



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
*Educación de calidad al alcance de todos*

**APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE AGUACATE PARA LA  
ELABORACIÓN DE UN ABONO SOSTENIBLE**

**NATALIA ANDREA BUSTAMANTE VASQUEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**SEDE BOGOTÁ D.C – SEDE PRINCIPAL**

**PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DICIEMBRE, 2023**

**APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE AGUACATE PARA LA  
ELABORACIÓN DE UN ABONO SOSTENIBLE**

**NATALIA ANDREA BUSTAMANTE VASQUEZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**DIRECTOR (A)**

**GERMAN ANTONIO GARCIA CONTRERAS**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN: CEIL- MD**

**SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN: DIPIERA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**SEDE BOGOTÁ D.C – SEDE PRINCIPAL**

**PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DICIEMBRE, 2023**

## Dedicatoria

*A mis padres, mi hermano, demás familiares y amigos.*

*La presente tesis se la dedico con mucho amor y cariño. Principalmente a mis padres y hermano que han sido mi pilar fundamental, en mi crecimiento tanto personal como profesional, por brindarme sus consejos, oportunidad, por ser mi mano amiga durante cada paso que quería ejercer y sobre todo por confiar en mi permitiéndome ser la mujer que soy hoy en día y sobre todo por cada uno de los recursos que permitieron lograrlo; también a mis demás familiares y amigos que estuvieron en cada logro que adquirí durante estos años.*

*Por ello hoy digo adiós a un mundo que veía lejos de alcanzar, y por lo tanto hoy abro mis alas y vuelo al nuevo mundo que me depara como Ingeniera Industrial con la plena convicción de que vendrán más momentos para compartir y lograr más éxitos.*

## Agradecimientos

*Agradezco principalmente a Dios, por haberme otorgado a una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre y sobre todo por darme mucha salud, sabiduría y entendimiento para lograr cada paso que quería ejercer.*

*A mis padres y hermano, que fueron mi sustento en cada paso que daba y sobre todo por darme su confianza, amor, comprensión y apoyo incondicional, llegando a ser mi soporte y motor para salir adelante.*

*A mis amigos y demás familiares por ser parte de mis vivencias en cada aventura que he adquirido durante mi proceso.*

*A mis profesores quienes hicieron parte de mi proceso académico, ayudándome a tener un gran aprendizaje y una buena experiencia dentro de la universidad, gracias a la universidad por permitirme convertirme en ser*

*una gran profesional en lo que me apasiona.*

*También al profesor German García quien*

*confió en mi plenamente y sobre todo por*

*haberme guiado en el desarrollo de este trabajo.*

## Contenido

Dedicatoria .....	3
Agradecimientos.....	5
Contenido.....	7
Resumen.....	8
Abstract .....	9
Introducción .....	10
Justificación .....	12
Planteamiento del problema.....	13
1. Hipótesis.....	14
2. Objetivos .....	15
3. Marco teórico .....	16
4. Estado del arte.....	43
5. Metodología .....	53
6. Resultados .....	65
7. Recomendaciones .....	76
8. Conclusiones.....	77
9. Referencias .....	79

## Resumen

Durante décadas de consolidación del desarrollo industrial se han generado y agravado una amplia variedad de problemáticas ambientales; una de ellas se encuentra relacionada con la recolección y aprovechamiento de residuos generados de la industria de alimentos. En Colombia una parte de estos residuos está relacionado con la Palta Americana "Aguacate", nuestro país es uno de los principales productores en el mundo; la producción busca satisfacer los requerimientos nacionales e internacionales de un mercado cada vez más demandante, en este contexto la semilla de aguacate es uno de los principales residuos que genera esta industria y en las grandes ciudades generalmente se desecha si aprovechar las propiedades que tiene la semilla de aguacate. A partir de esta situación, el presente proyecto de grado ha buscado dar una solución a esta problemática, la cual consiste en la producción de un abono orgánico a base de la semilla de aguacate para ser utilizado en cultivos de plantas de flor conocidas como las Angiospermas, ya que estas son las encargadas de producir frutos, por lo tanto, necesitan mayor cantidad de nutrientes, que se pueden obtener mediante la utilización de un abono orgánico derivado de la semilla de aguacate.

## **Abstract**

During decades of consolidation of industrial development, a wide variety of environmental problems have been generated and aggravated; one of them is related to the collection and use of waste generated from the food industry. In Colombia, a part of this waste is related to the American Avocado "Avocado", our country is one of the main producers in the world; The production seeks to satisfy the national and international requirements of an increasingly demanding market. In this context, the avocado seed is one of the main waste generated by this industry and in large cities it is generally discarded without taking advantage of the properties that the seed has. Of avocado. Based on this situation, this degree project has sought to provide a solution to this problem, which consists of the production of an organic fertilizer based on avocado seeds to be used in crops of flower plants known as Angiosperms, since these are responsible for producing fruits, therefore, they need a greater amount of nutrients, which can be obtained by using an organic fertilizer derived from avocado seeds.

## Introducción

En Colombia, la exportación de frutas representa el 93% en la que encontramos el banano, aguacate Hass, Plátano, limón Tahití y la Gulupa (*Portafolio, 2023*), por lo que el consumo de fruta genera desperdicios constantemente, generando así una gran contaminación ambiental, por tal motivo nuestro país tiende a buscar nuevas estrategias que ayuden a incrementar el mercado verde. Por ello a partir del aprovechamiento de los residuos orgánicos existen razones fundamentales para innovar con diversos productos, ya que la agricultura convencional se basa en la dependencia de tecnologías industrializadas que requieren alta inversión de dinero y debido a su flujo conlleva a la contaminación y degradación ambiental (*Chalán, J, 2019*). Entre los diferentes productos encontramos la producción de abonos orgánicos el cual proviene de materiales orgánicos en descomposición (*Briceño Edwin; Moreno, A; Hernández, J & Valenzuela, L, 2020*). A partir de lo anterior se ha planteado la producción de un abono orgánico mediante el aprovechamiento de la semilla de la persea americana, ya que esta cuenta con nutrientes naturales que ayudan a brindar sustento a nuestras plantas. Para saber cómo se comporta este abono se debe plantear un proceso sostenible a partir de la implementación de los desperdicios orgánicos de la semilla del aguacate, ya que este no presenta un adecuado manejo de los residuos y a su vez se busca brindar nutrientes que ayuden a la fertilidad del suelo. La cual da como resultante la interacción entre las

características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. (*Sánchez, J, 2022*).

## Justificación

Este proyecto se realiza con la finalidad de generar el aprovechamiento de residuos orgánicos, ya que la utilización de estos genera ahorro de energías, mejora la calidad del aire - agua, disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, entre otros factores. Por tal motivo, se ha decidido darle una segunda oportunidad a la semilla de aguacate, ya que este es uno de los productos que más se exporta en Colombia y del 100% los residuos que se genera según la secretaria de agricultura el 54% de estos no se aprovecha, por lo que se evidencia el mal manejo de desperdicios, generando así una problemática ambiental.

Por lo dicho anteriormente, se propone la elaboración de un abono orgánico a base de la *Persea americana* para la utilización en las plantas pertenecientes a la categoría taxonómica de las angiospermas (Plantas que producen frutos), ya que estas son las que más nutrientes necesita (Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Hierro (Fe)) para la producción y buena calidad de la fruta. Dicha materia prima contiene Potasio (K), Hierro (H), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Vitamina E, B6, ácido fólico, sodio y fibra, beneficios que son de gran ayuda para el crecimiento de tus plantas y, además, este elimina la actividad microbiana. Todos estos absorbidos por el suelo, llegando así al tallo de la planta.

### Planteamiento del problema

La elaboración de un abono orgánico a base de la semilla de la *palta americana* se realiza con el fin de mejorar la calidad del suelo y a su vez las angiospermas ya que son plantas en las que crecen flores y frutos, ya que estas son un tipo de planta que necesita diferentes nutrientes para su crecimiento, por tal motivo se inventó una estrategia para evitar el uso excesivo de químicos que hacen que en los cultivos se cree un desgaste en estas y a su vez mediante la producción de este ayuda a evitar la contaminación ambiental mediante los desechos del aguacate.

Es importante resaltar que debido a la humedad que presenta la semilla de aguacate, se investigaron diferentes técnicas que permitan la elaboración de dicho abono, el cual resulta de la digestión microbiana “Utilización de microorganismos, dejando un producto útil”, todo esto con los nutrientes adecuados para poder enriquecer el suelo, siendo este el sustento fundamental para el crecimiento y producción de las angiospermas.

## 1. Hipótesis

¿Puede la semilla de aguacate ser utilizada para la producción de un abono ecosostenible para el crecimiento y desarrollo de plantas pertenecientes a la categoría taxonómica de las angiospermas?

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Utilizar la semilla de aguacate para el desarrollo y la producción de un abono innovador que promueva el desarrollo estrategias sostenibles ambientalmente.

### 2.2. Objetivos específicos

- Recolectar y almacenar semillas de aguacate como materia prima para la producción inicial del abono ecosostenible.
- Implementar el abono derivado de la semilla de aguacate en plantas de la categoría taxonómica de las angiospermas.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas de la semilla de aguacate basados en estudios realizados durante la última década.
- Realizar un estudio de mercado para conocer los costos de producción, clientes potenciales, características del abono, las alternativas del mercado y el entorno en el que se desarrollaría el abono ecosostenible a partir de la semilla de aguacate.

### 3. Marco teórico

La seguridad alimentaria es una situación en donde los gobiernos garantizan la disponibilidad de alimentos de calidad y en donde todas las personas tienen acceso físico y económico a alimentos saludables *(FAO, 2019)*.

Colombia tiene una población aproximada de 52 millones de personas, por lo que, la alimentación es una problemática relevante para el gobierno y el sector de producción de alimentos *(DANE, 2023)*; esta situación ha llevado a incrementar los procesos para garantizar la disponibilidad de alimentos; a su vez esto ha generado una nueva problemática relacionada con la generación de desperdicios alimentarios; estos residuos generalmente tienen un alto valor nutritivo pero por desconocimiento, generalmente, son desaprovechados evidenciando la importancia de conocer e implementar estrategias ambientalmente sostenibles que aprovechen las características físicas, químicas y biológicas de estos residuos orgánicos; esta problemática necesariamente debe ser abordada desde un plan de gestión integral de residuos *(Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos 2020)*.

