitaria en el mundo por COVID-19, ya que ese año fue difícil el transporte del producto hacia diferentes centrales de abastos.

Figura 24.

Rendimiento del cultivo de plátano en (Ton/Ha).



En el informe del (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2022b), se evidencia el comportamiento de los precios del plátano Hartón durante los meses del año 2022, el cual, fueron utilizados para realizar el promedio del precio al consumidor. Según (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021) “la diferencia entre el valor pagado al productor y el valor de venta al consumidor, tiene una diferencia en los últimos cinco años, entre 1,5 y 2 veces, en gran parte este precio es el valor de la intermediación del producto”. Al obtener el promedio del precio al consumidor, se realiza el cálculo del precio al productor, en el cual, se utiliza la diferencia de valor pagado de 1.5, obteniendo como resultado el valor al productor de \$ 2 522 pesos colombianos.

Tabla 12.

Comportamiento del precio del plátano hartón en el 2022.

Comportamiento del precio del plátano Hartón durante el 2022	
Fecha	Valor/ Kilo
ene-22	\$ 4 041
feb-22	\$ 4 332
mar-22	\$ 4 165
abr-22	\$ 3 688
may-22	\$ 3 112
jun-22	\$ 3 216
jul-22	\$ 3 268
ago-22	\$ 3 565
sep-22	\$ 3 770
oct-22	\$ 3 608
nov-22	\$ 3 890
dic-22	\$ 4 748
Precio al consumidor	\$ 3 784
Precio al productor	\$ 2 522

Al obtener toda la información necesaria, se realiza la ecuación de ingresos del productor con los datos de rendimiento de producción en Ton/Ha y precio de venta al productor (Ecuación 2). Cabe resaltar que el valor final hace referencia al ingreso anual por Ha del año 2022.

Ecuación 2

$$\text{Ingresos del productor} = \text{Rendimiento} \left(\frac{\text{Ton}}{\text{Ha}} \right) * \text{Precio de venta al productor}$$

$$\text{Ingresos del productor} = (12000 \text{ Kg/Ha}) * (\$ 2 522)$$

$$\text{Ingresos del productor} = \$ 30 264 000 / \text{Ha}$$

4.7.2 Costos de producción.

La información sobre los costos estimados de producción del cultivo de plátano, fueron recopilados del documento de (Monroy & Palechor, 2019), en el cual, se describe los costos en cuanto a preparación del terreno, Siembra, Mantenimiento (Control de plagas y enfermedades, Deshoje y desgüasque, Descoline, Fertilización, Riego, Embolse y Desbellote), Cosecha e Imprevistos.

Se utilizó la ecuación de valor futuro con interés compuesto (Ecuación 3) para estimar el costo de producción desde el año 2019 hasta el año 2022. Esta se utilizó debido a que dentro de la información encontrada, el valor para la producción del plátano hartón verde fue de \$15.301.000 /Ha para el año 2018 (Monroy & Palechor, 2019), y para hacer comparable este valor con el precio de venta de plátano Hartón al por mayor en el 2022, se proyectó año a año, hasta llegar a obtener el dato de los precios de producción, también para el 2022.

Ecuación 3

$$VF = VP(1 + i)^n$$

Donde;

VF = Valor futuro (\$)

VP= Valor presente (\$)

i = Interés compuesto del año corrido (%)

n = Número de años a proyectar

Para la aplicación de la Ecuación 3, el valor futuro fue el valor de los costos de producción proyectado al 2022; el valor presente fue el valor de los costos de producción en el año 2018; el interés al ser uno diferente para cada año según los datos obtenidos del (Departamento

Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2022a), se hizo necesario la aplicación año a año de la ecuación de valor futuro; y en la periodicidad, como se analizó por año el interés anual, el n fue igual a 1.

$$F = \$ 15\,301\,000 (1 + 16.64\%)^1$$

$$F = \$ 17\,847\,086$$

Tabla 13.

