

**Compostaje de pulpa de café mediante la incorporación de microorganismos  
eficientes de montaña en el municipio de Pitalito - Huila**

Nombre del estudiante:

Jesús Andrés Cuellar Parra

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Agronomía

2022

**Compostaje de pulpa de café mediante la incorporación de microorganismos  
eficientes de montaña en el municipio de Pitalito - Huila**

Nombre del estudiante:

Jesús Andrés Cuellar Parra

Asesor:

Msg. Luis Herney Salazar Nieto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

2022

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios, en seguida a mi familia y docentes que han sido participes de este proceso como y que han hecho parte del su desarrollo; se espera que la información presentada en este archivo sea de amplia utilidad para quienes accedan al mismo.

## **Agradecimientos**

A mi familia por su apoyo y seguimiento para la consecución de este logro, a las personas que estuvieron involucradas en el mismo y que dieron su aporte en el proceso de desarrollo y consolidación del proyecto, que con su grandioso conocimiento dieron argumentos de importancia para el proyecto.

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Pitalito, junio del 2022**

## Resumen

La pulpa de café es el principal contaminante sólido de la industria cafetera, debido a que en grandes cantidades sobre fuentes de agua es posible aumentar la demanda bioquímica de oxígeno, disminución del pH, y en el suelo también afecta las poblaciones de la microflora. Por esta razón, este proyecto buscó ofrecer a los cafeteros una alternativa viable económica y ambientalmente, con el compostaje y posterior uso de la pulpa de café con el uso de microorganismos de montaña. Donde en el primer día de campo se realizó el proceso de captura de 4 kl de materia orgánica en la montaña el Silencio en Pitalito, el segundo día se realizó la propagación de los microorganismos donde se agregaron 4 kl de salvado de trigo y melaza para humedecer la mezcla, obteniendo 10 kl de microorganismos propagados. A los treinta y dos días se realizó la activación donde se agregaron 4 kl de microorganismos propagados, 10 kl de melaza, 2lt de leche y 2 kl de cal en 200 litros de agua. Al día treinta y cinco se realizó la aplicación de los microorganismos sobre 2.000 kilos de pulpa de café, esperados quince días se realizó el volteo a la pila de café y treinta días después se obtuvo la pulpa de café compostada. Se concluyó que 200 litros de producto alcanzan para dos toneladas de pulpa y con cada 4 kilogramos del semillero se pueden obtener 600 litros del producto activado para 6 toneladas de pulpa de café.

**Palabras Clave:** Café, Compostaje, Pulpa de café, microorganismos eficientes

### **Abstract**

Coffee pulp is the main solid contaminant in the coffee industry, because in large quantities on water sources it is possible to increase the biochemical demand for oxygen, decrease the pH, and in the soil it also affects the populations of microflora. For this reason, this project sought to offer coffee growers an economically and environmentally viable alternative, with the composting and subsequent use of coffee pulp with the use of mountain microorganisms. Where on the first field day the process of capturing 4 kl of organic matter was carried out in El Silencio mountain in Pitalito, the second day the propagation of microorganisms was carried out where 4 kl of wheat bran and molasses were added to moisten the mixture, obtaining 10 kl of propagated microorganisms. After thirty-two days, activation was carried out where 4 kl of propagated microorganisms, 10 kl of molasses, 2 liters of milk and 2 kl of lime were added to 200 liters of water. On the thirty-fifth day, the application of the microorganisms was carried out on 2,000 kilos of coffee pulp, waiting for fifteen days, the turning of the coffee pile was carried out and thirty days later the composted coffee pulp was obtained. It was concluded that 200 liters of product are enough for two tons of pulp and with every 4 kilograms of the seed bed, 600 liters of activated product can be obtained for 6 tons of coffee pulp.

**Keywords:** Coffee, Composting, Coffee pulp, efficient microorganisms

## Tabla de contenido

Lista de Figuras .....	10
Lista de Tablas .....	11
Lista de Anexos.....	12
Introducción .....	13
Planteamiento del problema.....	14
Pregunta de investigación .....	15
Justificación.....	16
Objetivos .....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos.....	18
Marco teórico .....	19
Marco referencial .....	23
Marco conceptual .....	25
Marco contextual.....	26
Metodología .....	27
Resultados .....	29
Minimizar el tiempo de compostaje de la pulpa con la incorporación de microorganismos eficientes. ....	29



Propagación de Microorganismos.....	29
Activación Microorganismos.....	30
Aplicación Microorganismos.....	31
Lograr que los productores aprovechen este insumo como parte del plan nutricional de sus cultivos en el municipio de Pitalito – Huila.....	31
Reducir los malos olores y presencia de insectos generados por el proceso de fermentación de la pulpa en el municipio de Pitalito – Huila.....	36
Discusión.....	37
Conclusiones.....	38
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41
Anexos.....	44

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Resultado de la actividad de propagación de los microorganismos de montaña .....	29
<b>Figura 2</b> Resultado de la actividad de activación de microorganismos de montaña .....	30
<b>Figura 3</b> Tiempo para la obtención de compostaje de la pulpa de café con microorganismos de montaña.....	31
<b>Figura 4</b> Costo total para composta de pulpa de café con microorganismos de montaña .....	34

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> Condiciones del lugar del proyecto.....	26
<b>Tabla 2</b> Costos en la actividad de propagación de microorganismos de montaña.....	32
<b>Tabla 3</b> Costos en la actividad de activación de microorganismos de montaña .....	32
<b>Tabla 4</b> Costos en la aplicación de microorganismos de montaña.....	33
<b>Tabla 5</b> Costo total composta de pulpa de café con microorganismos de montaña.....	34

### **Lista de Anexos**

**Anexo A.** Registro de actividades en campo ..... 44

**Anexo B** Registro de los costos de las actividades del proyecto ..... 44

## **Introducción**

En el presente proyecto se llevó a cabo el uso microorganismos de montaña para el compostaje de la pulpa de café producida tras el beneficio del grano de café, como opción ante la problemática por contaminación del residuo sólido sobre fuentes de agua y suelos, recursos naturales que resultan altamente afectados por la industria de café, al no darse un manejo y disposición adecuada de los residuos.

Por lo que se llevó a cabo la implementación y uso de microorganismos de montaña y agregados como salvado de trigo, melaza, leche y cal en el proceso de propagación y activación de los microorganismos que fueron preparados en 200 litros de agua para ser aplicados en 2000 kilogramos de pulpa de café.