### 3.1. Aprovechamiento de residuos:

Es importante que conozcamos que a lo largo de la historia el aprovechamiento de residuos o también llamado reciclaje se ha convertido en un sustento para las familias que no tienen la facilidad de salir adelante económicamente, logrando así reducir el impacto ambiental mediante la separación de los diferentes residuos que se generan por el consumismo, los cuales se verán reflejados en la siguiente figura

1. "Separación de residuos".

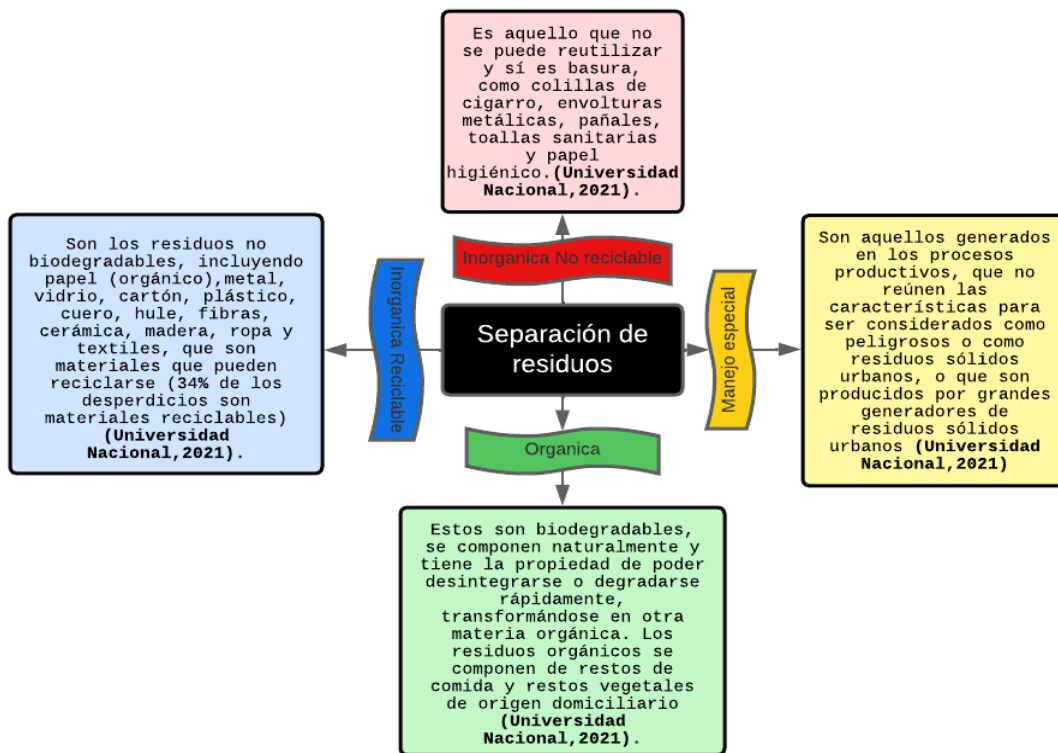


Figura 1. Separación de residuos

Por otro lado, el aprovechamiento de residuos a pesar de tener poco desarrollo legislativo es un tema de gran importancia para el país, ya que Colombia produce cerca de 10 millones de toneladas de residuos al año y de dicha cifra ni siquiera el 20% se aprovecha un tema de gran importancia para el país, ya que Colombia produce cerca de 10 millones de toneladas de residuos al año y de dicha cifra ni siquiera el 20% se aprovecha (Aguirre, A, 2015), teniendo en cuenta que el 80% debería ser aprovechado según la legislación colombiana que obliga a adoptar métodos de aprovechamiento y reciclaje dentro de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y da incentivos a las entidades territoriales que dentro de este hayan definido proyectos de aprovechamiento. (*Colombia Potencia de la vida, 2015*).

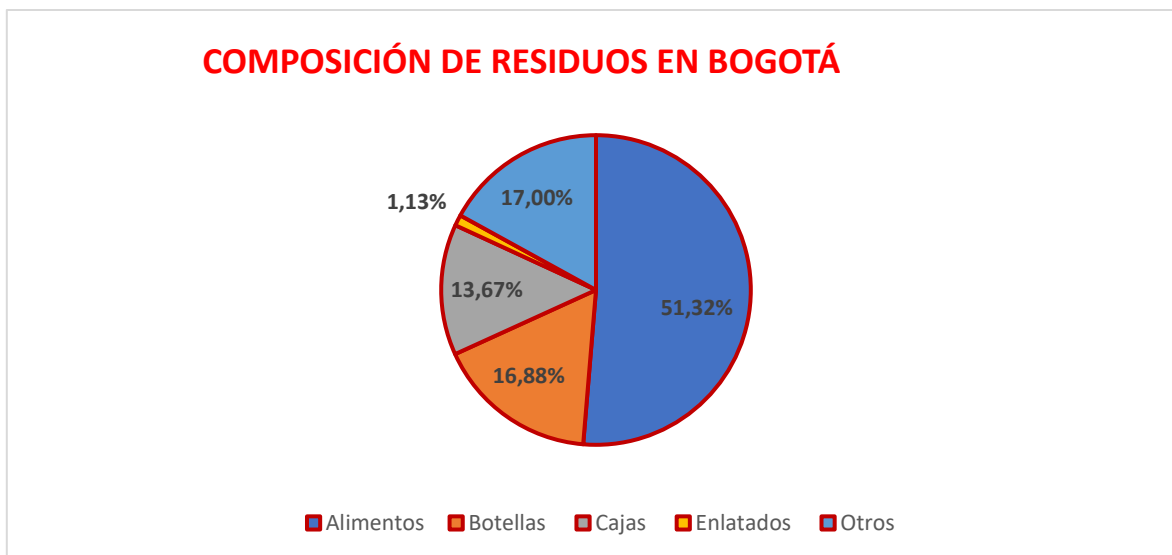
Según la secretaria distrital de hábitat “el aprovechamiento de residuos orgánicos representa múltiples beneficios, además que se disminuye la problemática que viven las poblaciones aledañas al relleno sanitario, que en últimas son las personas más afectadas con el mal manejo de los residuos orgánicos”.

Entre los beneficios encontramos:

- Los ambientales
- Económicos
- Salud humana

- Soberanía alimentaria (Rodríguez, J, 2020).

A su vez es importante que conozcamos que la alcaldía de Bogotá comenta que el reciclaje es el primer paso responsable para aprovechar la basura que generamos, donde nos muestra las siguientes estadísticas:



*Figura 2. Composición de residuos en Bogotá*

### 3.1.1. Casos de éxito de aprovechamiento de residuos

A continuación, se dará a conocer algunos ejemplos exitosos del aprovechamiento de residuos que se han realizado en algunas organizaciones del país

- **Sistema de aprovechamiento energético y material de residuos orgánicos en Támesis Antioquia:**

El proyecto se basa en la recuperación del biogás, la biomasa y fertilizante líquido que se generan a partir del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos,

producto de la separación desde la fuente y la recolección selectiva en el municipio de Támesis, departamento de Antioquia (*León, G, 2020*).

Donde el proyecto obtuvo los siguientes resultados:

Tipos de beneficios	Descripción
Beneficios en eficiencia de flujos de materiales, agua y/o energía al año	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1150 toneladas de residuos orgánicos gestionados (2021-2022)</li> <li>- 2.4 m<sup>3</sup> año de gas generado (en fase de estabilización)</li> <li>- 180 m<sup>3</sup> de lixiviados (Sustancias líquidas que circulan entre los residuos que se encuentran en los vertederos) dejados de generar en disposición final.</li> </ul>
Beneficios económicos (por año)	- Venta de compost estabilizado: \$ 10.800.000/año
Beneficios ambientales (eficiencia de uso de materiales, Gas de efecto Invernadero, etc.)	- 8,7 ton/CO <sub>2</sub> equivalente al año
Beneficios sociales	Mayor conciencia ambiental traducida en presentación de residuos separados desde la fuente

*Figura 3. Resultados de Sistema de aprovechamiento energético y material de residuos orgánicos en Támesis Antioquia.*

- **Aprovechamiento sostenible de la porcina en la fertilización de praderas y sistemas silvopastoriles (SSP) en Tibasosa Boyacá:**

La granja es de ciclo completo y maneja un inventario de 950 cerdos, los cuales producen diariamente 2 Toneladas de porcina sólida fresca y 2,5 m<sup>3</sup> de porcina líquida, en promedio, según datos estimados, empleando herramientas informáticas desarrolladas por Porkcolombia – FNP. Con la porcina sólida se elabora lombricompost, con el cual se fertilizan los árboles del SSP y con la líquida, que se trata en tanque estercolero, se fertilizan las praderas. El desarrollo del

proyecto empezó con un ejercicio de planificación predial, a través del cual se proyectó dividir el predio en 12 lotes de 6.000 m<sup>2</sup> en promedio, para implementar un plan de rotación de potreros, en cuyas divisiones se diseñó el establecimiento de los SSP (Rodríguez, M, 2010).

Donde el proyecto obtuvo los siguientes resultados

Tipos de beneficios	Descripción
Beneficios en eficiencia de flujos de materiales, agua y/o energía al año	Aprovechando los nutrientes contenidos en la porcínaza, se emplea este subproducto como fuente de fertilización de los árboles y las praderas de los SSP (Sistemas Silvopastoriles), que sirven de alimento para el ganado bovino.
Beneficios económicos (por año)	Reemplazo de fertilizantes químicos a través de la producción de abonos orgánicos derivados de la porcínaza, cuyo valor comercial en términos de la cantidad de NPK (Fertilizante) producida, equivalen a \$33.000.000 anuales. También se incrementó la capacidad de carga de los potreros de 2 a 8 animales/ha.
Beneficios ambientales (eficiencia de uso de materiales, GEI, etc.)	El aprovechamiento y buen manejo de la porcínaza sustituye el uso de fertilizantes de síntesis química, disminuye la emisión de GEI (Gases de efecto invernadero) debido a la disminución del uso de fertilizantes nitrogenados, mejora la fertilidad natural de los suelos, mejora sus propiedades físicas y químicas.
Beneficios sociales	Generación de empleo local, reducción de olores ofensivos, producción de conocimiento sobre aprovechamiento de subproductos de la producción porcícola

*Figura 4. Resultados de aprovechamiento sostenible de la porcínaza en la fertilización de praderas y sistemas silvopastoriles (SSP) en Tibasosa Boyacá*

- **Biol comercial certificado como acondicionador orgánico de suelos a partir de la porcínaza:**

El proceso de elaboración del acondicionador orgánico de suelos tipo biol, inicia con la conducción de las excretas, la orina del cerdo y el agua de lavado de la granja, hacia el tanque estercolero. De allí se conduce hacia un biodigestor tipo

Taiwán donde se produce el proceso de digestión anaeróbica que genera biogás para la calefacción de los lechones y el efluente, el cual es sometido a un proceso de filtrado para extraer todos los sólidos en suspensión, se envasa envasado en recipientes adecuados para su almacenamiento y su posterior comercialización (Rodríguez, M, 2016).

