DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ABONOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE PIENDAMÓ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA

DANIELA ÁLVAREZ VÉLEZ
ARLEX GARCÉS CERTUCHE

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
POPAYÁN
2019

DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ABONOS A PARTIR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE PIENDAMÓ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA

DANIELA ÁLVAREZ VÉLEZ
ARLEX GARCÉS CERTUCHE

Trabajo de grado en la modalidad de Seminario de Profundización para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Directora
Mg. LEADITH ALEXANDRA GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
POPAYÁN
2019

Nota de aceptación

La Directora y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

_____

Mg. LEADITH ALEXANDRA GUTIÉRREZ
Directora

_____

M. Sc. GUSTAVO ADOLFO ALEGRÍA F.
Presidente del Jurado

_____

Mg. MÓNICA MARGOT RISUEÑO
Jurado

Popayán, 26 de marzo de 2019

DEDICATORIA

Este logro es dedicado a mi familia y a todas aquellas personas que creyeron en mí, que me apoyaron, que me educaron y que hicieron de mi paso por la universidad una experiencia fructífera y constructiva.

Arlex Garcés Certuche

Dedicado a mi Madre y Abuela quienes siempre han sido incondicionales conmigo en todo momento y etapa de mi vida.

Daniela Álvarez Vélez

AGRADECIMIENTOS

Mi logro y la felicidad por haber alcanzado este triunfo se lo agradezco a Dios, quien es mi guía y me llena de fe en todo momento, a mis padres y familia por su incondicional apoyo, a mi compañera de trabajo por su perseverancia y paciencia; amigos, docentes y toda la comunidad universitaria por formar parte importante de mi aprendizaje, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias.

Arlex Garcés Certuche

En esta etapa de mi vida, en mi formación como profesional y puntualmente en este proyecto, debo agradecer principalmente a mi familia por siempre tener una palabra de apoyo y un abrazo aun cuando todo parecía estar de la peor manera, además por ser mi inspiración y mi motor de superación; a mis amigos por su acompañamiento y esa disposición de apoyo; a los profesores de la facultad de Ciencias Agrarias de la universidad, por la paciencia y la confianza a la hora de acompañar nuestro proceso de superación y a mi compañero de trabajo de grado por la confianza y el apoyo recibido. No me queda más que decirles gracias infinitas y solo espero que me sigan acompañando en esta etapa profesional que apenas comienza.

Daniela Álvarez Vélez

CONTENIDO

	pág.
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. ANTECEDENTES	14
5. SITUACIÓN ACTUAL	15
5.1 TAMAÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA TIERRA	15
6. PROMOTORES DEL PROYECTO	16
7. POBLACIÓN OBJETIVO	17
8. ZONA DE INFLUENCIA	18
8.1 MACRO LOCALIZACIÓN	18
8.2 MICRO LOCALIZACIÓN	18
9. CUANTIFICACIÓN DEL MERCADO	20
9.1 OFERTA DEL PRODUCTO	20
9.2 DEMANDA DEL PRODUCTO	21
10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO	22
10.1 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO	22

pág.

10.2 ENCUESTAS 22

10.3 CAPACITACIÓN A LOS PRODUCTORES EN PRÁCTICAS DE MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS 22

10.3.1 Proceso de elaboración del abono orgánico 23

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 24

12. INSUMOS 25

13. RESULTADOS ESPERADOS 27

14. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO 28

15. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 29

16. PLAN OPERATIVO DE INVERSIÓN 31

17. EVALUACIÓN EX – ANTE DE LOS IMPACTOS 32

BIBLIOGRAFÍA 33

ANEXOS 34

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Distribución rural por rangos de superficie 15

Cuadro 2. Cronograma de actividades 24

Cuadro 3. Presupuesto 25

Cuadro 4. Resultados esperados 27

Cuadro 5. Composición química del biogás 29

Cuadro 6. Tabla plan operativo de inversión 31

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Mapa del municipio de Piendamó 18

Figura 2. Comercialización de abono orgánico en el municipio de Piendamó 20

Figura 3. Frecuencia de compra de abono orgánico por parte de los campesinos de la asociación 21

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Encuesta aprovechamiento de residuos orgánicos en la Asociación de Campesinos - Municipio de Piendamó 34

Anexo B. Resultados encuestas 36

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las actividades antrópicas dirigidas a obtener alimentos, han causado graves daños al medio ambiente en los suelos, el agua y la atmósfera. Es importante tomar medidas de recuperación, por medio de la implementación de proyectos apoyen los ciclos de nutrientes, tales como la producción de abono orgánico a partir de los residuos provenientes, entre otras zonas, del sector rural.

La actividad agrícola del municipio de Piendamó está generando un impacto negativo, debido a que la producción de la comunidad campesina se basa en el uso de fertilizantes que conllevan no sólo altos costos, sino que afecta el suelo por la siembra intensiva y uso de fungicidas, el agua por los residuos químicos contaminantes y el aire por las emisiones de gases. Además, los productores no cuentan con ningún sistema de recolección y clasificación de residuos, desechando los residuos orgánicos e inorgánicos en el mismo lugar, con el incremento de los volúmenes de lixiviados y un gran impacto ambiental. Siendo que la mayor fuente de contaminación son los desechos orgánicos, se plantea la implementación de un proyecto de generación de abono orgánico a partir de los desechos generados por los cultivos; este aprovechamiento generará un abono natural y económico, que al ser aplicado a sus cultivos, permitirá una mayor productividad.

El abono orgánico juega un papel muy importante en la producción agrícola, ya que retorna nutrientes al suelo, es confiable, 100% natural y ayuda a preservar, recuperar y mitigar los ecosistemas del entorno. Por ello, se busca atenuar los impactos generados mediante la implementación del Diseño de una Planta Procesadora de Abonos a partir de los Residuos Orgánicos generados en zona rural del municipio de Piendamó, creando conciencia en la comunidad campesina sobre el buen uso que se le debe dar a los cultivos, mediante la aplicación del abono orgánico para tener producción sana, económica y beneficiosa para el medio ambiente.

2. JUSTIFICACIÓN

El aumento progresivo de la población humana, el manejo incorrecto de la transformación industrial y agroalimentaria, los hábitos de consumo del ser humano y el manejo inadecuado de los residuos sólidos a cielo abierto, ha ocasionado impactos ambientales negativos e irreversibles con efectos perjudiciales en la salud pública (Palacio *et al*., s.f.).