Con la realización de este proyecto se obtuvo 2000 kilogramos de cereza de café compostados con microorganismos de montaña en el municipio de Pitalito, como opción para los productores de la misma zona, en donde se demuestra la alternativa del aprovechamiento de este subproducto en menos tiempo gracias a la acción que realizan los microorganismos.

Donde también se logró concluir que este es un método viable económicamente y seguro para el medio ambiente. Donde es posible llevar a cabo la producción de café utilizando los recursos naturales sin afectar su composición y devolviendo al medio ambiente los recursos como el agua y el suelo en el mismo estado en que se encontraron.

## Planteamiento del problema

De acuerdo con López, (2019), la cáscara del café es uno de los subproductos agrícolas con mayor producción en el país: alrededor de 13,5 millones de sacos de 60 kilos en 2018, según informó la Federación Nacional de Cafeteros. De los granos cosechados, cerca del 44 % del peso del fruto es pulpa, residuo que se obtiene por vía húmeda para extraer el grano de café. En este proceso se obtienen altas cantidades de residuos que pueden llegar a ser contaminantes si se dispone en sitios inadecuados, como cerca a fuentes agua superficial o de suelos.

Es así como la pulpa de café es una de las principales problemáticas ambientales entorno a la producción de café, es un residuo que para los productores no representa ningún valor, pues desconocen de algunas de las propiedades de la pulpa de café que son benéficas y otras propiedades que son dañinas, de modo que no dan un control adecuado a la misma.

La pulpa junto con el mucílago de café constituye los subproductos más abundantes del proceso de beneficio húmedo del café y juntos representan alrededor del 60% del peso del fruto fresco. Mejía, *et al.*, (2020). Cuando no se adecuan adecuadamente generan la mayor fuente de contaminación ambiental en la zona cafetera. Se ha calculado que la pulpa y el mucílago generados durante el beneficio húmedo del café, para la obtención de una arroba de café pergamino seco, producen una contaminación equivalente a la generada por los excrementos y orina de 100 personas en un día. Zuluaga, & Zambrano, (1993).

Teniendo en cuenta la actual problemática se vio la necesidad de mejorar el uso y disposición que los productores dan a los subproductos del grano de café, empleando un mecanismo que permita compostar la pulpa del grano de café para:

- ✓ Reducir el impacto ambiental que se está generando, mediante la generación de CO<sub>2</sub>
- ✓ Aprovechar el material como abono orgánico.
- ✓ Mejorar las condiciones de vida de los productores de café, mediante la reducción de malos olores, moscas etc.

Con los resultados de este proyecto se ve la oportunidad de dar a conocer a los caficultores un mecanismo fácil, económico y amigable con el medio ambiente, el cual genera rentabilidad y sostenibilidad para sus empresas cafeteras, ya que se puede utilizar un subproducto enriquecido con nutrientes producido por la misma finca, lo que nos lleva a reducir los costos de producción en el componente de fertilidad, y por otro lado estamos contribuyendo a la mitigación del riesgo del impacto ambiental que se genera por el manejo inadecuado de la pulpa. Por otra parte, los productores dispondrán de espacios limpios sin malos olores y presencia de insectos que pueden acarrear problemas de salud a la familia y trabajadores.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó la pregunta de investigación en torno a la problemática de la inadecuada disposición de la pulpa de café y la alternativa de realizar compostar la pulpa de café.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo implementar un proceso de compostaje de la pulpa de café que tome menos tiempo en la descomposición de la cereza y que sirva como alternativa rentable y práctica para transmitirla a los productores del grano en el municipio de Pitalito - Huila?

## Justificación

Pitalito es uno de los municipios más productivo de café en el país, por lo que es posible deducir que el municipio cuenta con una alta producción de pulpa de café la cual no es utilizada ni situada de forma adecuada. Como se puede recordar que el 40% del volumen total de producción en café cereza es pulpa, y teniendo en cuenta que en el municipio de Pitalito existen 10.800 familias cafeteras, representado esto por 20.033 hectáreas cultivadas con el grano, alcanzando una producción de 220.000 cargas de pergamino seco al año, se puede concluir que la cantidad de cereza de café generada en el municipio es de: 55.000.000 millones de kilogramos de pulpa fresca al año.

Es de mencionar que la pulpa de café presente en embalses, en grandes cantidades, puede provocar aumento de la demanda bioquímica de oxígeno, disminución del pH, así como la presencia de sólidos en suspensión que limitan la penetración de la luz solar y afectan la calidad del agua. (Savigne, & Romanovski, 2008) citado de (Cervantes, 2015)

Según (Blagodatskaya, & Kuzyakov, 2011), citado de (Cervantes, 2015), para el caso de los suelos, los fenoles y polifenoles constituyentes de la pulpa son sustancias tóxicas para la mayoría de las especies de artrópodos y microorganismos. Un alto contenido de pulpa de café en los suelos puede afectar las poblaciones de la microflora edáfica, donde los hongos acidófilos son los principales microorganismos que metabolizan todo ese volumen de materia orgánica.

Teniendo en cuenta lo anterior se ha generado una gran preocupación entre las comunidades y entidades ambientales, en donde se señala la producción de café como una amenaza contra el medio ambiente. Por lo que es importante generar un uso y correcta



disposición de la cereza de café en las fincas cafeteras para reducir el impacto ambiental en suelos y cuencas de los ríos, permitiendo que las familias cafeteras del municipio logren seguir esta actividad de gran importancia económica, sin afectar el uso de los recursos naturales, fomentando el uso responsable de estos.

Por este motivo, se determina que en esta zona se puede generar un impacto positivo considerable al ofrecer a los productores de café una alternativa para el manejo y aprovechamiento de este subproducto.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Aprovechar la pulpa de café mediante el compostaje de este subproducto, utilizando microorganismos eficientes de montaña en el municipio de Pitalito - Huila

### **Objetivos Específicos**

- Minimizar el tiempo de compostaje de la pulpa con la incorporación de microorganismos eficientes en el municipio de Pitalito - Huila
- Lograr que los productores aprovechen este insumo como parte del plan nutricional de sus cultivos en el municipio de Pitalito – Huila
- Reducir los malos olores y presencia de insectos generados por el proceso de fermentación de la pulpa en el municipio de Pitalito - Huila

## Marco teórico

El suelo donde se cultivan las plantas está compuesto principalmente por materia orgánica y minerales, microorganismos vegetales y animales, así como de aire y agua. El suelo también se describe como una capa delgada que se ha sido formada a través del tiempo, con ayuda de la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Donde las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. (FAO, s,f).