Donde el proyecto obtuvo los siguientes resultados:

Tipos de beneficios	Descripción
Beneficios en eficiencia de flujos de materiales, agua y/o energía al año	El agua que consumen los cerdos es expulsada en forma de orina (en un 90%), la cual se mezcla en los corrales con el agua de lavado y las heces porcinas, conformando una biomasa que se conoce como porcinaza líquida, la cual se procesa a través de un sistema de digestión anaeróbica, produciéndose biogás y digestato (material). Este último subproducto es el efluente del biodigestor, muy rico en nutrientes, estabilizado y sanitizado, el cual cumplió con los requerimientos técnicos y normativos para registrarse ante el ICA como acondicionador orgánico de suelos.
Beneficios ambientales (eficiencia de uso de materiales, GEI, etc.)	La transformación de la porcinaza en un acondicionador de suelos empleando como tecnología la digestión anaeróbica, permite disminuir considerablemente las emisiones de GEI, además de posibles efectos sobre el suelo y el recurso hídrico, al convertir una biomasa residual en un producto estable físicoquímica y microbiológicamente.
Beneficios sociales	Generación de empleo local, reducción de olores ofensivos, producción de conocimiento sobre aprovechamiento de subproductos de la producción porcícola

*Figura 5. Resultados de Biol comercial certificado como acondicionador orgánico de suelos a partir de la porcinaza*

- **PRAVU (Programa de reciclaje de aceite vegetal usado):**

Implementación de PRAVU (Programa de Reciclaje de Aceite Vegetal Usado) en 50

puntos del municipio de Envigado, beneficiando a gran % de la población con el fin de que las personas puedan hacer una disposición adecuada de los aceites de cocina quemados o usados, evitando así contaminación del suelo y del recurso hídrico (Arango, L, 2020)

Donde el proyecto obtuvo los siguientes resultados:

Tipos de beneficios	Descripción
Beneficios en eficiencia de flujos de materiales, agua y/o energía al año	- 962.000 litros de aceites vegetales usados
Beneficios ambientales (eficiencia de uso de materiales, GEL, etc.)	- 962.000 litros de agua que se ha evitado ser contaminados por mala disposición de aceites.
Beneficios sociales	- Puntos posconsumo para la disposición de los AVU (Aceite vegetal usado). - Reciclaje y aprovechamiento de material desecho.

**Figura 6. Resultados de PRAVU (Programa de reciclaje de aceite vegetal usado)**

- **Fábrica de colchones nuevos renacer S.A.S-Post consumo de los colchones, somieres y espumas:**

Post consumo a espumas, colchones, somieres y muebles, evitando colmatación de los rellenos sanitarios y descontaminación de cuencas hídricas (Ochoa, N, 2020).

Donde el proyecto obtuvo los siguientes resultados:

Tipos de beneficios	Descripción
Beneficios en eficiencia de flujos de materiales, agua y/o energía al año	Disminución de la utilización de suelo utilizado para rellenos sanitarios aumentando la vida útil de los mismos por lo menos al doble de su utilidad promedio.
Beneficios ambientales (eficiencia de uso de materiales, GEL, etc.)	80% de disminución en los desechos sanitarios, mediante la generación de nuevos colchones.
Beneficios sociales	Generación empleos verdes a población vulnerable

*Figura 7. Resultados de Fabrica de colchones nuevos renacer S.A.S-Post consumo  
de los colchones, somieres y espumas*

### **3.2. Los abonos**

#### **3.2.1. ¿Qué son los abonos?**

Según la definición de abono por el reglamento de abonos de la Unión Europea es la de «material cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas». La palabra abono se emplea para definir cualquier sustancia orgánica o inorgánica que mejore la calidad del sustrato a nivel nutricional (*Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes, 2023*).

##### **3.2.1.1. ¿Para qué sirven los abonos?**

Los abonos sirven para brindar nutrientes a la tierra y esta a su vez los transfiere a las plantas o cultivos sembrados por los agricultores. La importancia de estos productos y el uso dado a los mismos está plasmada en el documento **CONPES 3577** que menciona que la adecuada aplicación de fertilizantes o abonos tiene como efecto una mejora en la productividad, debido a que se logra una apropiada nutrición de los cultivos.

##### **3.2.1.2. Tipos de abonos**

Es preciso señalar que existe diversidad en los componentes que forman estos abonos, de los cuales el Nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el Potasio (K) son los de

mayor importancia para la tierra, ya que son elementos considerados como los macronutrientes básicos de las plantas. Adicionalmente, los fertilizantes y abonos aportan otros elementos secundarios que son el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S), u otros llamados menores, que son Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Silicio (Si), Manganeseo (Mn), Hierro (Fe) y cobalto (Co).

*(Asociación internacional de la industria de los fertilizantes, 2002).*

Estos pueden ser de dos tipos: orgánicos (origen animal o vegetal) e inorgánicos (de tipo químico). Por otro lado, la **Resolución No. 54049 de 2014** reconoció que estos productos pueden clasificarse de acuerdo con su composición como simples y compuestos. A su vez, cada uno de estos puede ser desagregado por su condición física como sólidos, líquidos y solubles, los cuales pueden ser aplicados en las hojas de las plantas (foliar) y en las raíces (edáficos).

#### **3.2.1.2.1. Abonos inorgánicos**

Los abonos inorgánicos son sustancias químicas sintetizadas, que son ricas en Fosforo (P), Calcio (Ca), Potasio (K) y Nitrógeno (N), que son nutrientes que favorecen el crecimiento de las plantas. Son absorbidos más rápidamente que los abonos orgánicos. La característica más sobresaliente de los abonos inorgánicos es que deben ser solubles en agua, para poder disolverlos en agua de riego (*Sandoval, J, 2013*).

Por otro lado, es importante conocer que este tipo de abono inorgánico es importante ya que este permite:

- La productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia e incrementando el contenido de los nutrientes de las cosechas.
- Evitar la necesidad de incrementar la superficie agrícola mundial, ya que sin los fertilizantes habría que destinar millones de hectáreas adicionales a la agricultura.
- Conservar el suelo y evitar su degradación y, en definitiva, mejorar la calidad de vida del agricultor y de su entorno.
- Contribuir a la mayor producción de materia prima para la obtención de energías alternativas (*Sandoval, J, 2013*).

#### **3.2.1.2.2. Abonos orgánicos**

Es necesario conocer que el abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros beneficios que aportan nutrimentos al suelo, y por lo tanto a las plantas que crecen en él. Por lo que es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaeróbico, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (*Ramos, D & Terry, E, 2014*).

Por otro lado, es importante conocer que existen diferentes tipos de abonos orgánicos que se pueden utilizar en la producción orgánica, como ejemplo encontramos: El compost, bokashi, los bio-fermentos y los abonos verdes, en donde todos la acción de los microorganismos es indispensable para su preparación y funcionamiento. Lo interesante del caso es que el uso de los abonos orgánicos no es una práctica tecnológica nueva, por el contrario, tiene su origen desde que nació la agricultura, nuestros abuelos y generaciones anteriores las usaban pues era lo único que existía (*Estrada, E, 2010*).

Por último, es importante conocer que este también cuenta con diferentes ventajas como lo son:

1. Mejora las propiedades físicas del suelo: La materia orgánica favorece la estructura de los agregados del suelo, mejora la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retener el agua.
2. Mejora las propiedades químicas: Aumenta el contenido de pequeños nutrientes y grandes nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Aumenta la capacidad de intercambio catiónico, que es la capacidad de retener nutrientes para hacerlos disponibles a los cultivos.
3. Mejora la actividad biológica del suelo: Actúa como soporte y alimentos de los microorganismos, lo cuales viven a expensas del

humus, que es la materia orgánica descompuesta por los mismos contribuyendo a la mineralización (*Estrada, E, 2010*)

### 3.3. Agricultura

La agricultura consiste en la modificación de los ecosistemas naturales para transformarlos en agroecosistemas: un tipo especial de ecosistema que presenta características intermedias entre los sistemas naturales y los sistemas industriales. Es la posibilidad de una especie (la humana) de modificar las condiciones en las que crecen otras especies para satisfacer sus objetivos (*Comisión Económica para América Latina y Caribe, 2021*).

Por tal motivo es importante conocer que según el informe anual entregado en el 2021 del seguimiento y evaluación de las políticas agrícolas

Por tal motivo a continuación se da a conocer el aporte de la agricultura de diferentes países que mayor invierten en apoyo al sector agrícola elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Ocde), se evidenció que Noruega es el país de la Ocde que más invierte en apoyos para los agricultores, con una destinación de 59% del total de los ingresos agrícolas brutos del país, donde Colombia y México son los miembros latinoamericanos de la organización que más aportan al sector con 11% y 9,4% respectivamente.

LOS PAISES DE LA OCDE QUE MAS APORTAN AL AGRO			
Los que más invierten apoyo al sector agrícola		Porcentaje de inversión de algunos miembros o invitados de la OCDE	
País	%	País	%
Noruega	59%	Unión Europea	19%
Islandia	57%	Colombia	11,5%
Corea	47%	Estados Unidos	11%
Japón	41%	México	9,4%
Israel	16%	Costa Rica	5,8%

*Tabla 1. Países de la OCDE que más aportan al agro (La república, 2021)*

### 3.3.1. Agricultura orgánica

Según el *Ministerio de Agricultura, 2023*; La agricultura orgánica, ecológica o biológica, es un sistema integral de producción silvoagropecuaria basado en las prácticas de manejo ecológicas, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida sobre la base de la conservación y/o recuperación de los recursos naturales.