La transformación industrial de residuos orgánicos se convierte en un elemento importante para los procesos de compostaje, que aprovechan esta fuente de nutrientes para las plantas por el aporte de nitrógeno y de los elementos menores requeridos para el desarrollo y producción de los cultivos, además de su contribución a la mejora de la estructura de los suelos. El procesamiento de los residuos orgánicos provenientes de zonas campesinas (fincas), resultado del proceso de comercialización de frutas, verduras y hortalizas, dará una solución a la acumulación de grandes volúmenes de residuos orgánicos; con ello se evitan problemas ambientales y se genera un valor agregado con la transformación de residuos orgánicos en abono. Con este aprovechamiento, será notoria la disminución del impacto ambiental por la intervención humana en los ecosistemas, en cuanto se refiere a la disposición final de residuos sólidos.

En el municipio de Piendamó, departamento del Cauca, la producción de un abono orgánico específico para el cultivo de café, caña, flores, cítricos, aguacate, frijol y maíz, se convertiría en una alternativa económica para el productor, al permitir bajar sus costos de producción e incrementar la rentabilidad de los cultivos, además de abrir la posibilidad de incursionar en la producción orgánica, que se constituye en una línea apetecida por losconsumidores, que buscan productos sanos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una planta procesadora de abono a partir del uso de los residuos orgánicos generados en zona rural del municipio de Piendamó, departamento del Cauca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un estudio socioeconómico y ambiental que permita predecir los posibles impactos que pueden derivarse de la construcción de una planta procesadora de abonos orgánicos en el municipio de Piendamó, Cauca.

Generar espacios de capacitación, concientización y promoción del uso adecuado de los residuos orgánicos generados en zona rural del municipio de Piendamó, Cauca

Transformar los residuos orgánicos en abono para su aprovechamiento en los cultivos de la región.

4. ANTECEDENTES

En Chile se desarrolló un estudio de factibilidad económica, para la instalación de una Planta de Compost para el tratamiento de residuos Orgánicos Industriales en la zona sur de Santiago, que se genera en la comuna de San Bernardo; se planteó el mercadeo del compost como producto comercial y se pretende dar una visión al resto de municipios con respecto a los residuos vegetales y la posibilidad de mejorar su tratamiento desde el origen (Morales, 2001).

El proyecto de reciclaje de residuos orgánicos en Lindsborg, Kansas (Estados Unidos), ha tenido un gran éxito; se viene realizando desde hace cuatro años de manera voluntaria y apoyada por ONGs, entidades gubernamentales, entes estudiantiles y por el sector privado. La materia prima utilizada en el compostaje proviene de residuos vegetales tales como hojas, césped y mara generada por la comunidad. Los ciudadanos llevan los residuos a la planta de compostaje y pagan un dólar al mes para mantener la trituradora, que ayuda a picar el material (Adell, 1991).

En el Departamento del Cauca, La Federación Campesina del Cauca (FCC) viene trabajando en el programa de cafés certificados desde hace 12 años; cuentan con certificación FLO Comercio Justo y Orgánica con Biotrópico; los asociados trabajan la producción, el beneficio sostenible y sustentable de café Convencional FlO y orgánico FLO. Sus actividades son responsables con el medio ambiente, en procesos productivos sostenibles y sustentables de forma integral. La planta de procesamiento de abono orgánico se convierte en la mejor herramienta para proveer de insumos a los productores para los cultivos de café, caña panelera y flores y el cambio climático les exige ser responsables y encausados en la Agricultura Orgánica, con un modelo innovador que genera impacto en la calidad de vida y de la producción proveniente de los productores asociados. El objetivo de FCC, es que en tres años el 60% de los asociados productores sean productores orgánicos (Federación Campesina del Cauca).

Estrada (2005) afirma que el compostaje es el tratamiento más adecuado para el Aprovechamiento de la gallinaza, mientras que Blandón *et al*. (1998) demostraron que las fincas cafeteras pueden producir un compost de mejor calidad, cuando compostan solamente la pulpa de café sin adicionarle el mucílago.

Finalmente, Daza *et al.* (2015) afirman que las áreas degradadas y los sistemas ganaderos requieren mayores cantidades de compost, debido a su alta demanda de nitrógeno, baja producción de biomasa y aporte de materia orgánica en suelo y su mayor extensión en la zona de estudio.

5. SITUACIÓN ACTUAL

El municipio de Piendamó basa su economía rural en las actividades del sector primario, principalmente la agricultura, destinando 11896,32 hectáreas para este fin. El café es el principal sistema de producción existente, aunque el cultivo de hortalizas y flores está creciendo. Existen otras áreas cuyo uso no es netamente económico y corresponden a plantaciones de bosques secundarios y nativos, en donde se hace extracción forestal básicamente para autoconsumo y en general están dedicadas a la conservación, mientras que 1253,10 hectáreas son destinadas a recuperación.

El cultivo de café involucra un área de 8624.06 hectáreas. La Federación de Cafeteros en el municipio maneja como café tecnificado, casi el 90% del cultivo existente en la región y el restante corresponde a café tradicional; El cultivo de flores representa un renglón importante como fuente económica y como empresa generadora de empleo y movimiento de capital; también es importante el cultivo de tomate de mesa producido bajo invernaderos, cuya área de producción es limitada.

Otros productos agrícolas de menor importancia por que aportan menor rendimiento económico son: el plátano que es utilizado como sombrío en los cultivos de café, la yuca, el fríjol, maíz y caña panelera, cultivadas en pequeñas extensiones de tierra.

5.1 TAMAÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA TIERRA

En el municipio, la mayor cantidad de predios (2.390), no supera una hectárea, mientras que 575 predios se encuentran en el rango de 3 a 10 ha. Como se puede observar en el cuadro 1, existe un mayor número de propietarios que de predios de menos de 1 ha, lo que evidencia la figura de minifundio.

Cuadro 1. Distribución rural por rangos de superficie

Área (ha)	Cantidad de predios	Número de propietarios	Superficie (ha)
Menor de 1	2.390	2.888	911,6611
De 1 a 3	1.864	2.468	3.188,0755
De 3 a 5	716	1.039	2.702,2317
De 3 a 10	575	1.015	3.883,8730
De 10 a 15	173	281	2.074,7741
De 15 a 20	97	174	1.675,0384
De 20 a 50	86	145	2.530,3907
De 50 a 100	11	14	675,0425
De 100 a 200	4	14	512,1625
Total	6.741	8.874	18.185,8689

Fuente: IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

6. PROMOTORES DEL PROYECTO

Este proyecto cuenta con el recurso humano de la Asociación de campesinos del municipio de Piendamó (caficultores, floricultores, paneleros y demás cultivos de la región) y el Departamento del Cauca, con el apoyo de Daniela Álvarez Vélez y Arlex Garcés Certuche, estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, Universidad del Cauca.