La materia orgánica tiene un valor muy grande para el suelo y el cultivo, no solamente por los nutrientes que puede aportar al cultivo, sino también por el aporte al mejoramiento de textura física, química y biológica del suelo, al igual a la ayuda que ofrece en la retención de humedad y nutrientes. (ASA, 2022).

Cultivos como el café requieren del suelo nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, y cuando se maneja apropiadamente el sistema del suelo también ayuda a mantener el nivel de humedad necesario para darle a la planta de café el agua que necesita. Si hay buen manejo del suelo, es decir, si los agricultores se aseguran de que sus suelos reciban las cantidades necesarias de materia orgánica, humedad, luz solar, aireación, nutrientes, cubierta vegetativa, etc., entonces el suelo de sus parcelas alcanzará el equilibrio apropiado de propiedades físicas, químicas y biológicas que ayuda a garantizar la salud general de las plantas. (ASA, 2022).

Hay que pensar en el suelo como un sistema equilibrado. Si se quita más de lo que se pone (concretamente, si no se reemplazan los nutrientes con fertilizante), entonces el sistema colapsa. (ASA, 2022).

Colombia es el mayor productor de café de calidad en el mundo. Tiene buena acogida en los mercados internacionales por ser un producto de alta calidad, dadas las condiciones ambientales existentes en Colombia y al sistema de gestión y respaldo a la calidad que han diseñado los productores colombianos. Muchos elementos combinados hacen que el café colombiano sea único, por lo que el café de Colombia es protegido como Denominación de Origen, Marca de Certificación o Indicación Geográfica Protegida en decenas de países. (CNC, 2012).

Según F.N.C, (2010), un factor clave en la calidad del café son sus diferentes atributos y características. Colombia además es caracterizado de ser una zona tropical de alta montaña con tipos de suelos y clima particulares, por lo que, junto con procesos esmerados de atención en el proceso de los cultivos, en la recolección del grano y en los procesos de post cosecha, se convierten en factores de importancia para el posterior proceso de industrialización, el cual debe de realizarse idealmente en periodos de su recolección, para obtener resultado de alta calidad.

El café pertenece a la familia de las Rubiáceas y al género *Coffea*. Existen numerosas especies de cafeto y diferentes variedades de cada especie. Las especies más importantes comercialmente pertenecientes al género *Coffea*, son conocidas como *Coffea arabica* Linneo (conocida como Arábica o Arábiga) y *Coffea canephora* Pierre Ex Froehner (conocida como Robusta). (Vanegas, 2016)

La botánica y fisiología de las hojas es que salen en pares, no tienen divisiones y los bordes son lisos. En las flores están los órganos de los dos sexos, son flores hermafroditas y generalmente cada fruto tiene dos semillas. Las raíces del café son bastante superficiales y se encargan de tomar el agua y los nutrientes minerales. En los primeros diez centímetros de profundidad del suelo se encuentran un poco más de la mitad de estas raicillas y el 86% en los primeros 30 centímetros. (Vanegas, 2016)

La pulpa del grano de café es la parte externa, de pigmentación roja o amarilla del fruto maduro del café, la pulpa fresca contiene mucha agua y cantidades variables de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre, hierro, manganeso y boro, en Colombia se producen anualmente en promedio 1.350.000 toneladas de pulpa fresca, lo que equivale a 250.000 toneladas de pulpa descompuesta y transformada para utilizarla como abono. A pesar de que desde hace muchos años se ha recomendado la utilización de este valioso material como abono orgánico para las plantas, se le considera como un desperdicio y se arroja a quebradas y ríos, contaminando las aguas que son indispensables para el consumo humano. (Agronegocios, 2017)

“La producción de café en Colombia es catalogada como la actividad económica principal, debido a los elevados precios de producción y los niveles de cosecha, siendo ésta un eje articulador para el desarrollo rural del país” (Serna To. Ma. He., 2018, p.2), citado de (Valencia, & Imbacuan, 2021)

Además, en Colombia la explotación cafetera generó aproximadamente 784.000 toneladas/año de biomasa residual, que constituyen el mucilago, la pulpa, cascarilla, entre otros, donde únicamente es aprovechado el 5% del peso del fruto. Es así como un elevado volumen de residuos puede provocar un problema ambiental como es la contaminación hídrica producto de la

asfixia de la biota acuática debido a que los microorganismos presentes de ésta, genera una demanda mayor de oxígeno para su descomposición (Serna To. Ma. He., 2018, p.3), citado de (Valencia, & Imbacuan, 2021)

Como alternativas se tiene la composta de la pulpa de café para la elaboración de los abonos orgánicos, su importancia es tal ya que proporcionan nutrimentos al cultivo, mejoran las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, incrementando su productividad y, por tanto, disminuyendo indirectamente el uso de fertilizantes químicos y los costos de producción.

## Marco referencial

Se tiene el registro de diferentes fuentes en donde se plasman alternativas para la adecuada disposición y aprovechamiento de la pulpa de café, lo que se ha vuelto una opción para muchas familias, grupos asociativos de café en donde se coloca a compostar la cereza de café para convertirla en abono orgánico y hacer frente a la problemática por contaminación con el residuo sólido de café.

Por ende, es posible mencionar a los autores (Valencia, & Imbacuan, 2021). Que tras la problemática presentada en la Vereda el Bosque – Municipio Yotoco, en donde se observó que el único manejo que se le brinda a este residuo es el almacenamiento en fosas, el cual no es higiénicamente un tratamiento adecuado, por lo que se vio como una de las alternativas como medida de manejo de este importante residuo fue el proceso de compostaje. Por lo cual realizaron la caracterización de residuos orgánicos generados de la producción pecuaria, domésticos y aquellos asociados a cultivos en la vereda, a su vez se ejecutaron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones, se realizó el seguimiento y evaluación de las variables fisicoquímicas como la temperatura, pH, humedad, relación C/N; además se tuvo en cuenta el factor social. Donde según la evaluación realizada a los tres tratamientos (T1, T2 Y T3), la alternativa seleccionada para dar manejo al residuo resultante del beneficio del café, es el tratamiento T3, en el cual se compostó la pulpa de café con residuos de cosecha como el vástago de plátano, este tratamiento arrojó resultados variables, pero que están dentro de los rangos establecidos para un compostaje óptimo, rico en potasio, magnesio, calcio, entre otros; así mismo brindar una facilidad al caficultor a la hora de implementar esta alternativa de compostaje, debido a la asociatividad de cultivos que existe entre el café y el plátano, convirtiéndose en una

oportunidad de negocio sustentable y mitigando los impactos ambientales causados por este subproducto.