Variación de los Costos de Producción del Plátano por Ha.

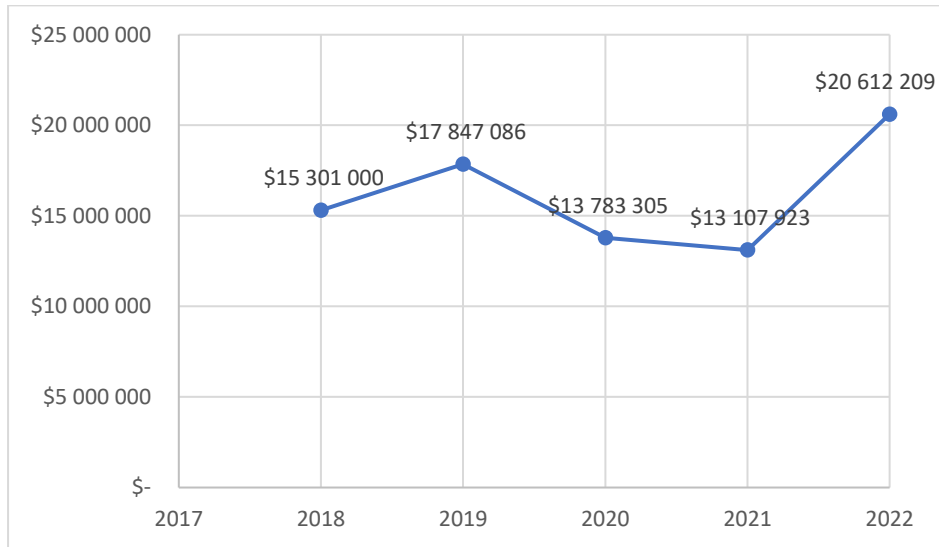
Año	IPP Anual (DANE)	Valor Costos
2018		\$ 15 301 000
2019	16.64%	\$ 17 847 086
2020	-22.77%	\$ 13 783 305
2021	-4.90%	\$ 13 107 923
2022	57.25%	\$ 20 612 209

De acuerdo a lo datos obtenidos en la Tabla 13.

Variación de los Costos de Producción del Plátano por *Ha.* se procede a demostrar la variación de los costos de la producción del plátano Hartón, el cual, durante los años 2020 y 2021 se evidencia una disminución en los costos debido a la emergencia sanitaria por COVID-19; por el contrario, en el año 2022 los costos actuaron de manera ascendiente debido a la inflación que se presenta actualmente en el país.

Figura 25.

Variación de los Costos de Producción del Plátano por Ha.



Por último, se utilizó la Ecuación 4 para estimar las utilidades de cada uno de los productores por medio de los ingresos al productor y los costos de producción, obteniendo como resultado un valor de \$ 9 651 791 Pesos/Ha anual.

Ecuación 4

$$Utilidades = Ingresos\ al\ productor - Costos\ de\ producción$$

$$Utilidades = \$ 30\ 264\ 000 - \$ 20\ 612\ 209$$

$$Utilidades = \$ 9\ 651\ 791/Ha$$

Se estimó las utilidades para cada uno de los predios, multiplicando el área de los cultivos de plátano por las utilidades dadas por Ha (\$9 561 791), obteniendo las siguientes utilidades.

Tabla 14.*Utilidades de cada uno de los predios.*

Predios	Área de cultivo de plátano (Ha)	Ingresos (Ha)	Costos (Ha)	Utilidades
Los Yopos	5			\$ 48 258 955
Los Tres Romiles	4			\$ 38 607 164
Parte Bonanza	1			\$ 9 651 791
El esfuerzo	2			\$ 19 303 582
Los Pericos	3			\$ 28 955 373
Nápoles	1	\$ 30 264 000	\$ 20 612 209	\$ 9 651 791
Guinance	2			\$ 19 303 582
La Guadua	7			\$ 67 562 537
El progreso	2			\$ 19 303 582
Las Moras	3			\$ 28 955 373

Al estimar las utilidades de cada uno de los predios, se evidencia que no existe una pérdida para los productores; aun así se recomienda que para reducir los costos de producción y aumentar los ingresos de los productores, es importante implementar estrategias como un prototipo de aprovechamiento de agua lluvia para el riego en los cultivos, la sustitución de plaguicidas, herbicidas y/o fungicidas por bioplaguicidas que no sólo ayudan a la reducción de los costos, si no que es eficiente y apto para el suelo ayudando al medio ambiente.