7. POBLACIÓN OBJETIVO

Según el DANE, para el año 2006 la población está conformada por 36.225 habitantes, de los cuales el 61.32% se localizan en el área rural y el 38.68% en el área urbana. El indicador de necesidades básicas insatisfechas – NBI se registra en 26.47% para la zona urbana y 44.48% para la rural, para un promedio municipal de 38.12%. En el año 2003, el ICV (índice de Calidad de Vida) estaba en 61.75%.

Los procesos de organización social y comunitaria de la población campesina son bajos y están centrados en las JAC (Juntas de Acción Comunal), que registran incipientes niveles de cohesión interna y de gestión. Al interior de las directivas de las JAC también se presentan conflictos con la Alcaldía municipal, por la supresión del cargo de promotor comunal de la estructura organizativa, el cual era responsable por las relaciones entre la administración y la comunidad. Existen programas institucionales que desde la administración municipal han procurado la atención y organización de la población femenina y juvenil, con avances importantes en el área urbana y moderada cobertura en la zona rural. Las organizaciones de productores son pocas, destacándose las logradas alrededor de la producción de café y de flores. A pesar de que la administración municipal ha iniciado la capacitación, organización y apoyo económico de grupos de jóvenes a través del Programa Emprender, las actividades que se centran en pequeños procesos productivos de especies menores tienen bajos niveles de rentabilidad.

Una visión integral en el marco físico, económico, social y ambiental del municipio de Piendamó, denota un territorio influenciado por la comunidad campesina, el cual logra una economía productiva en un 60% y una economía de subsistencia en un 40%, con problemas tecnológicos y de productividad.

8. ZONA DE INFLUENCIA

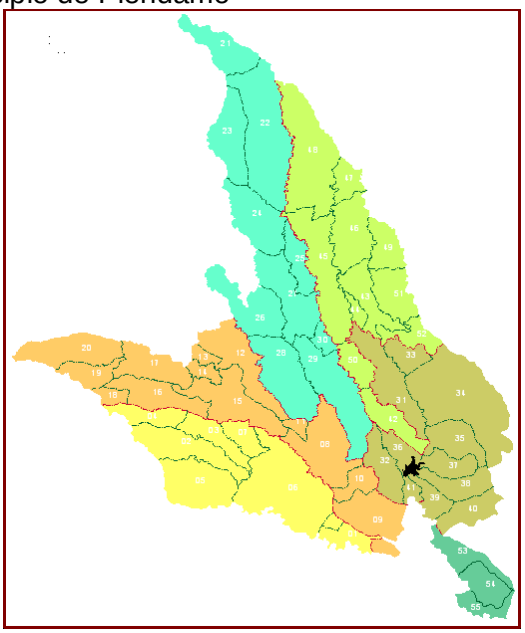
8.1 MACRO LOCALIZACIÓN

Colombia está situada en la esquina del noroeste de América del Sur; cubre tanto el hemisferio norte como el sur, se encuentra con una altitud de 04°00 N y una longitud de 72° 00 w; limita con Brasil, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela (Infobase, 2018a). El proyecto se localiza en el Departamento del Cauca, por ser una región de alta productividad y variedad agrícola, donde interactúan cultivadores y vendedores de insumos agrícolas, permitiendo la existencia de un mercado para la venta de abonos producidos a base de materia orgánica; esta es una región que cuenta con una superficie de 29.308 km^2; su capital es la ciudad de Popayán y está dividido política y administrativamente en 42 municipios; limita por el Norte con el departamento del Valle del Cauca, por el Este con los departamentos de Tolima, Huila, y Caquetá, por el Sur con Nariño y Putumayo y por el Oeste con el Océano Pacífico.

8.2 MICRO LOCALIZACIÓN

El municipio de Piendamó se localiza en la zona centro del departamento y al norte de Popayán. El casco urbano se conforma de 36 barrios y un centro poblado (Tunía); se localiza a 23 km de Popayán y a 75 km de la ciudad de Cali. Están conectados entre sí por la vía Panamericana, la vía más importante del Occidente colombiano; el territorio municipal tiene una extensión de 188.42 km^2 (18.842 ha).

Figura 1. Mapa del municipio de Piendamó



Fuente: Alcaldía Municipal de Piendamó.

El territorio forma parte de la cuenca hidrográfica del río Cauca, comprende dos pisos térmicos: frío (2.000 – 2.300 msnm) y templado (1.200 – 2.000 msnm), con dos tipos de relieve que corresponden a la zona de la meseta de Popayán y de ladera de la cordillera central, surcados por dos ríos principales: Piendamó y Pescador. La pluviosidad se presenta en dos periodos al año (enero – abril, con máximo de 230 mm y octubre – diciembre con un máximo de 267mm). Los meses de julio y agosto registran alta sequía. La humedad relativa (Hr) fluctúa entre el 76% y el 86%, con un brillo solar promedio total de 1.506 horas sol medio. Limita por el Norte con los municipios de Caldono y Morales: por el Sur con el municipio de Cajibío; por el Oriente con el municipio de Silvia y por el Oriente con los municipios de Morales y Cajibío.