También es posible mencionar a los autores (Vásquez, *et al.*, 2010), quienes implementaron el uso de microorganismos nativos para reducir el tiempo de descomposición de la pulpa de café que tradicionalmente tarda 150 días, proyectándose reducir este tiempo a 40 días con pilas conformadas por 150 kg de pulpa del café. Las muestras fueron procesadas y analizadas en los Laboratorios del programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico de la Universidad de Santander (UDES) en la ciudad de Bucaramanga-Colombia, para el aislamiento de los microorganismos y ser aplicados en el compostaje. Donde cuatro de las cinco pilas fueron inoculadas con microorganismos y una no. Además, se aplicaron los concentrados bacterianos en los días 1, 10, 20 y 30; adicionalmente se realizó volteó en cada uno de estos días. El día 40, se tomó muestra de cada una de las biopilas para los análisis fisicoquímicos. Se aislaron e identificaron microorganismos nativos de la pulpa del café involucrados en el proceso de biodegradación tales como *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter koseri*, *Bacillus spp.*, *Escherichia coli*, *Stenotrophomona maltophilia*, *Cromobacterium spp.*, *Pseudomonas spp.*

La investigación permitió demostrar experimentalmente que es posible acelerar el proceso de compostaje utilizando microorganismos nativos de la pulpa del café y disminuir a 40 días el tiempo requerido para obtener un sustrato orgánico de buena calidad al finalizar el tratamiento.



## Marco conceptual

**Compostaje:** “El compostaje es la descomposición biológica de sustratos orgánicos, realizada por una población microbial diversa y en condiciones predominantemente aerobias, generando un material estable, libre de patógenos, que puede aplicarse al suelo”. (Oviedo, 2017).

**Microorganismo:** “Organismo que solo puede verse bajo un microscopio. Los microorganismos incluyen las bacterias, los protozoos, las algas y los hongos” (NIH, s,f)

**Microorganismo eficiente:** ME “consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80 especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden completarse”. (Tanya, 2019)

La aplicación de ME sobre la estimulación del desarrollo de las raíces y de la mejora en la nutrición debido a una mejora en la adquisición de nutrientes. Es sabido que existen varios microorganismos que son responsable de la solubilización de nutrientes como P y K, otros son capaces de fijar el N<sub>2</sub> atmosférico convirtiéndolos en formas asimilables para las plantas. Asimismo, el incremento en profundidad y superficie del sistema radical permite una mejor adquisición del agua. (Tanya, 2019)

**Pulpa de café:** “Es la cáscara del grano de café formada por el exocarpio (epidermis) y parte del mesocarpio. En el beneficio ecológico la pulpa es uno de los subproductos y se deposita en fosas para su descomposición y posterior utilización en el cultivo”. (FNC, 2022)

## Marco contextual

El proyecto se llevó a cabo en el municipio de Pitalito en donde se recolectó la muestra de microorganismos en la montaña El Silencio. Este municipio del Huila es dueño de una caficultura de gran tamaño, a tal punto que se afianzó como el primer municipio productor del bebestible en Colombia. Algunos ya le dicen el nuevo “Eje Cafetero” porque no solo es abundante su grano sino inmensa su calidad.

Esta ciudad de 150.000 habitantes es la de mayor producción de café en Colombia. Es la puerta de entrada al Macizo Colombiano, conecta al centro del país con el sur, no en vano le dicen la “Estrella Vial del Surcolombiano” y tiene cercanía con el Putumayo y el departamento del Cauca. Es una zona estratégica que interconecta al país.

**Tabla 1** *Condiciones del lugar del proyecto*

<b>Condiciones del lugar del proyecto</b>	
<b>Ubicación de la zona</b>	Municipio de Pitalito – Huila
<b>Altitud</b>	1.259 msnm
<b>Coordenadas Geográficas</b>	1° 51' 16" norte y 76° 3' 6" oeste
<b>Temperatura Promedio</b>	17 a 26 ° C
<b>Precipitación anual</b>	3246 mm al año

Fuente: (Huila, s,f).

## Metodología

El desarrollo del presente proyecto se llevó a cabo en el municipio de Pitalito en donde se buscó aprovechar la pulpa de café mediante el compostaje de este subproducto, a través del uso de microorganismos eficientes de montaña, para ser comparado con el método de descomposición natural de la cereza de café en fosa.

Para lo que como primer paso se llevó a cabo la implementación de microorganismos de montaña. Donde se realizó la actividad de captura y propagación de microorganismos eficientes (em) de montaña en la reserva El Silencio ubicada en la vereda Chaguayaco donde:

- Se tomó materia orgánica en descomposición de un bosque primario, a la cual se le extrajo la hojarasca descompuesta que esta entre el suelo, y también se quitó la primera capa superficial de hojas.
- Luego se mezcló la materia orgánica con salvado de trigo o de arroz en relación 1: 1, obteniendo una mezcla homogénea.
- También se agregó melaza hasta que la mezcla quedó húmeda y homogénea, la mezcla se realizó en un piso firme (concreto).
- Se colocó en un recipiente plástico, de boca ancha con tapa, y se colocó por capas de 15 cm de espesor, compactándola con un pisón.
- Cuando se terminó de compactar todo el material, se procedió a cerrar muy bien el recipiente.
- Se esperó por 30 días hasta estar listo el semillero de microorganismos. Los cuales ya son aptos para ser activados.

Como segundo paso se llevó a cabo la activación de microorganismos de montaña, donde se necesitó:

- Tomar 4 Kilos del semillero envueltos en una manta o trozo de tela delgada y se colocó en una caneca de 200 Litros de agua.
- Añadir 10 Kg de melaza, 2 kg de Cal dolomita y 2 litros de Leche (opcional)
- Después de mezclarlo se tapa por tres días, al segundo y tercer día se destapó para mezclarlo con una espátula de madera y de esta manera airearlo.
- Al día cuarto se aplicó a la pulpa de manera homogénea, con una bomba de espalda.