4.8 Hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas

Figura 26.

Portada de Hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de plátano.



En la Figura anterior, se evidencia la portada de la hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas, en el cual se menciona conceptos sobre servicios ecosistémicos, propiedades físico-químicas y microbiológicas asociadas a los servicios ecosistémicos del suelo, buenas prácticas para el uso sostenible del suelo, estrategias para el mejoramiento de la gestión del suelo, estrategias para el aprovechamiento del agua lluvia y beneficios de la implementación de estas estrategias. Para ver la hoja de ruta en su totalidad diríjase al Anexo 1.

5 Conclusiones

- De acuerdo con los resultados de la evaluación de la calidad del suelo a partir de los parámetros físico-químicos medidos en los predios los Tres Romiles y Los Yopos, se determina que existe una baja capacidad de intercambio catiónico, especialmente en el predio los Yopos, ocasionando una baja capacidad de retención e intercambiar nutrientes en cada una de las plantas del cultivo de plátano, esto influye en el incremento de los costos de fertilizantes. En cuanto al parámetro de glucosidasa, se evidencia un valor alto (6,389) en el predio los Yopos con respecto al predio los Tres Romiles, lo cual indica una contaminación del suelo proveniente de la aplicación de Plaguicidas, Herbicidas y Fungicidas, por ello es importante realizar un estudio de estos para determinar el impacto que tiene con respecto al cultivo.
- Los resultados obtenidos en la matriz AHP demostraron la percepción de cada uno de los expertos encuestados, en la cual, se le dio mayor importancia al valor de uso directo (provisión de alimentos) con un 22% y al valor de uso indirecto (disponibilidad de nutrientes) con un 19%, lo anterior se debe a que existe un equilibrio entre el aporte que hacen los nutrientes del suelo a la productividad del cultivo, lo cual se ve reflejado en el alimento que no sólo satisface las necesidades humanas, sino que también, es un medio de ingreso para los productores.
- En la parte social, para los agricultores es importante conocer el estado de los cultivos y que se dé un diagnóstico técnico al proceso de producción, la construcción conjunta (agricultores-academia) de políticas, estrategias, tecnificación y cambios en las diferentes etapas de los cultivos, resulta también en un beneficio económico y de bienestar para los mismos agricultores, con la implementación de la hoja de ruta, se puede conseguir mejorar el rendimiento y la calidad del suelo cultivado, además de facilitar el conocimiento, la gestión y el trabajo que requiere cada etapa de este proceso. En este sentido, se vuelve imprescindible la socialización y transferencia tecnológica a estas personas, que sería el siguiente paso en el desarrollo de este tipo de proyectos, sin desconocer que las discusiones, entrevistas, encuestas y demás intercambios durante el proyecto, no solo dejan enseñanzas para los

productores sino también para los investigadores, que posteriormente transmiten estos nuevos conocimientos a sus pares, cerrando la brecha entre la academia y los procesos socioeconómicos ligados a la realidad del país.