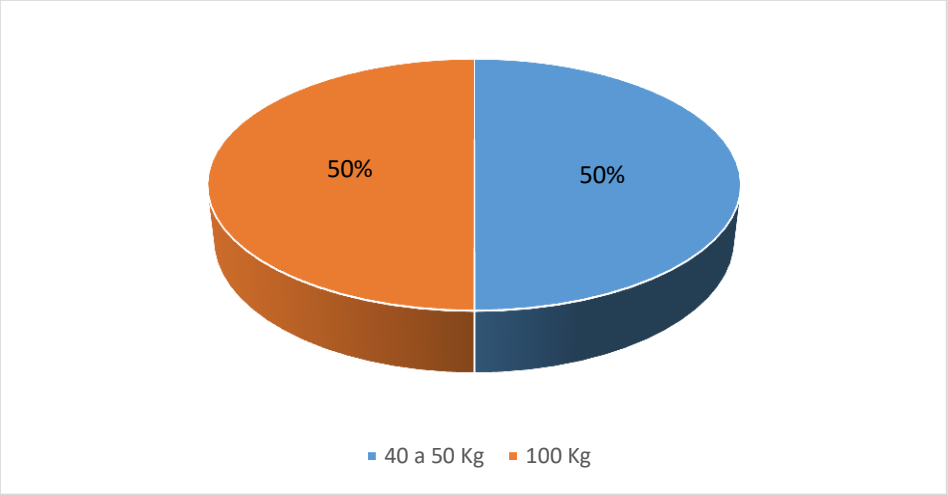
9. CUANTIFICACIÓN DEL MERCADO

9.1 OFERTA DEL PRODUCTO

En el municipio de Piendamó y la ciudad de Popayán se ubicó un total de nueve expendios de insumos agrícolas. Sin embargo, de los cuatro existentes en Piendamó, solamente dos comercializan la línea de abono orgánico. La Asociación de Campesinos manifiesta que los altos costos de estos insumos, dificultan la adquisición; en la mayoría de ocasiones, el compost proviene de otros departamentos (Huila, Valle), lo cual hace que el costo se incremente.

Según la información obtenida en los comercios de la zona donde se distribuye el abono orgánico, usualmente se comercializan más de 100kg por semana del abono.

Figura 2. Comercialización de abono orgánico en el municipio de Piendamó



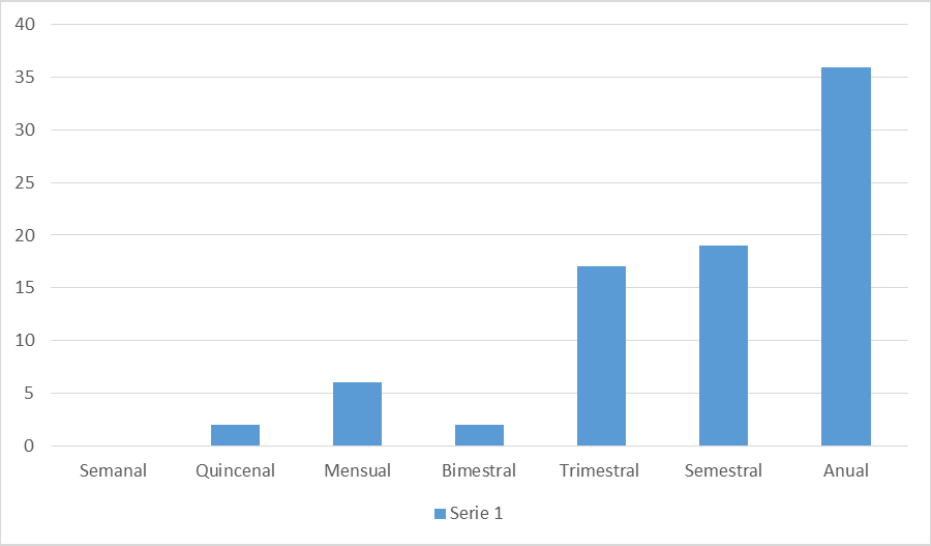
La figura 2 muestra que el 50% de los puntos de venta comercializa más de 100 kg de compost por semana, lo que representa un mínimo aproximado de 400kg de comercialización de abono orgánico mensual. El 50% restante de los expendios comercializan entre 40 a 50kg semanalmente; la forma en que se expende el producto es en sacos de 40 a 50kg. Cabe resaltar que la asociación de campesinos indica que esta no es una medida estandarizada, sino que, usualmente, el volumen y el tipo de sacos reutilizados para empacar el abono según sus proveedores, resulta en un aproximado de ese peso.

Para las presentaciones de sacos de 40 a 50 kilogramos que usualmente comercializan los expendios, se reportó que se han establecido diversos precios, en su mayoría, en un rango de $70.000 a $80.000 por saco.

9.2 DEMANDA DEL PRODUCTO

Respecto a la frecuencia de compra, la Asociación de Campesinos informa que no se acostumbra a hacer compras frecuentemente (semanal por ejemplo), sino que la mayoría de ellos prefieren hacer unas pocas compras al año adquirir el producto suficiente para sus aplicaciones anuales, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Frecuencia de compra de abono orgánico por parte de los campesinos de la asociación



Respecto a la frecuencia de compra, según se observa en la figura 3, la mayor cantidad de campesinos de la Asociación hace compras anuales, seguidas por las compras semestrales y las trimestrales. La mayoría indicó que trataban de hacer las compras para ir gastando el producto en un periodo de tiempo, usualmente al inicio de cada ciclo productivo.

En general, los productores indican que deciden usar abono orgánico por razones productivas. Una de las principales causas o motivos que se le adjudica al uso de estos abonos, es su capacidad de hacer mejoramiento al suelo, como aporte de nutrientes, materia orgánica, renovación del suelo, estabilidad y mejores rendimientos en producción por su contenido bioquímico.

Se debe tener en cuenta que la mayoría de personas de la Asociación de Campesinos realiza una sola aplicación por ciclo productivo, según el cultivo o terreno. Muchos de ellos manifestaron no poseer un sistema que controle las cantidades y, por lo tanto, desconocen la cantidad que aplican en un tiempo determinado; solo saben que gastan lo adquirido en un año o en una sola aplicación al preparar terreno al inicio del ciclo de producción.

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Para el desarrollo del perfil del proyecto se empleó la línea de investigación Acción participativa como método de estudio tipo cualitativo, ya que se busca obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas, donde se involucró como actores del proyecto tanto a investigadores como a la comunidad campesina del municipio de Piendamó.

Se seleccionaron 30 familias de la Asociación de Campesinos del municipio, quienes participaron en la elaboración del compost, mejorando de esta manera el nivel de vida de las personas que habitan en este lugar y reduciendo los impactos ambientales.

10.1 SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Durante el proceso de socialización del proyecto con la comunidad, participaron hombres y mujeres adultos que cultivan diferentes productos agrícolas en sus fincas (café, aguacate, flores, tomate, cítricos, caña), quienes mostraron interés en la producción del abono orgánico, ya que comprenden que representa economía para sus producciones y consideran que pueden contribuir con el cuidado del medio ambiente.