## Resultados

### Minimizar el tiempo de compostaje de la pulpa con la incorporación de microorganismos eficientes.

Para la obtención de compost de pulpa de café con la incorporación de microorganismos eficientes se llevó a cabo el desarrollo de las actividades de captura, propagación y activación de microorganismos eficientes (em) de montaña donde se logró obtener los siguientes resultados.

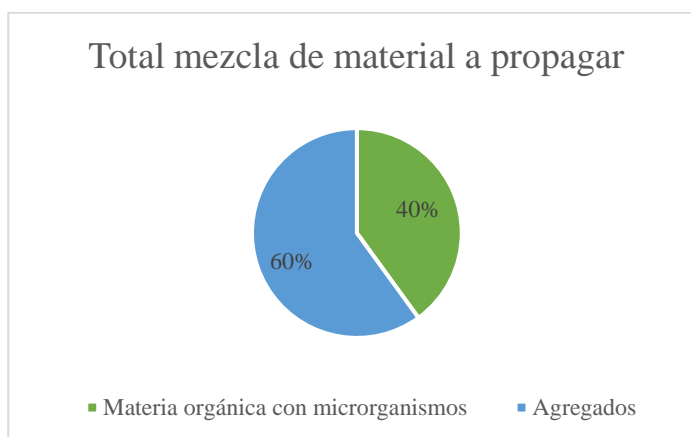
#### Propagación de Microorganismos

Día 1: Se logró capturar 4 Kg de material con microorganismos donde se utilizó balde y guantes de nitrilo.

Día 2: Mediante la mezcla de material de montaña con salvado de trigo y melaza se obtuvo 10 Kg de material mezclado listo para propagar.

#### Figura 1

*Resultado de la actividad de propagación de los microorganismos de montaña*



**Nota.** Fuente: Autor

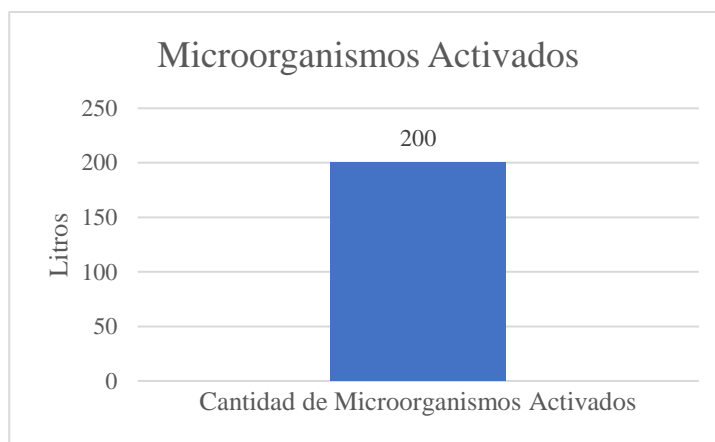
De la anterior figura se puede comentar se tras obtener la mezcla lista para propagar los microorganismos, el 40% representó la materia orgánica con microorganismos de montaña, y el 60% representó los agregados de salvado y melaza. Donde se obtuvo 10 kl de la mezcla.

### Activación Microorganismos

Día 32: Del material listo para propagar se tomó 4 kg envuelto en una manta y bien sellado se colocó en una caneca de 200 litros con agua, donde se aplicaron 10 kilos de melaza, 2 litros de leche y 2 kilos de cal, (se dejó por 3 días) y se obtuvo 200 litros de microorganismos activados.

### Figura 2

*Resultado de la actividad de activación de microorganismos de montaña*



**Nota.** Fuente: Autor

De la anterior figura es posible comentar que tras la activación de los microorganismos de montaña en donde se adicionó 4 kilos de material listo a propagar, 10 kilos de melaza, 2 litros de leche y 2 kilos de can en 200 litros de agua, se obtuvieron 200 litros de microorganismos activados.

### Aplicación Microorganismos

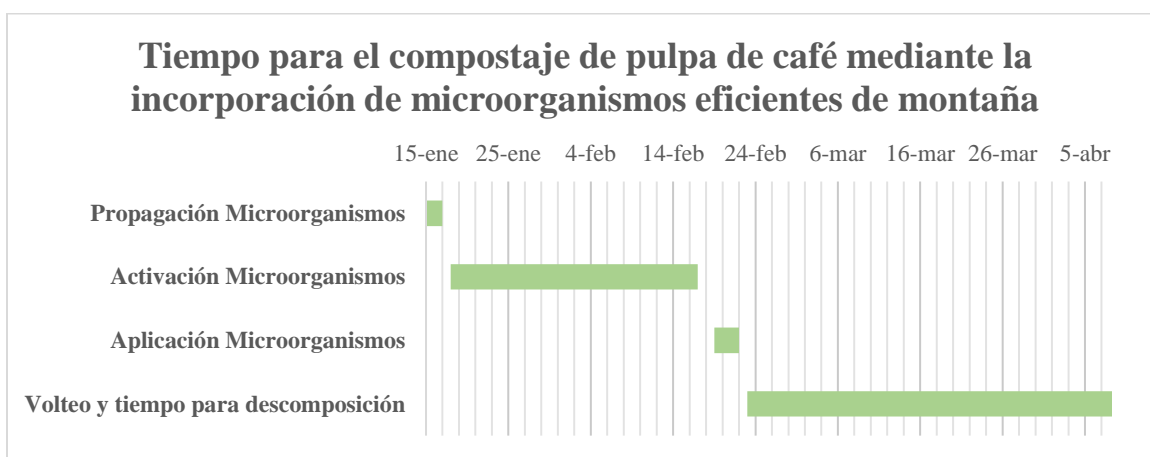
Día 35: Con una bomba de espalda se realizó la aplicación de los 200 litros de microorganismo a una pila de pulpa de café de 2.000 kilos.

Día 50: Se realizó el volteo para dar aireación a la pila de cascara de café, donde se obtuvo como resultado 2.000 kilos de pulpa con microorganismos incorporados.

Día 80: La pulpa compostada estuvo lista para aplicar al cultivo.

### Figura 3

*Tiempo para la obtención de compostaje de la pulpa de café con microorganismos de montaña*



**Nota.** Fuente: Autor

De la anterior figura es posible comentar que la duración para el compostaje de pulpa de café mediante la incorporación de microorganismos eficientes de montaña tomó ochenta días máximos para obtener una materia orgánica alta en nutrientes para la fertilización de los cultivos y recuperación de los suelos.