- La valoración económica permitió identificar los costos de producción para el cultivo de plátano, evidenciando que no hay una pérdida en las utilidades de los productores, por ende, se recomienda implementar otras estrategias para reducir los costos como la implementación de fertilizantes orgánicos, el aprovechamiento del agua lluvia y sustitución en la aplicación de plaguicidas y herbicidas por bioplaguicidas, lo anterior beneficiaría a los productores no solo en el aumento de sus ingresos, si no en la calidad del suelo.
- En cuanto a las buenas prácticas en los cultivos objeto de estudio y en general de lo observado en la vereda a partir de la valoración ecológica, social y económica, se puede establecer que los agricultores tienen un conocimiento amplio del suelo y sus cultivos, sin embargo si podrían mejorar su proceso de producción, disminuyendo costos e impactos ambientales, tomando estrategias como un mayor aprovechamiento de aguas lluvias, y con la utilización de fertilizantes orgánicos, estos fertilizantes podrían proceder entre otras fuentes del compostaje de los residuos orgánicos y de las heces fecales de algunos predios cercanos que se dedican a la ganadería y a la porcicultura.

6 Referencias bibliográficas

- Adhikari, K., & Hartemink, A. E. (2016). Linking soils to ecosystem services — A global review. 262, 101–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.009>
- Agronet. (2022). Estadísticas home. Ministerio de Agricultura. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=4>
- Arcila Pulgarín, M. I., Aranzazu Hernández, L. F., Castrillón Arias, C., Valencia Montoya, J. A., Bolaños Benavides, M. M., & Castellanos Castellanos, P. A. (1999). El cultivo del plátano. 35 p. :.II. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2095>
- Bedoya, B. D., & Marín, J. (2019). Valoración ecológica de los servicios ecosistémicos prestados por el suelo en fincas cafeteras de la Cuchilla de San Juan , municipio de Belén de Umbría , Colombia. 45 <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/40712f9f-2a23-4744-9285-372e22a76bf9/content>.
- Belalcázar, S. (1991). El cultivo de plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica. In Instituto Colombiano Agropecuario (Issue 50) <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12434>.
- Bolaños Briceño, J. A. (2014). Aplicación del análisis multicriterio a la valoración de los recursos pesqueros comerciales del río Guayuriba. [Tesis de maestría en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos] <https://catalogo.unillanos.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40621>
- Brussaard, L., de Ruiter, P. C., & Brown, G. G. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 121(3), 233–244. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>
- Calderon Rodriguez, L. I., & Herrera Culma, R. A. (2016). Índice de calidad del suelo en fincas convencionales y semi-ecologicas productoras de platano Harton Dominico (Musa AAB simmonds). 71 <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4449>.
- Castellanos, J. Z. (2010). Guía para la interpretación del análisis de suelo y agua. Intagri, 20 https://www.academia.edu/10896916/Guia_de_interpretaco_in_de_analisis_de_suelos_y_aguas_Final.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2022a). Índice de precios del productor (IPP). Analisis, Monitoreo y Evaluación de Sectores., 1–25. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios->

del-productor-ipp

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2022b). Sistema de Información de Precios SIPSA. In Boletines resultados (p. 6). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa>

Dossman, M. (2009). Valoración de los servicios ecológicos prestados por el suelo bajo distintas coberturas naturales: caso de estudio ecorregión del Eje Cafetero. [Tesis de maestría en desarrollo rural, Pontificia Universidad Javeriana] <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/139>

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.(FAO) (2018). <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>.

García Sánchez, I. (2017). Actividades enzimáticas determinadas en suelos bajo manejo agrícola sostenible.1–47 <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4299/1/TFG%20Garc%C3%ADa%20S%C3%A1nchez%20%20Ismael.pdf>.

Gili, P., Marando, G., Irisarri, J., & Sagardoy, M. (2004). Actividad biológica y enzimática en suelos afectados por sales del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. *Revista Argentina de Microbiología*, 36(4), 187–192 http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412004000400008.