10.2 ENCUESTAS

Se aplicó una encuesta a las 30 familias, para conocer su opinión acerca de la problemática del manejo de los residuos orgánicos, donde se evidenció que la comunidad campesina requiere del iseño de una planta procesadora de Abonos a partir de los Residuos Orgánicos.

10.3 CAPACITACIÓN A LOS PRODUCTORES EN PRÁCTICAS DE MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Por medio de charlas dictadas a los campesinos, se pretende promover una mejor separación en la fuente de los desechos orgánicos que se generan en el proceso de post cosecha.

Durante las prácticas, el campesino tendrá la oportunidad de percatarse mediante las experiencias que se viven en el campo, de la forma en que se deben realizar y los beneficios que a mediano y largo plazo traerán. Se les dará a los campesinos una herramienta didáctica en forma de cartilla, que incluya los temas aprendidos durante los procesos, de manera que puedan ser consultados, revisados y transmitidos a nuevas generaciones.

10.3.1 Proceso de elaboración del abono orgánico. El proceso productivo del abono orgánico en la asociación de campesinos, inicia con la recolección de los residuos en las cocinas y cultivos de las familias, los cuales son transportados hasta la zona de disposición en la planta de producción para ser triturados, de manera que se garantice la correcta aireación del compostaje, hasta obtener un tamaño promedio de 4cm. A continuación se procede a armar pilas de residuos de 2 metros de ancho y 1.5 metros de altura, para dar inicio a la primera fase de compostaje:

Fase mesófila: inicia a temperatura ambiente y tras varios días esta debe aumentar hasta los 40°C debido a la actividad microbiana. En esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de carbono y nitrógeno; la descomposición de compuestos solubles como los azúcares, genera ácidos orgánicos y por tanto el pH puede bajar (4.0-4.5). Esta fase dura aproximadamente 5 días.

Fase termófila: la temperatura sube debido a la fermentación hasta 60 o 70°C, lo que permite la pasteurización del medio (destrucción de microorganismos patógenos) y se inhibe la germinación de semillas de plantas adventicias. Se produce la liberación de amoniaco y el pH asciende, llegando a valores de 8. En esta fase hay una gran demanda de oxígeno; dura aproximadamente 21 días.

Fase de enfriamiento: comienza en el momento que se agotan las fuentes de carbono y nitrógeno, la temperatura desciende hasta 30°C, continúa la degradación de la celulosa y aparecen algunos hongos. Al bajar la temperatura, el pH se estabiliza y la demanda de oxígeno se reduce; esta fase dura aproximadamente 20 días, lo que permitirá regular la humedad, temperatura y aireación.

Fase de maduración: comienza cuando la materia orgánica se ha descompuesto en su totalidad; la temperatura sigue descendiendo y el pH llega a la neutralidad. La materia orgánica se ha transformado en un producto estable, en el que ya no se reconocen los materiales orgánicos que se habían depositado al iniciar el proceso de compost.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 2. Cronograma de actividades

Actividad		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aspecto																					
1	Socioeconómico																				
	Socialización																				
	Recolección de información primaria y secundaria																				
2	Ambiental																				
	Recolección de información secundaria																				
3	Capacitación																				
	Reuniones con los campesinos																				
	Actividades de concientización																				
4	Técnico																				
	Demostraciones de método																				
	Réplica de experiencias																				
5	Proyección																				
6	Estudio Financiero																				
7	Informe final																				
8	Socialización de resultados																				

12. INSUMOS

Cuadro 3. Presupuesto

Ítem	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
Invernadero	3	Rollo de Plástico Calibre Nº 7 de 75 mts largo x 7 mts de ancho Plastirene	$ 900.000	$ 2.700.000
	200	Guaduas para invernadero	$ 5.000	$ 1.000.000
	75	Kilos De Alambre Nº 8	$ 4.500	$ 337.500
	10	Kilos De Alambre Nº 10	$ 4.000	$ 40.000
	1	Ton de Bandas de Caucho para invernadero	$ 75.000	$ 75.000
	35	Tornillos x 6 Metro Galvanizado		
	1000	Tuercas	$ 60	$ 60.000
	1000	Arandelas	$ 60	$ 60.000
	10	Jornales Limpieza Terreno	$ 20.000	$ 200.000
	1350	M² Templada plástico	$ 1.500	$ 2.025.000
	6	cajas de Ganchos industriales	$ 17.000	$ 102.000
	1	Metro de arena	$ 50.000	$ 50.000
	6	Varillas ⅜	$ 12.000	$ 72.000
	15	Bultos de Cemento	$ 24.000	$ 360.000
				$ 7.081.500
Cerramien-to	90	Postes	$ 3.000	$ 270.000
	5	Rollo Alambre de Púas 400 mts Cal 16	$ 90.000	$ 450.000
	10	Cajas Grapas	$ 5.000	$ 50.000
	12	Mano Obra Cerramiento (Jornales)	$ 20.000	$ 240.000
				$ 1.010.000
Camas para Lombrices	30	Guaduas para cama de cultivo lombrices	$ 5.000	$ 150.000
	6	Listones * 4 mts	$ 3.000	$ 18.000
	8	metros Polisombra * 1,20 m ancho	$ 3.000	$ 24.000
	10	metros Plástico negro * 3 m de ancho	$ 3.000	$ 30.000
	2	Kg Alambre dulce	$ 4.000	$ 8.000
	3	lbs Puntilla 2 ½"	$ 2.300	$ 6.900
	1	Mano de obra	$ 15.000	$ 15.000
		Costo por cada cama de lombrices		**$ 251.900**
	64	kilos lombriz Californiana para dos camas	$ 12.000	**$ 768.000**
	18	Camas para lombrices	$ 251.900	**$ 5.302.200**
Compostera	270	Guaduas para composteras	$ 7.000	$ 1.890.000
	3	Rollos de Plástico Negro Compostera x 50 mts	$ 630.000	$ 1.890.000
	144	Tornillos x Metro Galvanizado	$ 2.500	$ 360.000
	1000	Tuercas	$ 60	$ 60.000
	2000	Arandelas	$ 60	$ 120.000
	10	Lbs de Puntillas 1"	$ 2.000	$ 20.000
	64	Listones x 3 mts	$ 1.500	$ 96.000
	24	Mano obra Composteras (Jornales)	$ 20.000	$ 480.000
	1	Termómetro Industrial Termocupla (De lanza 60 cm)	$ 150.000	$ 150.000
		Costo de 24 composteras 1 invernadero		**$ 5.066.000**
	2	2 Invernaderos * 24 composteras c/u	$ 5.066.000	**$ 10.132.000**