**Lograr que los productores aprovechen este insumo como parte del plan nutricional de sus cultivos en el municipio de Pitalito – Huila**

Para lograr que los productores aprovechen este insumo como parte del plan nutricional de sus cultivos es necesario documentar la información sobre el proceso de obtención del material orgánico, así como el proceso para propagar y activar los microorganismos eficientes, como se ha hecho en el presente informe, en donde es preciso mencionar además los costos a los que se incurren para la obtención de composta de pulpa de café con microorganismos de montaña.

**Tabla 2**

*Costos en la actividad de propagación de microorganismos de montaña*

Insumos	Propagación Microorganismos			
	Unidades	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Microorganismos				
Capturados	Kg	4	\$ 10.000,0	\$ 40.000,0
Salvado de trigo	Kg	4	\$ 7.000,0	\$ 28.000,0
Melaza	Kg	2	\$ 5.000,0	\$ 10.000,0
Balde de 20 Litros	unidad	1	\$ 5.000,0	\$ 5.000,0
Tapa para cubrir balde	unidad	1	\$ 2.000,0	\$ 2.000,0
Guantes de nitrilo	unidad	2	\$ 2.000,0	\$ 4.000,0
Mano de obra	Jornales	1	\$ 50.000,0	\$ 50.000,0
TOTAL				\$ 141.000,0

**Fuente:** Autor. **Nota:** De esta mezcla resultaron al final 10 Kg de microorganismos propagados.

En la anterior tabla se relacionan los insumos, herramientas y mano de obra necesarios entorno a la actividad de recolección y propagación de los microorganismos. Los insumos están relacionados con el salvado de trigo y melaza, e instrumentos como un balde con tapa y guantes.

**Tabla 3**

*Costos en la actividad de activación de microorganismos de montaña*

Activación Microorganismos



Insumos	Unidades	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Microorganismos propagados	Kg	4		\$ -
Cal dolomita	Kg	2	\$ 2.000,0	\$ 4.000
Leche	Lt	2	\$ 3.000,0	\$ 6.000
Melaza	Kg	10	\$ 5.000,0	\$ 50.000
Manta para envolver el material	unidad	1	\$ 2.000,0	\$ 2.000
Agua	Lt	200	\$ 25,0	\$ 5.000
Caneca agua (200 Lts)	Unidad	1	\$ 100.000,0	\$ 100.000
Mano de obra	Jornales	1	\$ 50.000,0	\$ 50.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 217.000</b>

**Nota.** Fuente: Autor

En la anterior tabla se relacionan los insumos, herramientas y mano de obra necesarios entorno a la actividad de activación de los microorganismos. Los insumos están relacionados con la cal dolomita, leche, melaza y agua entre los instrumentos se contó con una manta para envolver el material y una caneca de 200 litros.

**Tabla 4**

*Costos en la aplicación de microorganismos de montaña*

Insumos	Unidades	Aplicación Microorganismos			
		Cantidad	Kg Pulpa Procesada	Valor Unitario	Valor Total
Microorganismos activados	Lt	200			\$ -
Bomba de espalda	Unidad	1		\$ 150.000,0	\$ 150.000
Mano de obra aplicación	Jornales	1	2000	\$ 50.000,0	\$ 50.000
Mano de obra Volteo de material	Jornales	2		\$ 50.000,0	\$ 100.000
<b>TOTAL</b>	<b>Kg</b>		<b>2000</b>	<b>\$ 250.000</b>	<b>\$ 300.000</b>

**Nota:** Fuente: Autor

En la anterior tabla se relacionan la mano de obra y quipos entorno a las actividades de la aplicación de los microorganismos, como fue una bomba de espalda y mano de obra para aplicar los microorganismos y para la actividad de volteo de la composta de cascara de café.

**Tabla 5**

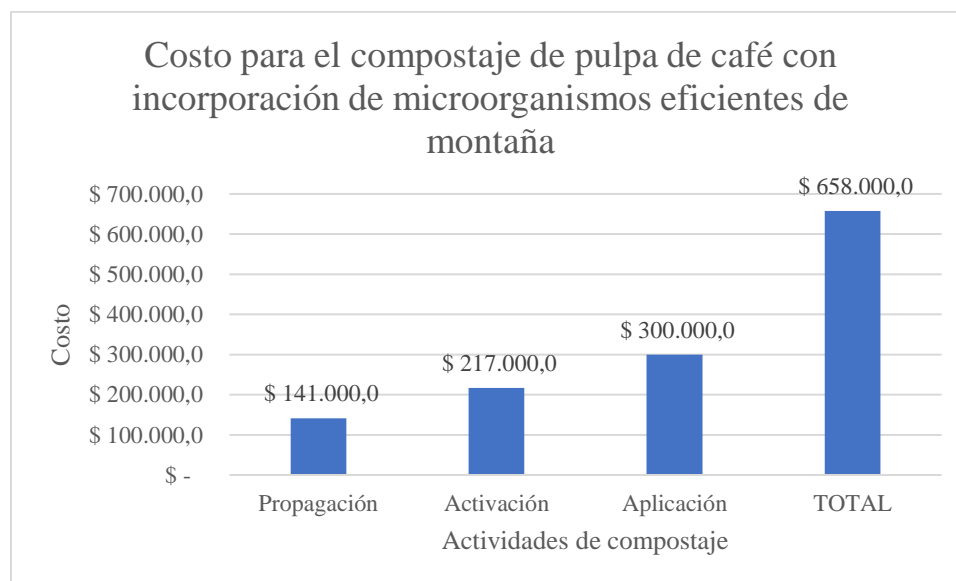
*Costo total para la composta de pulpa de café con microorganismos de montaña*

COSTOS TOTALES	
Ítems	Valor total
Propagación	\$ 141.000,0
Activación	\$ 217.000,0
Aplicación	\$ 300.000,0
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 658.000,0</b>

**Nota.** Fuente: Autor

**Figura 4**

*Costo total para composta de pulpa de café con microorganismos de montaña*



**Nota.** Fuente: Autor

De la anterior figura es posible deducir que, para el proceso de compostaje de pulpa de café con incorporación de microorganismos eficientes de montaña, es necesario incurrir a un

costo de \$141.000 para la propagación de los microorganismos, de igual forma es necesario cubrir el gasto por \$217.000 para los insumos y mano de obra en la activación de los microorganismos. Por último, es necesario un presupuesto por \$300.000 para la aplicación de los microorganismos y preparación de la pulpa de café y para que esté lista para utilizar en cultivo.