Por lo que partir de la anterior definición se debe considerar al menos uno de los siguientes aspectos:

- Tener un sistema orientado a la producción de frutos orgánicos de alta calidad nutritiva.
- Qué el cultivo interactúe con los ciclos naturales de todo organismo vivo de una forma constructiva y que promueva la vida.
- Qué respete los ciclos biológicos, los estudie y comprenda.

- Qué promueva el mejoramiento de la fertilidad del suelo promoviendo la remineralización de los campos de cultivo, su desintoxicación y el incremento de la microflora y microfauna en donde habita y cuide la calidad y uso del agua.
- Qué el control de hierbas, plagas y enfermedades sea sin el uso de insumos de síntesis químico industrial (**Ortiz, F, 2021**).

### 3.3.2. ¿Porque utilizar agricultura orgánica

Es importante conocer que frecuentemente el productor utiliza las técnicas de producción orgánicas, es cuestionado por toda una maquinaria de producción convencional, que cuenta con grandes recursos de las transnacionales, la publicidad, el apoyo gubernamental, de investigación y la educación. A diferencia de la agricultura convencional, el movimiento orgánico cuenta con menos recursos, pero mayores argumentos, aquí algunos de ellos:

- A diferencia de los agroquímicos en donde el combate de plagas y enfermedades es a base de venenos, donde por el contrario los orgánicos tienen como propósito el respetar la vida, por parte de la defensa propia de la planta mediante métodos de control apegados a las reglas naturales.

- Los métodos de producción son mediante alimentos libres de residuos químicos que son perjudiciales para la salud, evitando así problemas graves para la salud como el cáncer y las malformaciones congénitas.
- El uso de compostas y sobre todo lombricompostas, es la forma de desintoxicar tierras contaminadas con residuos químicos y una forma de reponer los microorganismos benéficos que acaban por morir con el uso de fertilizantes y venenos
- La agricultura orgánica promueve y parte de los conocimientos ancestrales del agricultor, que van ligados frecuentemente a un modo de vida sano, preocupado por producir los alimentos que el mismo comerá y que va ligado a festividades de cosecha, oración para que haya lluvias, etc. Dando así nuevas oportunidades de empleo (*Ortiz F, 2021*).

### **3.4. Suelos**

#### **3.4.1. El suelo**

El suelo es la capa de tierra donde crecen las raíces y de donde las plantas extraen el agua y el alimento que necesitan para crecer y mantenerse sanas. Este a su vez está formado por minerales de la roca madre mezclados con materiales orgánicos (restos de lo que una vez tuvo vida), agua, aire y organismos vivos.

Debido a lo anterior el suelo se forma a partir de la roca original o madre que hay en una determinada zona que por efecto del clima del lugar (temperatura, lluvias, helada) esta roca se fragmenta y se desintegra en partículas minerales más pequeñas. Luego aparecen los organismos vivos (vegetales y animales) donde estos aportan la materia orgánica, generadora de vida en el suelo (*Van, A, 2006*).

#### **3.4.1.1.Fertilidad del suelo**

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales - fertilidad química - pero que no está provisto de buenas condiciones físicas y viceversa (*Sánchez, J, 2021*).

Por otro lado, la fertilidad del suelo es la capacidad que tiene éste de sostener de manera continuada el crecimiento de cultivos y está íntimamente relacionado con las propiedades físicas y químicas anteriormente descritas. Como se mencionó anteriormente, una característica fundamental del suelo fértil es su riqueza de nutrientes. Éstos son el alimento de las células de los organismos para producir la

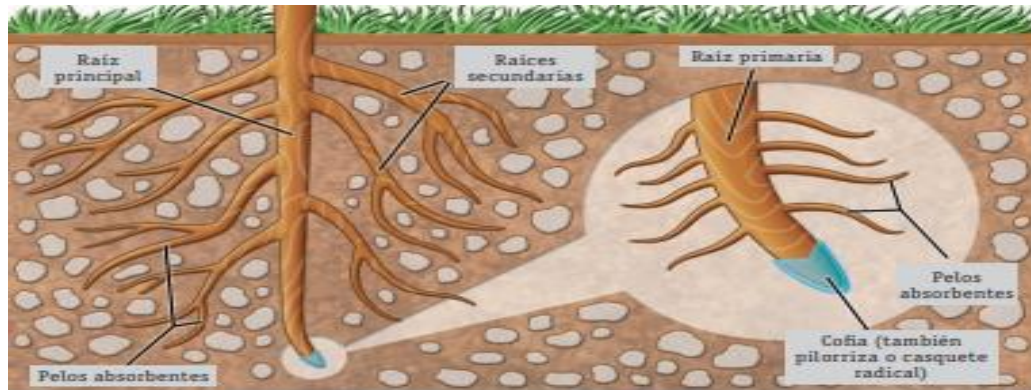
energía necesaria para el crecimiento, reparación y reproducción (*Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia, 2018*).

#### 3.4.1.2. Nutrición del suelo y las plantas

El proceso de nutrición del suelo y de las plantas se distingue a partir de 6 fases:

- **Absorción y transporte de agua y sales minerales desde la raíz hasta el xilema:** El suelo está constituido por pequeñas partículas de roca y materia orgánica que están rellenos de aire y de agua. Luego se extrae agua y sales minerales, donde los minerales que se encuentran disueltos en agua ingresan a la raíz; estos se encuentran absorbidos a través de unas células que reciben el nombre de pelos absorbentes (*Véase la figura 8*).

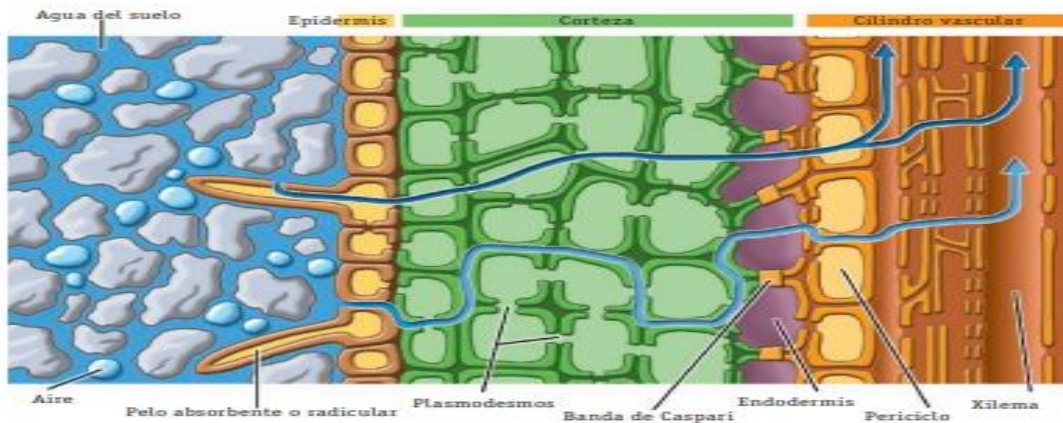
Los pelos absorbentes son en realidad, células epidérmicas especializadas que durante el proceso sufren evaginación, que cuentan con el objetivo de aumentar la superficie de absorción. Luego los nutrientes tienen que atravesar los diferentes tejidos de la raíz hasta llegar al xilema, que conducirá al aparato fotosintético de la planta (*Margulis, L & Sagan, D, 2013*).



*Figura 8. Estructura de la raíz (tomado de Margulis, L & Sagan, D, 2013)*

El movimiento del agua y de las sales desde la epidermis de la raíz hasta el xilema del cilindro vascular puede seguir dos vías:

- Vía transcelular o simplástica, es decir que pasa de célula a célula plasmodesmos. Debido a que la concentración de sales en el interior de la planta, su ingreso en las células se realiza por transporte activo, a través de unas proteínas transportadoras que se encuentran en la membrana celular, donde por último el agua penetra en los tejidos de la raíz por ósmosis.
- Vía extracelular o apoplástica, es decir este aprovecha grandes espacios intercelulares existentes entre las células parenquimáticas del córtex de la raíz. Por lo general la mayor parte del agua y sales minerales aprovechan esta vía, sin embargo, al llegar a la endodermis que es la capa interna del córtex; los espacios intercelulares de la endodermis están fuertemente selladas para la banda de casparo (*Véase figura. 9*)



*Figura 9. Corte transversal de una raíz (tomado de Margulis, L & Sagan, D 2013).*

- **Transporte de agua y sales minerales por Xilema:** Las sales minerales y el agua forman la savia bruta, la cual tiene que recorrer grandes distancias a lo largo del xilema hasta llegar a las hojas, donde se realiza la fotosíntesis.

El movimiento de la savia bruta puede aplicarse bien porque se produce una presión positiva que la empuja a ascender desde abajo (teoría de la presión radicular), o bien porque existe una fuerza succionadora que, desde arriba “tira” del agua y de las sales minerales (teoría de la cohesión – tensión).

- **La teoría de la cohesión – tensión:** Defiende que la fuerza que eleva la savia bruta por el Xilema se origina gracias a la tensión que origina la transpiración del agua y a la cohesión existente en sus moléculas.
- **La teoría de la presión radicular:** Esta sostiene que la acumulación de agua en los de la raíz genera una presión sobre el xilema que empuja a la savia bruta a ascender verticalmente. Una evidencia de la existencia de la

presión radicular es la acumulación de gotitas de agua en el ápice y margen de la hoja (*Margulis, L & Sagan, D,2013*)

- **Intercambio de gases en las hojas:** Las plantas intercambian con la atmosfera oxígeno y dióxido de carbono. Aunque no disponen de aparato respiratorio como los animales, poseen estructuras especializadas en el intercambio gaseoso, situadas en su superficie: Los estomas (Estructuras especializadas de la epidermis por dos células oclusivas) y las lenticelas (Son unas pequeñas protuberancias que se encuentran en la epidermis de tallos y ramas de plantas leñosas; para permitir el intercambio gaseoso) (*Lynn M & Dorion S, 2013*).
- **La fotosíntesis:** Gran parte de los ecosistemas dependen directamente de la energía solar. Sin embargo, esto no ha sido siempre así, se piensa que las primeras formas de vida sobre la tierra se nutrían de moléculas inorgánicas presentes en el medio, que oxigenaban a base de *quimiosíntesis* (métodos de producción que realizan diversos organismos vivientes).
  - **Distribución de la savia elaborada por el floema:** Los productos que se han sintetizado en las hojas durante la fotosíntesis se denominan **Savia elaborada**, mezcla de azúcares (principalmente sacarosa), aminoácidos, sales y agua.