Cuadro 3. (Continuación)

Ítem	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
Bioseguridad Dotación Personal	5	Pantalones tipo dril	$ 22.000	$ 110.000
	5	Camisas de Dril manga larga	$ 23.000	$ 115.000
	1	Overol de hule Tipo Fontanero	$ 70.000	$ 70.000
	5	Mascarilla Industrial. (Respirador) Doble cartucho para gases y vapores	$ 60.000	$ 300.000
	5	Pares de guantes Mosqueteros Industriales. Arriba del codo	$ 25.000	$ 125.000
	3	Overol en Dril manga larga	$ 42.000	$ 126.000
	5	Pares de botas de caucho Caña alta	$ 48.000	$ 240.000
	10	Camisetas Azul Turquí	$ 7.000	$ 70.000
	5	Pares de guantes de Nitrilo Manga media	$ 5.000	$ 25.000
	5	Mono gafas clara en policarbonato	$ 5.000	$ 25.000
	10	Caja de cartuchos para respirador de 2 unidades	$ 16.000	$ 160.000
				$ 1.366.000
Cultivos de Bacterias	20	Tanques de almacenamiento de agua* 1000 L	$ 230.000	$ 4.600.000
	20	llaves de paso para los Tanques	$ 5.000	$ 100.000
	3	Rollos Manguera Negra 1" 90 mts	$ 100.000	$ 300.000
	1	Manguera Verde Jardín x 100 metros	$ 80.000	$ 80.000
	15	Jornales Adecuación Zona	$ 20.000	$ 300.000
	15	Bultos de Miel de Purga x 30 kg	$ 21.500	$ 322.500
	50	Kilos de Levadura	$ 3.000	$ 150.000
	30	Bultos de Cal Agrícola x 50 kg	$ 6.500	$ 195.000
	20	Bultos de Cal viva x 50 kg	$ 20.000	$ 400.000
	1	Adecuación Bodega Materiales, herramienta y Oficina	$ 1.500.000	$ 1.500.000
				$ 7.947.500
Maquinaria	2	Maquina picadora de residuos orgánicos	$ 1.500.000	$ 3.000.000
	1	Motor trifásico de 5 Hp Eléctrico para el Molino (Ya lo Tenemos)		
	1	Clasificador de Compostaje	$ 3.000.000	$ 3.000.000
	1	Motor Monofásico de 2 caballos, para el clasificador	$ 1.500.000	$ 1.500.000
	1	Deshidratador Industrial	$ 4.000.000	$ 4.000.000
	3	Palendras Nº 4	$ 14.500	$ 43.500
	3	Machetes	$ 11.000	$ 33.000
	3	Palines	$ 13.500	$ 40.500
	3	Rastrillos Metálicos	$ 9.000	$ 27.000
	4	Bugís Metálicos	$ 100.000	$ 400.000
	2	Ahoyadores	$ 34.000	$ 68.000
	1000	Estopas	$ 500	$ 500.000
	3	Limas para afilar herramienta	$ 7.000	$ 21.000
	1	Bascula Industrial de plataforma 1 Ton	$ 1.200.000	$ 1.200.000
	1	Cosedora Industrial para sacos	$ 600.000	$ 600.000
				$ 14.433.000
PRESUPUESTO TOTAL				**$ 47.272.200**

13. RESULTADOS ESPERADOS

La preparación de abonos orgánicos en la comunidad campesina del municipio de Piendamó, resulta ser una actividad significativa para los asociados en cuanto se refiere a los beneficios en pro del medio ambiente y la reducción de los impactos negativos en el suelo, agua y aire. Se realizó una socialización de la fabricación de abono orgánico, teniendo como elemento fundamental la agroecología y el intercambio de saberes; la comunidad quedó muy interesada en continuar implementando estas prácticas, que ayudan al cuidado de los recursos naturales y aportan nutrientes al suelo que contribuyen a mejorar su fertilidad y al incremento de las producciones.

Al respetarse el aporte de cada campesino, se establecen vínculos de confianza y se estrechan las relaciones entre los promotores del proyecto y la asociación de campesinos. El intercambio de conocimientos se fundamenta en la investigación, con la participación de las comunidades rurales y su conocimiento local; como resultado surge la presente propuesta.

Cuadro 4. Resultados esperados

Resultados	Actividades
Aprovechamiento de los residuos orgánicos, con la generación de nuevos productos y la construcción de un referente para ofrecer soluciones a la problemática ambiental presente en el Municipio de Piendamó.	Aprovechar los residuos orgánicos generados de los cultivos de la comunidad campesina.
	Transformar los residuos orgánicos en abono para su aprovechamiento en los cultivos de la región.
	Gestionar compradores para el producto elaborado a partir de la transformación de los residuos orgánicos generados en la comunidad campesina, plaza de mercado y planta de sacrificio del municipio de Piendamó.
Disminución de la carga contaminante a través de un método innovador para la disposición de los residuos orgánicos.	Adquirir la indumentaria y materiales necesarios de seguridad industrial, para el personal involucrado en la transformación de residuos orgánicos.
	Construir la infraestructura necesaria para la transformación de los residuos orgánicos.
	Adquisición de la maquinaria y equipos necesarios para el funcionamiento de la planta de transformación de residuos orgánicos.
	Compra de los insumos necesarios para el funcionamiento de la planta de transformación de residuos orgánicos.
Capacitar a la comunidad para el manejo de residuos orgánicos.	Implementar acciones para la comunidad campesina del Municipio de Piendamó, para la separación de basuras en la fuente, a través del diseño y elaboración de material publicitario y educativo.

14. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

Los alcances del proyecto incluyen la contribución a la solución de una problemática ambiental, que será a su vez una fuente generadora de empleo, iniciativa que figurará en las estadísticas de innovación empresarial y de emprendimiento generados en esta región del país; se hace importante recalcar que la gestión para la provisión de materias primas y comercialización de los productos obtenidos con la transformación de las mismas, a través de alianzas con otros municipios, es una posibilidad indiscutible para la sostenibilidad y crecimiento de este emprendimiento, porque las veredas ubicadas alrededor de Piendamó tienen una vocación agrícola que permite la generación de un porcentaje considerable de residuos orgánicos, que posibilita la compra de abonos orgánicos para el manejo de los cultivos.