Gómez Santos, R., Martín S., J. E., & Palencia C., G. E. (2006). Manejo sostenible del cultivo del plátano. 27 páginas. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12888>

Haidy, M., Robayo, C., & Los, F. U. (2022). Prediction Cation Exchange Capacity (CEC) in avocado crops using Machine Learning. *Cic*. https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/4736/Castaño_Maria_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hawker, J., Smith, M. A. ., Bell, G., & Parker, J. . (2020). La Gestión del Suelo y los Servicios Ecosistémicos. EO4cultivar Proyecto Guía de Gestión de Colombia. 18. <https://data.jncc.gov.uk/data/b996fb94-b5e9-4367-b3bd-34281eb2828b/EO4c-colombia-gestion-del-suelo-es.pdf>

Hernández, S. M. (2019). Propiedades Bioquímicas En El Suelo De Cultivo De Papa (Solanum Tuberosum) Enmendado Con Vermicomposta“. *Ayan*, 8(5), 55. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/104397>

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi.(IGAC) (2016). Más del 60 por ciento de la cuenca del río Upía tiene suelos mal utilizados_ IGAC _ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/es/noticias/mas-del-60-por-ciento-de-la-cuenca-del-rio-upia-tiene-suelos-mal-utilizados-igac>.
- Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>
- Lefèvre, C., Rekik, F., & Wiese, L. (2017). Carbono Orgánico del Suelo: El potencial oculto. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura <https://www.fao.org/3/i6937s/i6937s.pdf>.
- Leguizamon Sierra, G. I., & Yepes Gonzalez, N. V. (2014a). Estudio Descriptivo Mediante Análisis Multicriterio de la Cadena Agroalimentaria de La Panela. *Publicaciones e Investigación*, 8(1), 161. <https://doi.org/10.22490/25394088.1298>
- Leguizamon Sierra, G. I., & Yepes Gonzalez, N. V. (2014b). Estudio Descriptivo Mediante Análisis Multicriterio de la Cadena Agroalimentaria de La Panela. *Publicaciones e Investigación*, 8(1), 161. <https://doi.org/10.22490/25394088.1298>
- López, H. (1998). La metodología de encuesta. In *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. (Issue 0, pp. 33–73). https://biblioteca.marco.edu.mx/files/metodologia_encuestas.pdf
- Millennium Ecosystem Assessment (program). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis : a Report for the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press. <https://books.google.com.co/books?id=2nhzQgAACAAJ>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Cadena de plátano: Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 1–128. <http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/646-pngibse>
- Monroy, J., & Palechor, A. (2019). Estudio de la rentabilidad y riesgo en el cultivo del plátano hartón

en la región del Ariari, en el departamento del Meta. [Tesis de especialización en administración financiera, Universidad Católica de Colombia]
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24170>.

Municipal, C. (2020). Plan de desarrollo “Construyendo tejido Social” del municipio de barranca de Upía, Meta para el periodo constitucional 2016-2019.
<https://es.scribd.com/document/442684268/Plan-de-Desarrollo-Barranca-de-Upia-2016-2019-pdf#>.

Osorio Munera, J. D. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: Estado del arte y aplicaciones. *Semestre Económico*, 9(18), 19.
<https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013669005.pdf>.

Ramanathan, R. (2004). Multicriteria Analysis of Energy. In C. J. Cleveland (Ed.), *Encyclopedia of Energy* (pp. 77–88). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00240-0>

Rincón-Ruíz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P., & Zuluaga, P. A. (2014). Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. In *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt* (p. 151). <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf%0Ahttp://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022%0Ahttps://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper%0Ahttps://tore.tuhh.de/hand>

Robinson, J. C., & Saúco, V. G. (2010). *Bananas and Plantains*. CABI.
<https://books.google.com.co/books?id=0GxOPqj2UVYC>

Rosenberger, R. S., & Loomis, J. B. (2003). *Benefit Transfer*. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6_12

Saldarriaga, C., & Patiño, B. (2016). Transferencia de valores económicos para la estimación de impactos sobre cobertura boscosa en proyectos hidroeléctricos. *Económicas CUC*, 37(1), 43–62. <https://doi.org/10.17981/econcuc.37.1.2016.02>

Torrado Pacheco, A. J. (2015). *Buenas prácticas Agrícolas :sistema de aseguramiento de la inocuidad de los alimentos*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17193>