El transporte de la savia elaborada desde las zonas de producción, o fuentes, hacia las zonas de consumo, o **sumideros**, se realiza por el floema (tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos e inorgánicos).

Las principales fuentes de la planta son las hojas, donde se lleva a cabo la fotosíntesis, mientras que los sumideros son los órganos en crecimiento, como los meristemos (tejidos meristemáticos son los responsables del crecimiento vegetal) de tallos y raíces, o los tejidos de almacenamiento, como frutos, semillas y raíces (*Margulis, L & Sagan, D,2013*)

- **Respiración celular:** Las plantas, como los animales y otros seres vivos, obtienen la energía necesaria para realizar sus funciones vitales degradando las moléculas orgánicas en un proceso llamado respiración celular.

La principal reserva de las plantas es el almidón. Cuando la planta necesita energía, éste se descompone en multitud de moléculas de glucosa, que se van a degradar totalmente durante la respiración celular desprendiendo la energía que contiene. Esta degradación supone una oxidación muy lenta, en varios pasos, todos ellos muy controlados. En algunos de estos pasos se liberan pequeñas cantidades de energía, que son empleadas en la formación de ATP (molécula portadora de la energía primaria para todas las formas de vida (*Margulis, L & Sagan, D,2013*))

#### 3.4.1.3. Nutrientes presentes en el suelo

El suelo y las plantas cuentan con diferentes elementos que se les considera como los nutrientes esenciales. Como lo son el carbono, oxígeno e hidrógeno, constituyen la mayor parte del peso seco de las plantas, estos elementos provienen del CO<sub>2</sub> atmosférico y del agua. Les siguen en importancia cuantitativa el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y azufre que son absorbidos del suelo.

Los elementos más importantes para el crecimiento de las plantas son los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y deberían ser suministrados a las plantas a través de fertilizantes, mesonutrientes (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes u oligoelementos (hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno) que están generalmente presentes en el suelo en cantidades suficientes y las plantas los necesitan en dosis menores (*Infoagro, 2017*).

En la siguiente Tabla 2. se recogen las funciones de estos elementos en las plantas y sus síntomas de deficiencia:

Nutrientes	Función	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno (N)	Estimula el crecimiento rápido; favorece la síntesis de clorofila, de aminoácidos y proteínas.	Color amarillo en las hojas inferiores; tronco débil; color verde claro.
Fosforo (P)	Estimula el crecimiento de la raíz; favorece la formación de la semilla; participa en la fotosíntesis y respiración.	Color purpúreo en las hojas inferiores y tallos, manchas muertas en hojas y frutos

Potasio (K)	Acentúa el vigor; aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y calidad a la semilla.	Oscurecimiento del margen de los bordes de las hojas inferiores; tallos débiles.
Calcio (Ca)	Constituyente de las paredes celulares; colabora en la división celular.	Hojas terminales deformadas o muertas; color verde claro
Magnesio (Mg)	Componente de la clorofila, de las enzimas y de las vitaminas; colabora en la incorporación de nutrientes.	Amarilleo entre los nervios de las hojas inferiores (clorosis).
Azufre (S)	Esencial para la formación de aminoácidos y vitaminas; aporta el color verde a las hojas.	Hojas superiores amarillas, crecimiento atrofiado.
Boro (B)	Importante en la floración, formación de frutos y división celular.	Yemas terminales muertas; hojas superiores quebradizas con plegamiento.
Cobre (Cu)	Componente de las enzimas; colabora en la síntesis de clorofila y en la respiración.	Yemas terminales y hojas muertas; color verdeazulado.
Hierro (Fe)	Catalizador en la formación de clorofila; componente de las enzimas.	Clorosis entre los nervios de las hojas superiores

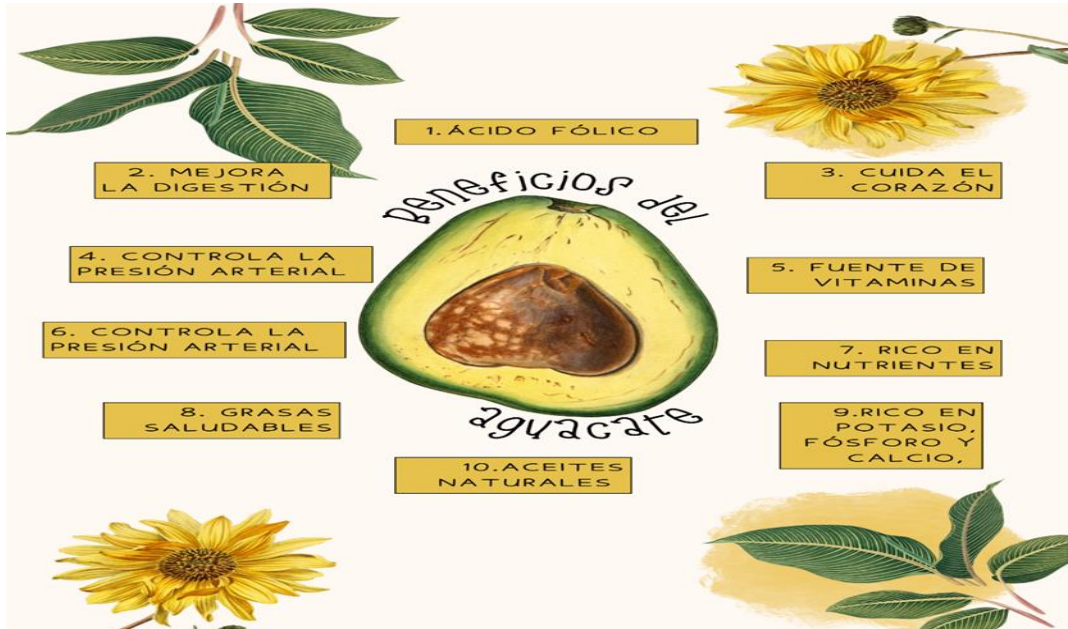
*Figura 10. Funciones de los nutrientes en las plantas y sus síntomas de deficiencia.*

### 3.5. El aguacate

#### 3.5.1. ¿Qué es el aguacate?

El aguacate es el fruto del PALTO (*Persea americana*) de hoja perenne de la familia de las lauráceas. Con forma de pera, en su interior contiene una única semilla redondeada de color claro y 2-4 cm de longitud (salvo la variedad dátil), que aparece recubierta de una delgada capa leñosa de color marrón. El aguacate es originario de México, Colombia y Venezuela. Los antiguos aztecas lo llamaban ahuatl (testículo), ya que se le consideraba como un fruto afrodisíaco. Y los primeros españoles que llegaron a América lo bautizaron con el nombre de «pera

de las Indias», por su semejanza externa con las peras españolas (*Ministerio de Agricultura, 2020*).



*Figura 11. Beneficios del aguacate*

### 3.5.2. Contexto del aguacate en Colombia

En junio de 2008, nace el Consejo Nacional de la Cadena del Aguacate en Colombia con el fin de fortalecer la competitividad en el mercado, optimizar la producción y facilitar estrategias para un desarrollo sostenible. Esta cadena del aguacate está conformada por productores, proveedores de insumos y semillas, comercializadores, industrias de procesamiento y exportadores que cuentan con el apoyo del sector público y académico integrado por entidades como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, la

Universidad Nacional de Colombia, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, entre otros (*Bareño, F, 2014*).

Colombia es un gran productor y consumidor de aguacate, donde para el año 2022 nuestro país se encuentra con una siembra 119.283 hectáreas de aguacate en las diferentes variedades (*MinAgricultura, 2022*).

La producción de aguacate en el país se ha consolidado principalmente en la zona de Antioquía y el Eje Cafetero; no obstante, las áreas sembradas se encuentran distribuidas en ocho departamentos principalmente Antioquía, Caldas, Valle del Cauca, Quindío, Risaralda, Huila, Cauca y Tolima desde el año 2009 hasta el 2022, por ello a continuación se da a conocer una gráfica con los departamentos que producen aguacates en nuestro país.



*Figura 12. Producción de aguacate en Colombia en el 2022*

El aguacate ha abierto mercados a lo largo de los años en 30 países, donde se espera que se consolide en mercados en Corea y en China. Ya que en los últimos

años se ha realizado grandes ventas en exportaciones que han alcanzado casi a los US\$300 millones exportados en mercados como los mercados de Europa, Estados Unidos, China, India, Hong Kong y Argentina, entre otros. Por ello a continuación se da a conocer una gráfica que ayuda a observar detalladamente las ventas en millones de US en exportaciones en Colombia (*MinAgricultura, 2022*).



*Figura 13. Exportaciones en Millones de US 2018 A 2022*

De lo evidenciado en la figuras importante decir que el ministerio de agricultura ha realizado estudios que dan a conocer que un país como el nuestro genera pérdidas de aproximadamente el 40% donde estas son durante la etapa de procesamiento y postcosecha o en su momento ese porcentaje se encuentra también en la venta minorita y el consumo (*MinAgricultura, 2022*).

## 4. Estado del arte

Luego de conocer un poco acerca de que son los abonos, los tipos, que propiedades tienen los suelos, entre otros factores. Es importante conocer que se está realizando en la actualidad al respecto.

### 4.1. Abonos orgánicos sostenibles

La producción de los abonos sostenibles es algo que a lo largo de los años se ha ido convirtiendo en uno de los temas a tratar, ya que este contribuye a la fertilidad del suelo, la salud vegetal y a su vez aporta a la sostenibilidad de nuestro planeta. Por ello es importante que se conozca que abonos orgánicos se están realizando en estos últimos 10 años.

- **Abono orgánico de borra de café:** Las familias a diario generan desperdicios producidos al consumir una taza de café pasado se llama borra de café. Estos son generados principalmente en las cafeterías y hogares en donde no son reciclados de manera correcta terminando finalmente en vertederos, ocasionando el incremento de la contaminación ambiental y afectando la salud de las personas. Composcafé, una empresa socialmente responsable y sostenible que adopta la actividad de compostaje cuyo principal insumo es la borra de café, como una estrategia para cuidar el planeta y sus recursos; además de alinearse a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 12, 13 y 15 para cumplir sus metas con

propósito ambiental y social. Este abono ayuda a retener el agua y mejorar el drenaje y ventilación de la tierra (*Cueva, E, 2020*).