La Asociación de Campesinos de Piendamó se encuentra en un proceso de organización, en el que el componente ambiental es un factor que requiere de una fuerte intervención. Se debe tener en cuenta que ya existe cierto grado de conciencia e interés de participación en dicho proceso por parte de la comunidad.

Un resultado a largo plazo es el componente de preparación empresarial, en donde se plantea la formulación de un plan de negocios como herramienta para prever las posibles dificultades que pueda presentar el negocio en cuanto a organización, comercio, elementos técnicos, financieros y ambientales.

15. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Uno de los procesos de investigación e innovación tecnológica que se desarrollan en el marco del proyecto internacional BIOMAS-CUBA, está relacionado con la producción de biogás y bioabonos a partir de los efluentes de biodigestores, en el contexto de las fincas donde se producen alimentos y energía, de forma integrada.

El biogás es una mezcla de diferentes gases producidos por la descomposición anaeróbica de materia orgánica, como el estiércol y las basuras orgánicas. La composición química del biogás (cuadro 5) indica que el componente más abundante es el metano (CH_4); este es el primer hidrocarburo de la serie de los alcanos y un gas de efecto invernadero. La mezcla de CH_4 con el aire es combustible y arde con llama azul.

Cuadro 5. Composición química del biogás

Componente	Fórmula	Porcentaje
Metano	CH_4	40-70
Dióxido de Carbono	CO_2	30-60
Hidrógeno	H_2	0,1
Nitrógeno	N_2	0,5
Monóxido de Carbono	CO	0,1
Oxígeno	O_2	0,1
Sulfuro de Hidrógeno	H_2S	0,1

Fuente: Cepero *et al*., 2012.

El agotamiento de recursos con potencial energético como la madera, hizo surgir en Colombia la necesidad de implementar soluciones de aprovechamiento de residuos agrícolas. En Cesar, la comunidad indígena nasa ha implementado biodigestores para aprovechar los residuos de las cosechas con el fin de crear autonomía energética, disminuyendo la tasa de deforestación de la zona, costos por la adquisición de gas propano y conflictos sociales por el peligro de artefactos explosivos que atentan contra la comunidad (Martínez y Sandoval, 2015).

De acuerdo con Rodríguez (2010), la pulpa que queda después de descerezar el café tiene gran cantidad de aplicaciones en la industria y a nivel de la hacienda campesina, pues sus propiedades químicas y físicas hacen de ella una importante materia prima. La pulpa es utilizada en la producción de alimentos para animales, lombricultivo, compost, fertilizantes, generación de energía como biogás y bioetanol, y hasta las industrias de bebidas y dulces hacen investigaciones cada vez más especializadas.

En Cuba “según estudios del Centro de Investigaciones del Café, la pulpa deshidratada se comporta como buen combustible, capaz de proveer hasta 4200 kcal/kg” (Castillo, Carballo y Pérez, 2008), pero de la quema directa o en briquetas resulta una energía térmica con muy bajo contenido calórico, además de que desprende contaminantes

gaseosos como dióxido y monóxido de carbono, nitratos y sulfatos. A su vez, la gasificación permite obtener un gas de baja producción calórica pero poco contaminante, lo que hace que sea útil para la obtención de energía térmica y eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas.

16. PLAN OPERATIVO DE INVERSIÓN

Cuadro 6. Tabla plan operativo de inversión

No.	Concepto	Meses	Valor Total	Valor Mes1
1	Formalización de la empresa		$ 2.895.000	
2	Infraestructura		$ 23.525.700	
3	Compra de maquinaria		$ 14.433.000	
4	Compra de insumos		$ 7.947.500	
5	Indumentaria bioseguridad (dotación personal)	6	$ 1.366.000	
6	Pago de gastos de personal	2	$ 1.200.000	600.000
	Total		$ 51.367.200	

La formalización de la empresa se realiza con el registro en la Cámara de Comercio del Cauca, en donde se obtiene el Registro Mercantil, previo trámite del NIT ante la DIAN y los gastos notariales, que en total suman $2.895.000.

Los gastos en infraestructura se relacionan con la construcción de las composteras, camas para lombrices, cerramientos, edificación del invernadero y la mano de obra. La inversión en maquinaria y equipo de oficina es indispensable para la puesta en marcha del proyecto, el cual requerirá, además, de un colaborador administrativo por nómina, con un costo bimensual de $1.200.000.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el plan operativo de inversión, se determina que el proyecto demuestra rentabilidad en la adquisición de la materia prima, que consiste en los desperdicios generados en las zonas campesinas del municipio de Piendamó, por lo cual se da un valor agregado a lo que en el común no tiene valor.

Por otro lado, se cuenta con el apoyo logístico de la comunidad campesina y se está considerando la posibilidad de apoyar la iniciativa mediante asignación de recursos propios del municipio, sujetos a temas de importancia como aseo y bienestar social, razón por la cual se cree conveniente la intervención de la administración municipal.

Sin embargo, la inversión inicial que se requiere de acuerdo con el cuadro anterior, será solicitada por apalancamiento financiero (crédito) con el banco Agrario, como mecanismo de financiación propia, estableciendo un plan alternativo en consideración a las decisiones que dentro de la asociación no se encuentren contempladas.

17. EVALUACIÓN EX – ANTE DE LOS IMPACTOS

La situación de contaminación ambiental que viven los campesinos del municipio de Piendamó, evidencia la división entre la cultura y la naturaleza, causada por la desarticulación de estas dos dimensiones; los actores principales (campesinos) no tienen una cultura ambiental enfocada al manejo de los residuos sólidos, lo que ha producido impactos directos sobre el ambiente. Si estos comportamientos negativos que afectan al ambiente se direccionan a través de acciones puntuales y positivas, se podrán generar prácticas que mejorarán el medio social y el natural.

No existe a nivel municipal una organización bien consolidada, que busque la recuperación de los residuos sólidos, en especial los generados por los cultivos en zonas campesinas; y ningún tipo de iniciativa pública, ni privada que incentive esta actividad.

La implementación de estos proyectos; conllevaría a la sensibilización de los actores principales de la problemática y la multiplicación formativa en otros contextos como el del hogar, el barrio, instituciones educativas y extenderlo finalmente a todo el municipio.