Vallejo Quintero, V. E., Ardila García, V., & Plazas Navarro, L. P. (2021). Evaluación de la calidad

física de suelos. In *Evaluación de la calidad física de suelos* (Ediciones).
<https://doi.org/10.30578/c.suelos.2021>

Weather Spark. (2023). *El clima y tiempo promedio en todo el año en Barranca de Upía (Colombia)*.
<https://es.weatherspark.com/y/25244/Clima-promedio-en-Barranca-de-Upía-Colombia-durante-todo-el-año>

7 Anexos

Anexo 1. Hoja de ruta de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de plátano.

Anexo 2. Lista de cotejo para la identificación de presencia y ausencia de los SE.

<i>Tipo de Servicio ecosistémico</i>	<i>Servicios ecosistémicos</i>	<i>Presencia</i>	<i>Ausencia</i>	
<i>Aprovisionamiento</i>	Alimento			
	Madera y Fibras			
	Recursos genéticos			
	Productos bioquímicos, Medicinas naturales, Productos farmacéuticos			
	Recursos ornamentales			
	Agua dulce			
	<i>Regulación</i>	Regulación del clima		
		Regulación de la calidad del aire		
		Regulación hídrica		
		Regulación de plagas		
Capacidad de enraizamiento				
Regulación de enfermedades				
Sumidero de Dióxido de Carbono				
Regulación de la erosión				
<i>Soporte</i>	Purificación de agua y Tratamiento de residuos			
	Polinización			
	Formación del suelo			

<i>Tipo de Servicio ecosistémico</i>	<i>Servicios ecosistémicos</i>	<i>Presencia</i>	<i>Ausencia</i>
<i>Culturales</i>	Fotosíntesis		
	Ciclo de nutrientes		
	Producción primaria		
	Ciclado del agua		
	Valores espirituales y religiosos		
	Valores educativos		
	Diversidad cultura		
	Belleza escénica		
	Recreación y ecoturismo		

Anexo 3. Métodos para la medición de los parámetros presentes en los SE asociados al recurso suelo.

<i>Servicio Ecosistémico</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>Método</i>
SOPORTE	pH	-	Método 9045c EPA
	Calcio soluble	meq/100g	Métodos analíticos de laboratorio de suelos, IGAC,6a Edición, 2006. Método de acetato de amonio 1N, espectrofotometría de absorción atómica.
	Cobre total	mgCu/Kg ss	EPA 3050 B, SM 3111
	Capacidad de intercambio catiónico		Método de Acetato de Amonio 1N pH 7- Titulación
	Conductividad eléctrica	ds/m	Conductividad eléctrica en suelo (CE 1:5)
	Magnesio soluble	meq/100g	Métodos analíticos de laboratorio de suelos, IGAC,6a Edición, 2006. Método de acetato de amonio 1N, espectrofotometría de absorción atómica.
	Potasio intercambiable	ppm	NTC 5349

<i>Servicio Ecosistémico</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Unidades</i>	<i>Método</i>	
REGULACIÓN	Contenido de Carbono orgánico	%	Pérdida de peso por ignición.	
	Zinc total	mg/kg	EPA 3051 A, SM 3111 B ED 23rd	
	Sodio cambiante	cmol(+)/kg	NTC 5349 EXTRACTO CON PASTA DE SATURACIÓN	
	Disponibilidad de actividad microbiológica	Catalasas		Método de Johnson y temple, (1964)
		Glucosidas		Método Tabatabai, (1982)
	Resistencia a la erosión	Humedad	%	Diferencia entre 10 g de tierra fresca y tierra seca a 105 °C por 48 h.
Compactación		Mpa	Por medio de penetrómetro de resistencia	
Color		-	Escala de Munsell (1975)	
Capacidad de enraizamiento	Textura	-	Kit Lamotte company (mod. 11067)	
	Porosidad total	%	-	
	Compactación	Mpa	Por medio de penetrómetro de resistencia	

Anexo 4. Formato de encuesta.