- **Compostaje para la reducción de excretas de aves:** El crecimiento de la población y el consumo de fuentes de proteína como la carne de pollo, ha maximizado la generación de residuos avícolas (pollinaza), esto conlleva a desarrollar alternativas de manejo eficiente para la conversión de estos residuos en subproductos como los fertilizantes orgánicos, logrando así que esta mineraliza por la acción de los microorganismos aeróbicos y se transforma en humus, lo que contribuye a la disminución del impacto ambiental negativo de los residuos orgánicos. Este abono aporta alto contenido de nutrimentos esenciales como enmienda en la agricultura agroecológica dentro de la economía circular y el desarrollo sustentable de la producción (*Rosas, V & Aguilar, N, 2022*).

- **Cenizas de materias orgánicas:** El aumento del volumen de desechos sólidos agroindustriales, agrícolas y domésticos conlleva una serie de implicaciones relacionadas con aspectos de salubridad y medioambientales. El objetivo de esta investigación es plantear posibles alternativas de aprovechamiento de residuos generados en la agroindustria, a partir del procesamiento de snacks La cáscara de plátano y yuca presentó el mayor tenor de cenizas (8,82 y 8,49 %) respectivamente. Los subproductos agroindustriales de maní sin cáscara, maní con cáscara, cáscara de plátano, cáscara de yuca, cáscara de habas y habas sin cáscara

presentaron buen contenido de MS, MO, PB, ELN, EE, Cenizas y EB. Carecen de nitrógeno, pero son generosas en potasio, calcio y magnesio, y además de aportar nutrientes corrigen la acidez del terreno (*Aguilar, S; Enríquez, M & Uvidia, G, 2022*).

Luego de conocer algunos de ellos, es importante conocer que los principales abonos orgánicos aliados de la agricultura sostenible son el compost, estiércol, guano, turbas, plantas frescas, ayudando a contribuir con la fertilidad del suelo y la salud vegetal, con el fin de generar sostenibilidad al planeta.

#### **4.2. Aprovechamiento de residuos orgánicos**

A lo largo de los años el aprovechamiento de los residuos orgánicos se ha convertido en un tema importante de tratar, por ello se han creado varias maneras de aprovechar y valorizar los residuos orgánicos como lo son:

- **Abonos sostenibles:** Este es obtenido a partir de diferentes materias orgánicas como lo son los restos vegetales, el estiércol o las cenizas del cual se compone sin ningún ingrediente químico.
- **Obtención de agua destilada:** Esta es obtenida a partir de la superficie terrestre como lo son los lagos, mares o ríos, el cual consiste en un proceso de evaporación al aumentar la temperatura, luego la atmósfera recibe frío cayendo como nieve o lluvia. Luego vuelve al proceso de

evaporación y posterior condensación del vapor es el denominado destilación. Este tiene mucho que ver con la purificación y limpieza del agua. Donde a partir de ello se produce el agua destilada. Este cuenta con el beneficio de que elimina impurezas, por lo tanto, es un proceso que se ve marcado para diferentes usos como lo es: El uso humano, para el hogar, para experimentos, laboratorios, etc. (*EcuRed, 2015*)

- **La producción de biogás por descomposición anaeróbica:** Es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables ya que produce un combustible de valor además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico. Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, o para generar calor en hornos, estufas, secadoras, calderas u otros sistemas de combustión a gas, debidamente adaptadas para tal efecto (*Organización Americana de estado, 2010*).

#### **4.3. Caracterización fisicoquímica del aguacate:**

El mesocarpio del aguacate contiene diversos tipos de metabolitos entre los que se destacan los ácidos grasos, fitoesteroles, carotenoides, vitaminas, ácidos fenólicos, flavonoides, entre los más conocidos. Algunos de ellos se describen a continuación (*Robayo, A, 2016*).

Por tal motivo a continuación se da a conocer la respectiva composición nutricional (*Véase la tabla 3*):

Composición	Por cada 100g
Agua (g)	78,8
Calcio (mg)	16
Hierro (mg)	0,7
Magnesio (mg)	41
Zinc (mg)	0,3
Sodio (mg)	2
Potasio (mg)	400
Fósforo (mg)	28
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,42
Vitamina C (mg)	17
Vitamina E (mg)	3,2

*Tabla 2. Composición nutricional del aguacate*

Por otro lado, también encontramos:

#### 4.3.1. Ácidos grasos

La mayoría de los ácidos grasos de cadena larga que se encuentran en los tejidos vegetales contienen un número par de átomos de carbono y los dobles enlaces tienen configuración *cis*. Estos pueden dividirse en 3 grupos según el grado de insaturación: Saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. Dentro de los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA's), los más conocidos son el ácido palmitoleico (Ácido *cis*-9-hexadecenoico) y el ácido oleico (Ácido *cis*-9-ocatedecenoico) [9,07 g/ 100 g b.h.]; aunque también se reporta la presencia del ácido *cis*-10heptadecenoico, cuya concentración se incrementa con el estado de maduración del fruto [0,42

mg/ 100 g b.h.] y del ácido asclépico (Ácido cis-11octadecenoico), un isómero de posición del ácido oleico. En la mayoría de los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA's) los dobles enlaces se encuentran separados por un grupo metileno (CH<sub>2</sub>); así, encontramos el ácido linoleico (cis-9,12-octadecadienoico) [1,67 g/ 100 g b.h.] y el ácido  $\alpha$ -linolénico (cis-9, 12, 15octadecatrienoico) [0,13 g/ 100 g b.h.] (*Knothe, 2013*).

#### **4.3.2. Fitoesteroles**

También llamados alcoholes poliisoprenoides y constituyen la mayoría de la fracción insaponificable de los aceites vegetales; son compuestos cíclicos hidrofóbicos formados principalmente por ciclación de mono y sesquiterpenos. Los principales esteroides en plantas son caracterizados por uno o dos átomos de carbono extra como sustituyentes en el C-24 de la cadena lateral del colesterol, Los fitoesteroides son análogos del colesterol y precursores de las vitaminas D<sub>2</sub> (Ergocalciferol) y D<sub>3</sub> (Colecalciferol) por irradiación con luz UV, importantes en la homeostasis del calcio en los animales. Además, favorecen la salud cardiovascular bloqueando la absorción intestinal del colesterol (*Robayo, A, 2016*).

#### **4.3.3. Carotenoides**

Son un grupo de compuestos bioactivos capaces de proteger a las células de daños producidos por el efecto de la luz UV y las especies reactivas de

oxígeno, por lo que, a menudo se les conoce como antioxidantes. Juegan un papel importante en la fotosíntesis y son responsables del color anaranjado o rojo de algunas plantas; al ser ingeridos por los animales, estos pigmentos pasan a formar parte de sus depósitos grasos. La mayoría de estas moléculas presentes en el mesocarpio del aguacate son oxigenadas (Xantofilas) como la  $\beta$ - Criptoxantina ((3R)- $\beta$ ,  $\beta$ -caroten-3-ol) [27  $\mu$ g/ 100 g b.h.], Luteína ((3R,3'R,6R)-4,5-didehidro-5,6-dihidro- $\beta$ ,  $\beta$ -caroten-3,3'-diol) y Zeaxantina ((3R,3'R)- $\beta$ ,  $\beta$ caroten-3,3'-diol), las dos primeras constituyendo el 90% de los carotenoides. También se encuentran hidrocarburos poliinsaturados (Carotenos), siendo  $\beta$ - Caroteno ( $\beta$ ,  $\beta$ - caroteno) [63  $\mu$ g/ 100 g b.h.] y  $\alpha$ - Caroteno ( $\beta$ ,  $\alpha$ - caroteno) [24  $\mu$ g/ 100 g b.h.] los más conocidos (Robayo, A, 2016).

#### 4.3.4. Vitaminas

Además de la vitamina D descrita como derivado de fitoesteroles, el aguacate contiene Vitamina A (retinol) [7  $\mu$ g/ 100 g b.h.], que también puede ser obtenida por los animales mediante el metabolismo del  $\beta$ - caroteno. Los cuatro derivados metilados del tocol son el  $\alpha$ -tocoferol o Vitamina E (5, 7, 8-trimetiltocol) [2,00 mg/ 100 g b.h.],  $\beta$ -tocoferol (5,8- dimetiltocol) [0,04 mg/

100 g b.h.],  $\gamma$ -tocoferol (7,8- dimetiltocol) [0,32 mg/ 100 g b.h.] y el  $\delta$ -tocoferol (8- metiltocol) [0,02 mg/ 100 g b.h.] (Robayo, A, 2016).

#### 4.3.5. Alcalones y derivados

Son un grupo de metabolitos secundarios generalmente aislados del mesocarpio de frutos de aguacate en estado inmaduro. Los compuestos (1, 2, 4-trihidroxinonadecano), (1, 2, 4-trihidroxihexadec-16-eno) y (1, 2, 4-trihidroxihexadec-16-ino) tienen en su estructura una fracción 1, 2, 4-triol y una cadena alifática que termina ya sea en un alcano, alqueno o alquino, respectivamente. Los tres metabolitos presentaron actividad antitumoral moderada en cultivos de células tumorales humanas; mostró actividad antiinflamatoria en edemas inducidos por carragenina y mayor efectividad insecticida que Rotenona contra larvas del mosquito transmisor de la fiebre amarilla. Avocadenol A, avocadenol B, avocadenol C, avocadenol D y avocadoino, fueron aislados del mesocarpio de frutos inmaduros de aguacate. Otros metabolitos fueron encontrados en la misma investigación, mostraron actividad in vitro contra *Mycobacterium tuberculosis* con CMI de 24.0  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente. Los compuestos ((2E, 5E, 12Z, 15Z)-1-hidroxiheneicosa-2, 5, 12, 15-tetraen-4-ona), ((2E, 12Z, 15Z)-1-hidroxiheneicosa-2, 12, 15-trien-4-ona) y ((5E, 12Z)-2-hidroxi-4oxoheneicosa-5,12-dien-1-il-acetato) presentes en la pulpa del aguacate demostraron

actividad protectora hepática en un estudio realizado en ratas alimentadas con esta fruta, disminuyendo niveles plasmáticos de alanina- aminotransferasa (ALT) y aspartato- aminotransferasa (AST) (*Robayo, A, 2016*).