BIBLIOGRAFÍA

ADELL, Wess. Proyecto de reciclaje de residuos vegetaes en Lidsborg Kansas (E.U.) [en línea]. Federal Government Kansas: 1991 [citado marzo, 2019]. Disponible en internet en: http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp373.html

ALCALDÍA MUNICIPAL DE PIENDAMÓ. Nuestro municipio [en línea]. Gobierno en línea ©: 2017 [citado marzo, 2019]. Disponible en internet en: http://www.piendamo-cauca.gov.co

CEPERO, L.; SAVRAN, V.; BLANCO, D.; DÍAZ, M.; SUÁREZ, J. y PALACIOS, A. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. En: Pastos y forrajes, 2012, vol. 35, no. 2.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Quiénes somos [en línea]. Gobierno en línea ®: s.f. [citado febrero, 2019]. Disponible en internet en: https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/quienes-somos/Paginas/desarrollo-rural.aspx

HYMAN, M. Guía para la elaboración de estrategias nacionales de gestión de residuos. Avanzar desde los desafíos hacia las oportunidades. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2013.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina. Santiago de Chile: 2013. E-ISBN 978-92-5-307845-5.

ANEXOS

ANEXO A. Encuesta aprovechamiento de residuos orgánicos en la Asociación de Campesinos - Municipio de Piendamó

Nombre: _____
Fecha: _____

1. ¿Qué clase de cultivos siembra?
   _____

2. ¿A qué precio adquiere los productos que le aplica a sus cultivos?
   _____

3. ¿Ha usado en sus cultivos abono orgánico para ayudar a su desarrollo?

SI	
NO	

4. ¿Estaría dispuesto a usar un abono orgánico en sus cultivos?

SI	
NO	

5. ¿Estaría dispuesto a probar un producto sin elementos químicos?

SI	
NO	

6. ¿Le gustaría que la asociación de campesinos contara con un proyecto de abono orgánico?

SI	
NO	

7. ¿Estaría dispuesto a recolectar diariamente los residuos orgánicos de su vivienda y cultivos, para implementar el abono orgánico?

SI	
NO	

8. ¿Cuenta con la disponibilidad para asistir a capacitaciones para la elaboración del abono orgánico?

SI	
NO	

9. ¿Qué resultados espera obtener en sus cultivos una vez aplicado el abono orgánico?

a.	Mayor producción.
b.	Mayor fertilidad en el suelo.
c.	Mayor economía.
d.	Mayor calidad del producto.

10. ¿Qué beneficios trae al medio ambiente cultivar con abono orgánico?

a.	Menor contaminación del agua.
b.	Mitigar el efecto invernadero.
c.	Reducir el calentamiento global.
d.	Conservación de la biodiversidad.

ANEXO B. Resultados encuestas

1. ¿Qué clase de cultivos siembra?

Clase de cultivo	Cantidad de personas
Café, flores, aguacate	21
Maíz, yuca, caña	5
Tomate, frijol	4

En relación con la pregunta 1, se evidencia que la comunidad campesina del municipio de Piendamó el 70% cultiva café, flores, aguacate, el 17% cultiva maíz, yuca, caña y el 13% cultiva tomate y frijol.

2. ¿A qué precio adquiere los productos que le aplica a sus cultivos?

Precio del abono	Cantidad de personas
88.000	18
90.000	8
100.000	4

El costo más común del abono que usan los agricultores es de un porcentaje del 60% el cual equivale a 88.000 el 27% lo compra a $90.000 y el 13% a $100.000.

3. ¿Ha usado en sus cultivos abono orgánico para ayudar a su desarrollo?

Opciones	Respuestas obtenidas
Si	26
No	4

El 87% de los agricultores ha usado abono orgánico para el desarrollo de sus cultivos y el 13% no lo ha hecho.

4. ¿Estaría dispuesto a usar un abono orgánico en sus cultivos?

Opciones	Respuestas obtenidas
Si	30
No	0

El 100% de las personas encuestadas están de acuerdo en usar abono orgánico en cada uno de sus cultivos.

5. ¿Estaría dispuesto a probar un producto sin elementos químicos?

Opciones	Respuestas obtenidas
Si	28
No	2

Se puede evidenciar que un 93% de los agricultores están dispuestos a usar abono sin químico y un 7% no está de acuerdo, ellos quieren seguir utilizando abono químico en sus cultivos.

6. ¿Le gustaría que la asociación de campesinos contara con un proyecto de abono orgánico?

Opciones	Respuestas obtenidas
Si	30
No	0

De las 30 personas (familias campesinas) entrevistadas, en su totalidad están de acuerdo que en su comunidad se lleve un proyecto de abono con el fin de mejorar la rentabilidad y calidad de los variados cultivos.

7. ¿Estaría dispuesto a recolectar diariamente los residuos orgánicos de su vivienda y cultivos, para implementar el abono orgánico?

Opciones	Respuestas obtenidas
Si	30
No	0

Los agricultores están dispuestos a recolectar cada uno de los residuos orgánicos generados de los cultivos y las cocinas de las familias campesinas, con el fin de obtener el abono.

8. ¿Cuenta con la disponibilidad para asistir a capacitaciones para la elaboración del abono orgánico?

Opciones	Respuestas obtenidas
Si	30
No	0

La asociación de campesinos del municipio de Piendamó, cuenta con la disponibilidad de tiempo para hacer parte del proyecto del abono orgánico, para que de esta manera se reduzcan los impactos económicos, ambientales, sociales y culturales.

9. ¿Qué resultados espera obtener en sus cultivos una vez aplicado el abono orgánico?

Opciones	Cantidad de personas
Mayor producción	15
Mayor fertilidad en el suelo	5
Mayor economía	6
Mayor calidad del producto	4

Los agricultores esperan en un 50% que al ser aplicado el abono orgánico a sus cultivos se da una mayor producción, el 20% espera ahorrar dinero, el 17% desea mayor fertilidad en el suelo y el 13% una mejor calidad del producto.

10. ¿Qué beneficios trae al medio ambiente cultivar con abono orgánico?

Opciones	Cantidad de personas
Menor contaminación al agua	15
Mitigar el efecto invernadero	4
Reducir el calentamiento global	6
Conservación de la biodiversidad	5

El 50% de los agricultores desean que al ser implementado el proyecto se reduzca la contaminación del agua ya que es un recurso vital para los seres vivos, el 20% quiere que se reduzca el calentamiento global para reducir sus impactos, el 17% opta por la conservación de la biodiversidad ya que las diferentes fincas campesinas cuenta con una diversidad de fauna y flora y el 13% quiere mitigar el efecto invernadero.