Encuesta para el desarrollo del proyecto Valoración ecológica, Social y económica de los servicios ecosistémicos asociados a la producción agrícola

A continuación, se informará sobre las condiciones de participación en la siguiente encuesta considerando lo siguiente: La información que usted suministre será utilizada sólo con fines académicos, puesto que este cuestionario hace parte de un proyecto investigativo titulado VALORACIÓN ECOLÓGICA, SOCIAL Y ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE PLÁTANO EN LA VEREDA LAS MORAS DEL MUNICIPIO DE BARRANCA DE UPIA-META.; desarrollado por las estudiantes de Ingeniería Ambiental, Luz Helena Guañarita Gómez y María Paula Vargas Casas de la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio. Las preguntas deberán ser respondidas de manera verídica y partiendo de un ejercicio sensato y responsable. Tenga en cuenta que sus respuestas no serán utilizadas con otro fin diferente al académico y que los datos

personales se mantendrán en el anonimato, por ende, después de este ejercicio académico usted no recibirá ningún otro tipo de información a su correo electrónico.

1. Datos del agricultor.

1.1 Nombre completo: _____

1.2 Sexo

- *Masculino*
- *Femenino*
- *Prefiero no decirlo*
- *Otro*

1.3 Edad:

- *0-12*
- *13-18*
- *19-35*
- *36-60*
- *60 ó más*

1.4 Máximo nivel de educación alcanzado:

- *Primaria*
- *Bachillerato*
- *Técnico*
- *Tecnólogo*

- *Profesional*
- *Especialización*
- *Maestría*
- *Doctorado*

1.5 Estado civil:

- *Soltero (a)*
- *Casado (a)*
- *Unión Libre*
- *Viudo (a)*
- *Separado*

1.6 Composición del núcleo familiar:

2. Caracterización de los cultivos

2.1 Nombre del predio: _____

2.2 Área del predio (Ha): _____

2.3 Tipos de Cultivo (Seleccione una o varias respuestas según sea el caso)

- *Plátano*
- *Arroz*
- *Maíz*
- *Cacao*

- *Aguacate*
- *Cítricos (Limón, Mandarina, Naranja, Lima)*

Otro: _____

2.4 Indique el área del cultivo de plátano: _____

2.5 Con qué frecuencia se realiza la cosecha

- *Anual o menor frecuencia*
- *Semestral*
- *Trimestral*
- *Cuatrimestral*
- *Bimestral*
- *Mensual o con mayor frecuencia*

2.6 Productividad por cosecha por cultivo (Ton):

2.7 ¿Qué tipo de fertilizante utiliza?

- *Orgánicos*
- *Químicos*
- *No usa*

2.8 ¿El agua que usa para consumo es la misma que usa para riego?

- *Si*
- *No*

2.9 El agua que usa para riego proviene de (Seleccione una o varias respuestas según sea el caso)

- *Pozo*
- *Río, Quebrada, Caño*
- *Acueducto*
- *Agua lluvia*

2.10 El agua que usa para consumo proviene de (Seleccione una o varias respuestas según sea el caso)

- *Pozo*
- *Río, Quebrada, Caño*
- *Acueducto*
- *Agua lluvia*

3. Estructura de costos e ingresos

3.1 En cuál de las siguientes opciones usted realiza inversiones monetarias (Seleccione una o varias respuestas según sea el caso)

- *Semillas*
- *Fertilizantes*
- *Riego*
- *Maquinaria*
- *Mantenimiento de maquinaria o equipos*
- *Plaguicidas, herbicidas, y/o fungicidas*

Otros _____

3.2 Cuanto dinero aproximado en pesos gasta usted anualmente en:

<i>Ítem</i>	<i>Gasto Anual (COP)</i>
<i>Semillas</i>	
<i>Fertilizante</i>	
<i>Riego</i>	
<i>Maquinaria</i>	
<i>Plaguicidas, Herbicidas, y/o Fungicidas</i>	
<i>Mantenimiento</i>	

3.3 ¿Cuál es la ganancia bruta en pesos que tiene usted anualmente con cada cultivo?