#### **4.3.6. Ácidos fenólicos**

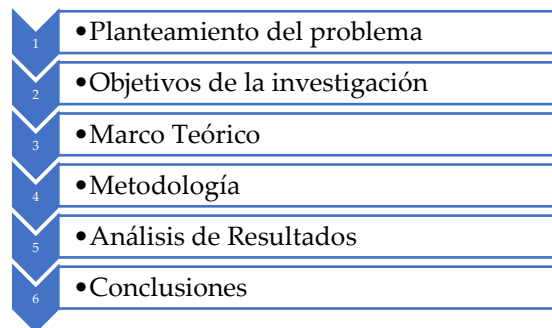
El aguacate posee una cantidad moderada de compuestos fenólicos contribuyendo con 200 mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de pulpa fresca. Evidencia preliminar sugiere que estos metabolitos disminuyen el riesgo cardiovascular por reducción del estrés inflamatorio y oxidativo, e inhiben la agregación plaquetaria para el mantenimiento de la salud vascular. Adicionalmente, el aguacate tiene una alta capacidad antioxidante ante moléculas lipofílicas, lo cual puede ser un factor importante en la reducción de la peroxidación lipídica sérica

Algunos ácidos fenólicos identificados en el mesocarpio del aguacate son: ácido cinámico (Ácido (2E)-3-fenilprop-2-enoico), ácido 4-hidroxibenzóico, ácido pirocatecuico (Ácido 2,3- dihidroxibenzoico), ácido vanílico (Ácido 4-hidroxi-3-metoxibenzoico), ácido isovanílico 50 (Ácido 3-hidroxi-4-metoxibenzoico), ácido resorcílico (Ácido 3,5dihidroxibenzoico), ácido homovanílico (Ácido 3-metoxi-4-hidroxifenilacético), ácido gentísico (Ácido 2,5-dihidroxibenzoico), ácido o-cumárico (Ácido (2E)-3-(2hidroxifenil)-2-propenoico), ácido m-cumárico (Ácido (2E)-3-(3-hidroxifenil)-2propenoico),

ácido p-cumárico (Ácido (2E)-3-(4-hidroxifenil)-2-propenoico), ácido siríngico (Ácido 4-hidroxi-3,5-dimetoxibenzoico), ácido gálico(Ácido 3,4,5trihidroxibenzoico), ácido ferúlico (Ácido (2E)-3-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-2-propenoico), ácido caféico(Ácido (2E)- 3-(3,4-dihidroxifenil)-2-propenoico), ácido sinapínico (Ácido (2E)- 3-(4-hidroxi-3,5-dimetoxifenil)-2-propenoico), ácido clorogénico (*Robayo, A, 2016*).

## 5. Metodología

A continuación, se presenta la metodología que se desarrolló para poder alcanzar los objetivos propuestos, la cual se divide en cada uno de los aspectos a analizar durante todo el proyecto.



### 5.1. Recolección de la materia prima.

Para la elaboración del abono ecosostenible a base de la semilla de aguacate, se ha decidido buscar la estrategia de empezar a generar impactos a nivel local, ya que este es el que mayor facilidad se genera debido a que es un proyecto que se está generando. Por tal motivo se decide hablar con los restaurantes, Fruver y vendedores ambulantes de aguacate del barrio, con el fin de reducir un poco la problemática de los desperdicios que se generan al vender el aguacate.

Por tal motivo para esto se han utilizado dos métodos:

- **Método 1.** Este método es para los vendedores ambulantes, ya que estos, trabajan de 10 am a 4 pm, en lo que se llegó al acuerdo que la recolección de este sería de manera diaria.

Para esta se pasa todos los días a las 4 pm y los dueños brindaban en una bolsa las semillas de aguacate de las muestras que dan o de clientes que decidieron quitar la semilla antes de llevarse la compra, la cual es entregada en una bolsa y al llegar a la casa se colocan en un balde con todas las que se han recolectado en refrigeración



*Figura 14. Semillas de aguacate recolectado*

- **Momento 2:** Para este momento se recolectan las semillas de los restaurantes y los Fruver esta se realiza cada semana, las cuales son recolectadas de la misma manera que el anterior momento, con la diferencia es que ellos nos entregan el producto refrigerado

## **5.2. Métodos para producción del abono orgánico a base de la semilla de aguacate**

- Para la producción del abono derivado de la semilla de aguacate, se empezaron a buscar diferentes métodos para la realización de este, en la que se encontraron los siguientes:

### **5.2.1. Abono orgánico a base de la semilla de aguacate:**

- **Etapa 1:** Obtención del producto principal, el aguacate o las semillas del aguacate



*Figura 15. Materia prima del abono orgánico*

- **Etapa 2:** Se coloca las semillas de aguacate al sol por un periodo de 4 a 5 días, con el fin de que la membrana que la recubre empiece a desprenderse.
- **Etapa 3:** Eliminar la piel externa de la semilla de aguacate la cual tiene una duración de aproximadamente de 1 minuto dependiendo el tamaño de esta



*Figura 16. Semilla de aguacate sin la piel*

- **Etapa 4:** Con un rayador de cocina, se le dará la textura a la semilla (Rayar la semilla), de no ser así utilizar un procesador de cocina, la cual tiene una duración de 4 min.



*Figura 17. Resultado de la consistencia de la semilla de aguacate*

- **Etapa 5:** Luego esta será empacada en bolsas de libra, quedando así el producto final, toda lista para colocar en la materia de nuestras plantas.



*Figura 18. Resultado del abono a base de la semilla de aguacate.*

- **Etapa 6:** Aplicación del abono a la materia de nuestra planta deseada

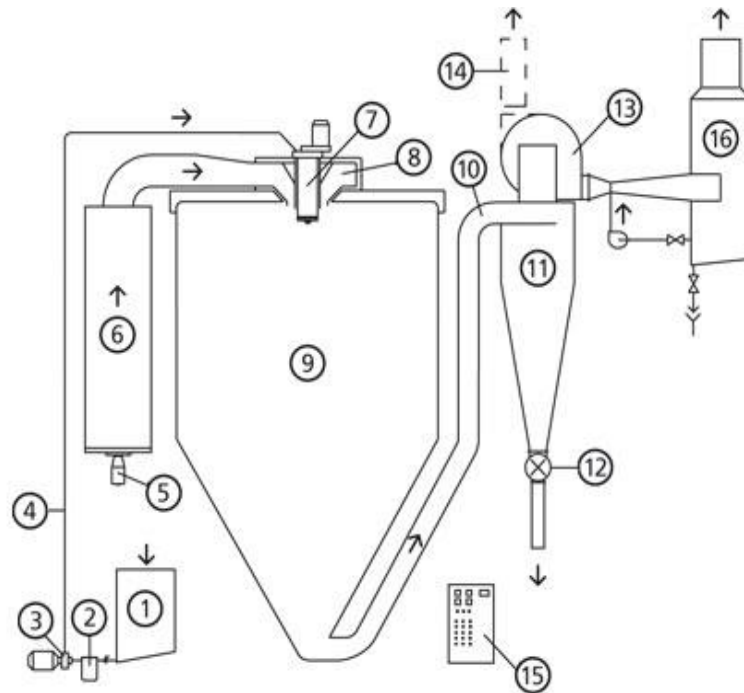


*Figura 19. Resultado de la aplicación del abono a base de la semilla de aguacate.*

- *Nota:* Este abono, a pesar de que se coloca a deshidratar la semilla del aguacate, no es factible ya que al ser rayada se junta los nutrientes con la tierra y se humedece, formando hongo por ello se buscara una segunda opción.

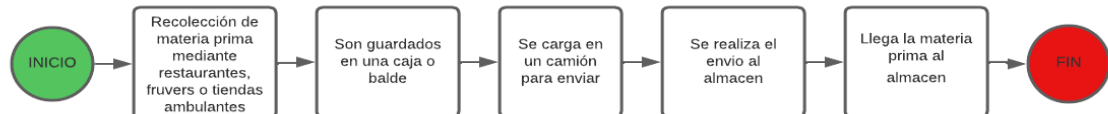
**5.2.2. Abono orgánico a base de la semilla de aguacate pulverizado  
(Con maquina spray Dryer) con el fin de no perder las proteínas de la  
semilla de *persea americana*.**

- A continuación, se da a conocer el diagrama de proceso de la elaboración del pulverizado del abono con la maquina Spray Dryer



**Figura 20. Diagrama de elaboración del pulverizado del abono con la máquina Spray Dryer**

- **Etapa 1:** Proceso de recolección y envío de la materia prima



**Figura 21. Diagrama de proceso de recolección de la materia prima**

*Nota:* La materia prima, se envía de manera refrigerada, con el fin de que estos en el trayecto de Bogotá a Medellín esta no pierda sus nutrientes.

- **Etapa 2:** Preparación de la materia prima antes de introducir el producto a la máquina, esta cuenta con una duración de 60 min

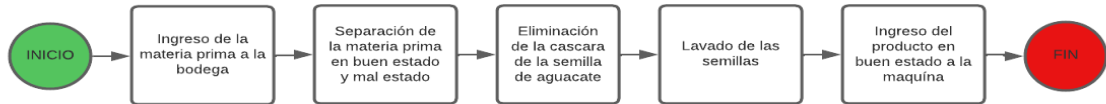


Figura 22. Diagrama de proceso de preparación de la materia prima

- **Etapa 3:** Proceso de elaboración del pulverizado del abono de semilla de aguacate

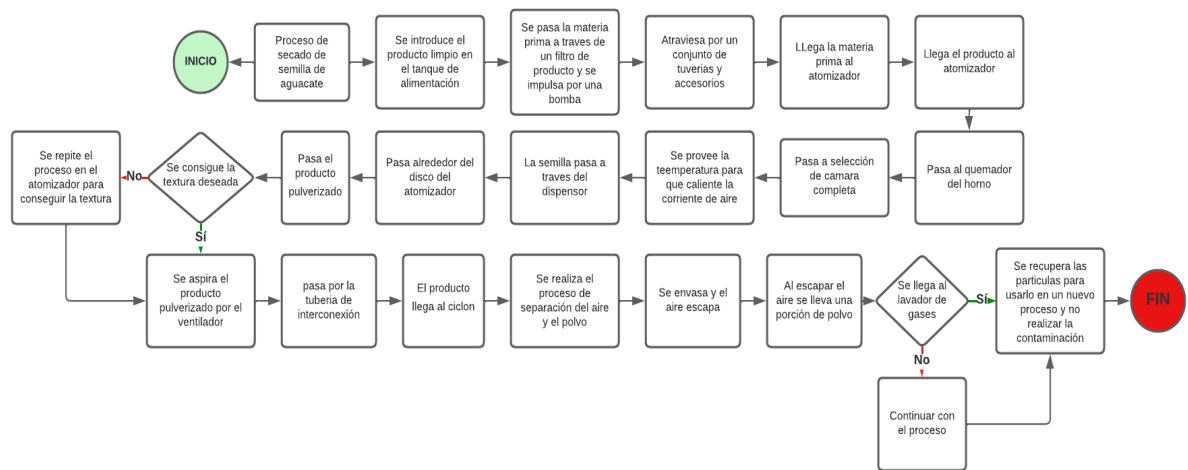


Figura 23. Diagrama de proceso de elaboración del pulverizado del abono

- **Etapa 4:** Proceso de empaque, este cuenta con una duración de 36 minutos.