Por lo tanto, para llevar a cabo la aplicación de microorganismos para 2.000 kilos de pulpa de café es necesaria una inversión de \$658.000

De este modo para que el productor logre poner en práctica la aplicación de los microorganismos a la pulpa de café, se sugiere al productor aplicar con una bomba de espalda de 20 litros de microorganismos por cada 200 kilos de pulpa de café.

Como se mencionaba anteriormente el proceso de compostaje de pulpa de café requiere de 80 días para estar listo y utilizar en cultivo, por lo que el productor lo puede aplicar en cultivos como el café, plátano, maíz, en huertas caseras entre otros cultivos de su interés.

Para la aplicación en cultivos de café primero se sugiere al productor tener en cuenta realizar un análisis de suelos a la pulpa de café descompuesta para conocer los nutrientes con los que cuenta esta materia orgánica y complementar si es necesario con fertilizantes químicos.

La forma de su aplicación para el cultivo de café se sugiere realizarla alrededor de las ramas inferiores de la planta.

Es así como el productor puede implementar el uso de la pulpa de café descompuesta, como adición al plan de fertilización químico que tiene programado el productor.

## **Reducir los malos olores y presencia de insectos generados por el proceso de fermentación de la pulpa en el municipio de Pitalito – Huila**

Tras la recolección de materia orgánica con microorganismos de montaña para la realización de composta de café se ha logrado demostrar y promover el uso y disposición controlada de la pulpa de café para ser fermentada y descompuesta con ayuda de microorganismos eficientes de montaña.

En donde fue necesario disponer de una fosa con techo en un sitio seco y ventilado, para la disposición de la pulpa de café luego del beneficio del grano.

La pulpa de café fue dispuesta en la fosa en condiciones de humedad mínima para favorecer su tiempo de descomposición. En donde al aplicar los microorganismos activados sobre la pulpa de café se logró descomponer los azúcares y complejos presentes en la pulpa de café a través de la actividad de los microorganismos de montaña quienes, tras esta actividad, forman más microorganismos. Tras esta actividad se presenta también biomasa, calor, agua, y materia orgánica más descompuesta en menos tiempo.

Fue así como tras esta práctica de composta de la pulpa de café con microorganismos de montaña se logró reducir los malos olores producto de la pudrición y en la eliminación de vectores como insectos y ratas.

También se obtuvo una función muy importante en la eliminación de patógenos humanos y bacterias contaminantes de alimentos.

## Discusión

La pulpa de café contiene materias orgánicas y nutrientes. Las concentraciones de P, Ca y K están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, además de contener Mg, S, Fe y B. Procesado como abono orgánico, estos nutrientes se liberan paulatinamente. (Funica, s,f).

Es así como la composta de la pulpa de café permite mejorar la vida microbiana de los suelos, ya que es posible llevar a cabo una nutrición de los suelos y de las plantas. De igual forma el uso de la pulpa de café en descomposición permite formar un ecosistema eficiente en el suelo para que tenga equilibrio, vitalidad, resistencia y consistencia en la producción de los cultivos.

Por ende, es posible también devolver los nutrientes aplicados con anterioridad al cultivo, permitiendo disminuir la contaminación. Tal ha sido el resultado de la implementación de microorganismos de montaña en el proceso de compostaje de la pulpa de café, en donde gracias a esta combinación es posible obtener en menos tiempo abono orgánico con microorganismos que pueden ser aportados al suelo para recuperar la fertilidad de los suelos erosionados y también luego de recuperados los suelos mejorar la producción de los cultivos.

Lo anterior permite disminuir la contaminación por la mala disposición y desaprovechamiento de la pulpa de café, ya que al dejarla en el suelo a campo abierto y cuando la pulpa de café fresca es utilizada en medio de los cultivos sin descomponer se corre el riesgo de contaminar los suelos además de afectar las plantas.

## Conclusiones

Tras la culminación del anterior proyecto se encontró que tras la propagación de microorganismos se obtuvo una mezcla lista en donde el 40% representó la materia orgánica con microorganismos de montaña, y el 60% representó los agregados de salvado y melaza. Donde se obtuvo 10 kl de mezcla.

En la actividad de activación de microorganismos de montaña en donde se adicionó 4 kilos de material listo a propagar, se adicionó también 10 kilos de melaza, 2 litros de leche y 2 kilos de cal en 200 litros de agua, donde fue posible obtener 200 litros de microorganismos activados.

En la aplicación de los microorganismos se utilizaron 200 litros de microorganismos activos para una pila de 2000 kilos de pulpa de café. Donde treinta días después se realizó volteo a la pila y 30 días después se logró obtener 2.000 kilos de pulpa de café compostados con la incorporación de microorganismos de montaña.

Es así como se puede concluir que la duración para el compostaje de pulpa de café mediante la incorporación de microorganismos eficientes de montaña tomó ochenta (80) días máximos para obtener una materia orgánica alta en nutrientes para la fertilización de los cultivos y recuperación de los suelos.

Para que los productores aprovechen este insumo como parte del plan nutricional de sus cultivos es necesario que identifiquen los recursos necesarios para su implementación, en donde para el proceso de compostaje de 2.000 kilos de pulpa de café es necesario asumir un costo de \$141.000 para la propagación de los microorganismos, \$217.000 para los insumos y mano de obra en la activación de los microorganismos. Por último, es necesario un presupuesto por

\$300.000 para la aplicación de los microorganismos y preparación de la pulpa de café y para que esté lista para utilizar en cultivo, siendo un total de inversión de \$658.000.

Además, se identificó que el productor puede aplicar una bomba de 20 litros de microorganismos para 200 kilos de pulpa de café. Y que para aplicar la pulpa de café descompuesta al cultivo es necesario que se aplique sobre el suelo a la altura de las ramas bajas de la planta. Donde primero es necesario conocer mediante un análisis de suelos los requerimientos del cultivo y así programar un plan de fertilización donde se logre integrar el abono orgánico de la pulpa de café compostada y el abono químico.