<i>Cultivos</i>	<i>Ingresos brutos (COP)</i>
<i>Plátano</i>	

<i>Arroz</i>	
<i>Maíz</i>	
<i>Cacao</i>	
<i>Aguacate</i>	
<i>Cítricos(Limón, Mandarina, Naranja, Lima)</i>	

Anexo 5. Imágenes para la implementación del taller del método AHP.



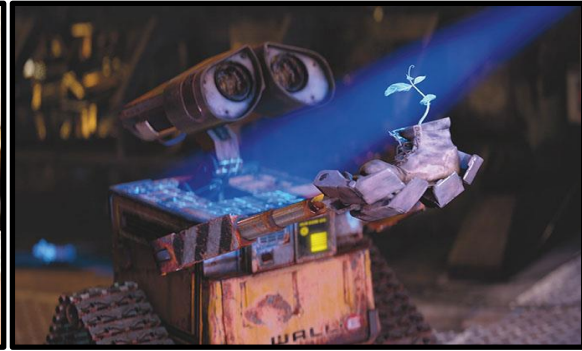
Valor de opción



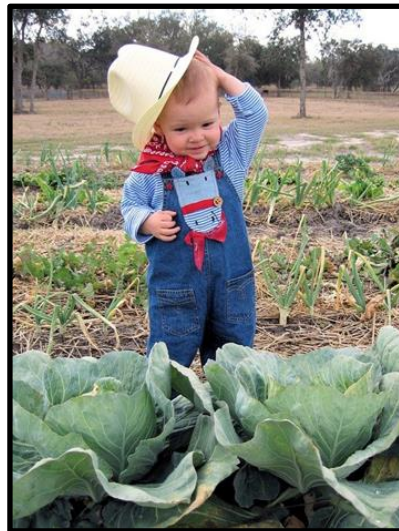
Valor de uso directo



Valor de uso indirecto



Valor de existencia



Valor de legado

Anexo 6. Respuestas de la matriz AHP de cada uno de los expertos.

Finca Los Moros
Janeth Ruiz *14/06/2022*

Criterio	Comparación de la importancia de los aspectos de valor del recurso suelo de la finca Los Moros del municipio de Barranca de Upía								Criterio	
	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más	Moderadamente más	IGUAL	Moderadamente menos	Bastante menos	Mucho menos importante		Extremadamente menos
Valor de uso directo						X				Valor de uso indirecto
Valor de uso indirecto	X									Valor de opción
Valor de uso directo								X		Valor de existencia
Valor de uso indirecto			X							Valor de legado
Valor de uso directo				X						Valor de opción
Valor de uso indirecto										Valor de existencia
Valor de uso indirecto						X				Valor de legado
Valor de opción							X			Valor de opción
Valor de legado								X		Valor de legado
Valor de existencia									X	Valor de existencia

Productor 1

Arvalo Reyes
Productor

Criterio	Comparación de la importancia de los aspectos de valor del recurso suelo de la finca Los Moros del municipio de Barranca de Upía								Criterio	
	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más	Moderadamente más	IGUAL	Moderadamente menos	Bastante menos	Mucho menos importante		Extremadamente menos
Valor de uso directo									X	Valor de uso indirecto
Valor de uso indirecto								X		Valor de opción
Valor de uso directo										Valor de existencia
Valor de uso indirecto			X							Valor de legado
Valor de uso directo										Valor de opción
Valor de uso indirecto										Valor de existencia
Valor de uso indirecto										Valor de legado
Valor de opción									X	Valor de opción
Valor de legado										Valor de legado
Valor de existencia										Valor de existencia

Comparación parcelas
Productor 2