Otro resultado a resaltar del presente proyecto es la reducción de los malos olores y presencia de insectos generados por el proceso de fermentación de la pulpa, ya que por medio de la integración de los microorganismos de montaña fue posible reducir el tiempo de descomposición y disminución de fermentos gracias a la disposición de la pulpa en una fosa con óptimas condiciones como suelo seco, disposición de techo y buena aireación.

Por último, cabe resaltar que cada 200 litros de producto alcanzan para dos (2) toneladas de pulpa y con cada 4 kilogramos del semillero es posible obtener 600 litros del producto, es decir los mismo 4 Kg que se utilizan para preparar los 200 litros se pueden reutilizar 2 veces más para realizar el mismo proceso. Donde 4 kg de semillero de EM es igual a 600 Litros de producto activado para 6 toneladas de pulpa de café.

## Recomendaciones

Se recomienda al productor agrícola disponer de todas las herramientas necesarios para el desarrollo y obtención de materia orgánica a base de la pulpa de café con la integración de microorganismos de montaña, para que de esta forma se llegue a la consecución del objetivo propuesto, en donde se dé la adecuada limpieza y desinfección de estos. Entre los que se puede implementar palas para agregar material, voltear y sacar el compost terminado. Regadera, manguera o aspersor: para mantener una correcta humedad en el material en compostaje. Así como el papel de pH (opcional), para el control de la acidez durante el proceso y otros utensilios que ayudan en la labor, aunque no son imprescindibles, como los rastrillos, carretillas, aireadores manuales, etc.

Se recomienda el uso de un termómetro para la toma de la temperatura introduciendo el termómetro en distintos puntos de la pila y manualmente se compruebe un aproximado de la temperatura según la fase de compostaje, observando las temperaturas, así mismo se debe observar la humedad la cual no debe bajar del 45%, ya que una humedad por debajo de esta disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable.

Se resalta también la importancia de la realización de esta labor en las unidades productivas de café en donde en cada cosecha se disponga de un lugar adecuado para la disposición de la pulpa y se realice la adicción de microorganismos de montaña y de esta forma el productor logre aprovechar la pulpa de café y convertirla en abono orgánico, permitiendo reducir el tiempo de su descomposición y que al mismo tiempo no se contaminen los suelos y las fuentes hídricas.



## Bibliografía

ASA, (2022). Suelo cafetalero: la importancia de la salud del suelo. Recuperado de:

<https://asa.crs.org/2017/01/suelo-cafetalero-la-importancia-de-la-salud-del-suelo/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20importancia%20tiene%20manejar%20la,%2C%20calcio%2C%20magnesio%2C%20etc.>

Agronegocios, (2017). Los Nutrientes Que Requiere El Cultivo De Café. Recuperado de:

<https://www.agronegocios.co/aprenda/los-nutrientes-que-requiere-el-cultivo-de-cafe-2622652>

CNC, (2012). Cuadro Descripción De Calidades. Recuperado de:

<https://cnccolombia.com.co/nuestros-cafes/cuadro-descripcion-de-calidades>

Cervantes, (2015). Efecto de la pulpa de *Coffea arabica* L. sobre la microflora de tres unidades de suelos. *Revista de Protección Vegetal*. Recuperado de:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522015000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000200005)

(Funica, s,f). Abono orgánico de pulpa de café. Recuperado de:

[http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_02.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_02.pdf)

FAO, (s,f). El suelo. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>

Federación nacional de cafeteros de Colombia (2010). Un café sobresaliente, café de Colombia.

Recuperado de: [www.cafedecolombia.com/...cafe\\_de.../un\\_cafe\\_sobresaliente](http://www.cafedecolombia.com/...cafe_de.../un_cafe_sobresaliente).

FNC, (2022). Pulpa. Recuperado de:

<https://federaciondefeferos.org/wp/glosario/pulpa/#:~:text=Es%20la%20c%C3%A1scara%20del%20grano,posterior%20utilizaci%C3%B3n%20en%20el%20cultivo.>

Huila, (s,f). Pitalito. Recuperado de: <https://huila.com/pitalito/>

López, (2019). Cáscara de café remueve metales pesados en rellenos sanitarios. Periodito UNAL.

Recuperado de: <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/cascara-de-cafe-remueve-metales-pesados-en-rellenos-sanitarios/>

Mejía, *et al.*, (2020). Evaluación de la biomasa residual (cereza) de café como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. *Revista ION*, 33(1), 93-102.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342065400009>

NIH, (s,f). microorganismo. Recuperado de:

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/microorganismo>

Oviedo, (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología*. vol.18 no.1. Recuperado de:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432017000100031#:~:text=El%20compostaje%20es%20la%20descomposici%C3%B3n,Haug%201993%3B%20Stentiford%20y%20de](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000100031#:~:text=El%20compostaje%20es%20la%20descomposici%C3%B3n,Haug%201993%3B%20Stentiford%20y%20de)

Tanya, (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas.

*Centro Agrícola*. vol.46 no.2. Recuperado de:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093)

Valencia, & Imbacuan, (2021). Alternativas para el Manejo del Residuo de Pulpa de café

Mediante Proceso de compostaje en la Vereda el Bosque – Municipio Yotoco.

Recuperado de:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/40282/eimbacuani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vásquez, (2010). Aceleración del proceso de compostaje de residuos post-cosecha (pulpa) del

café con la aplicación de microorganismos nativos. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220509002.pdf>

Vanegas, (2016). Taxonomía del café. Recuperado de:

<https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/08/31/taxonomia-del-cafe/>

Zuluaga, & Zambrano, (1993). Manejo del agua en el proceso de beneficio húmedo del café para

el control de la contaminación. Recuperado de: [https://jotagallo.com/wp-](https://jotagallo.com/wp-content/uploads/2021/04/Avance-tecnico-187-Manejo-del-agua-en-el-proceso-de-beneficio-humedo-del-cafe..pdf)

[content/uploads/2021/04/Avance-tecnico-187-Manejo-del-agua-en-el-proceso-de-](https://jotagallo.com/wp-content/uploads/2021/04/Avance-tecnico-187-Manejo-del-agua-en-el-proceso-de-beneficio-humedo-del-cafe..pdf)

[beneficio-humedo-del-cafe..pdf](https://jotagallo.com/wp-content/uploads/2021/04/Avance-tecnico-187-Manejo-del-agua-en-el-proceso-de-beneficio-humedo-del-cafe..pdf)