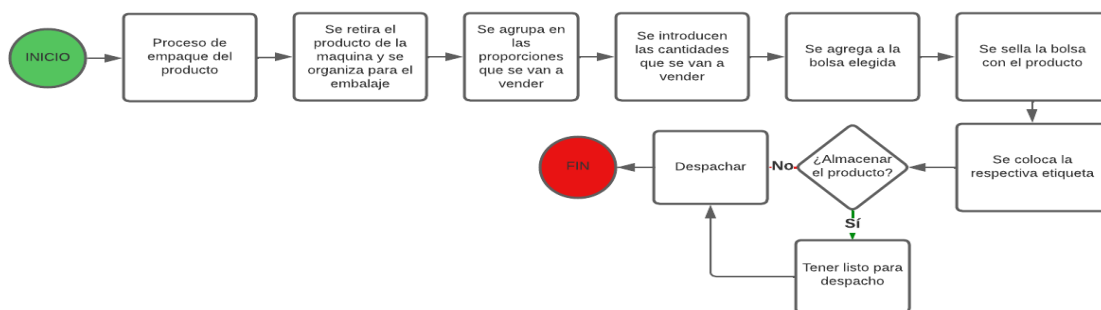


Figura 24. Diagrama de proceso de proceso de empaque

- **Nota:** El producto se va a empacar en bolsa con cierre hermético, dado que, la presentación y el tamaño, por otra parte, las medidas de la bolsa son de 10 cm X 14 cm, cuenta con cierre hermético y están hechas de polietileno de baja densidad, también, es un material termoplástico que se moldea con el calor, además, es un material ligero, no es tóxico y es de bajo costo, perfecto para el embalaje del abono orgánico.

### 5.3.Evaluación de costos de producción:

#### 5.3.1. Evaluación de costos de producción del producto mínimo viable.

Para este paso se evalúan los costos de producción del producto mínimo viable, es decir del producto de muestra para lanzar al mercado; en este se evaluarán los costos de: Pulverización de la semilla, el domicilio, la tabla de evaluación de nutrientes, el costo del empaque y el costo de la etiqueta, los cuales se ven reflejados a continuación:

<b>Costo del producto mínimo viable</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
Pulverización de la semilla del aguacate	1 kg	\$ 100.000
Domicilio	1	\$ 10.000
Tabla de nutrientes	1	\$ 20.000
Empaque	1	\$ 500
Etiqueta	1	\$ 1.000
<b>Total</b>		<b>\$ 131.500</b>

*Tabla 3. Costos de producto mínimo Viable*

Como se evidencia anteriormente el producir el producto mínimo viable (Abono orgánico a base de la semilla de aguacate) tiene un costo de producción de \$131.500

el sacar 1 Kg, por lo que se puede evidenciar que es un poco costoso, por ser solo uno.

### 5.3.2. Proyección de producción de 100 kg

En este se evalúan los costos de producción con una proyección de 100 paquetes, cada uno de 1kg, para una cantidad de 100 kg todo esto con el fin de saber el precio de producción al por mayor en caso de que surja una demanda, evaluándose lo mismo que el producto mínimo viable.

Costo de proyección		
Materiales	Cantidad	Precio
Pulverización de la semilla del aguacate	100 kg	\$ 8.100.000
Domicilio	1	\$ 10.000
Tabla de nutrientes	25 hojas	\$ 22.500
Empaque	100	\$ 20.000
Etiqueta	100	\$ 25.000
<b>Total</b>		<b>\$ 8.177.500</b>

*Tabla 4. Costos de proyección*

Según lo anterior se puede evidenciar que el costo de producción para 100kg tiene un costo de producción de \$8.177.500 el cual nos economizamos un total de \$4.972.500 por cada 100 kg de producto.

5.4. Costos de fabricación de 1 kg del pulverizado de semilla de aguacate, mediante la utilización de la maquina Spray Dryer.

Maquina Spray Dryer, modelo 1612				
Secado en temperatura (Celsius)		Consumo de Combustible Kcal/h	Consumo eléctrico KW/h	Espacio requerido m
Entrada	Salida			
180	90	\$ 19.841	0,03	3 * 3.5 * 4.8

*Tabla 5. Costos de utilización de maquina Spray Dryer*

El dato anterior se puede evidenciar que la temperatura en Celsius de utilización para el pulverizado tiene una entrada de 180°C y de Salida de 90°C, Cuenta con un consumo de combustible el cual es \$ 19.841 el cual consiste en:

$$Cc = \frac{\text{Cantidad a producir}}{\text{Espacio recorrido}} * 100$$

$$\frac{100 \text{ l}}{0,504 \text{ km}} * 100 = \mathbf{\$19.841}$$

Donde por último se calcula el consumo eléctrico el cual es

$$Ce = \frac{\text{Potencia diaria}}{\text{Consumo diario} * 30}$$

$$Ce = \frac{5 \text{ kw/h}}{5 \text{ kw/h} * 30} = \mathbf{0,03}$$

### 5.5. Proyección para contratación de personas por días para recolección de la semilla de aguacate para la producción de los 100kg

Para la producción de 100kg se necesitan un aproximado de 16.000 semillas de aguacate, por la cual se opta por contratar 8 empleados y evaluar los siguientes costos:

Recolección de 160.000 semillas			
Empleados	12 personas	\$ 60.000 C/u	\$ 720.000
Envío	16.000 semillas		\$ 60.000
<b>Total</b>			<b>\$ 780.000</b>

*Tabla 6. Costos de contratación para materia prima*

Se puede evaluar que para la recolección de la materia prima se necesita de aproximadamente 12 empleados que se encarguen a recoger la materia prima en diferentes lugares y dejarlas en la bodega para ser enviada, la cual tiene un costo de \$780.000.

### 5.6. Costo del proceso del empaque

Costos fijos	Valor	Costos variables	Total
Bolsas	\$ 20.000	Envió	\$ 6000
Mano de obra	\$2.416,7 hora \$4.832		
<b>Total</b>	<b>\$30.832</b>		

*Tabla 7. Costos del proceso de empaque*

Según la tabla anterior se puede evidenciar que el costo del empaque cuenta con un valor de \$30.832 evaluando los costos de las bolsas y de la mano de obra.

### 5.7. Estudio de mercado

Para este paso y con el fin de conocer los clientes potenciales y evaluar si el lanzamiento de un nuevo abono orgánico a base de la semilla de aguacate sería un producto que contaría con demanda en nuestro país y a su vez promocionar nuestro producto se crea la marca del abono orgánico para así, abrir el WhatsApp business, Facebook comercial, Instagram y una Landing Page en la que se subirán algunos anuncios con el fin de crear algunas visualizaciones, esta tuvo un costo de \$ 10.000 por día y se puede llegar a un tráfico máximo de 3.000.000 de personas.

- **Nota:** Cabe recalcar que el que mide los clientes potenciales es Facebook comercial el cual se genera un pago para que promocioe el producto.

## 6. Resultados

**6.1. Datos de la maquina utilizada para la producción del abono a base de la semilla de la panta americana, con el fin de conocer costos de esta y sus respectivas especificaciones.**

Es importante conocer que esta máquina es utilizada principalmente en los laboratorios de universidades, en donde se usa para el secado y pulverizado de distintos productos, dado que atomiza el tamaño de las partículas a altas temperaturas.

Por tal motivo, para la producción del abono de semilla de aguacate por 100 kg se necesita de 16.000 semillas de materia prima, las cuales pueden ser recolectados por medio de agricultores que cosechan esta fruta, pero es desperdiciado.



*Figura 25. Maquina Mini Spray Dryer*

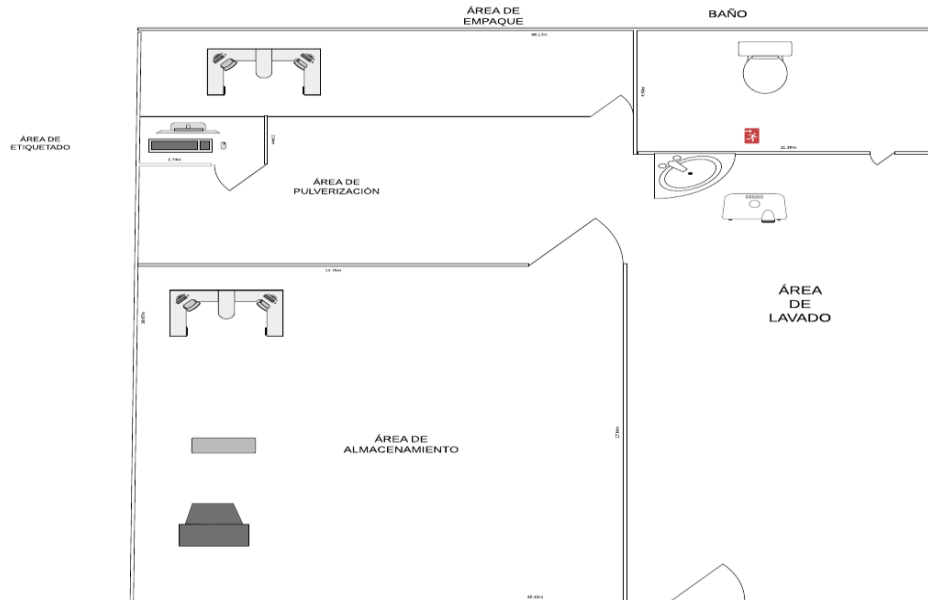
<i>Detalles</i>	<i>Especificaciones</i>
Modelo	HF- 8000
Rango de temperatura de entrada	30 °C -280°C.
Rango de temperatura del aire:	30 °C -140°C.
El sistema de pulverización:	(0, 5 - 2, 5 mm) de las dos boquillas de líquido
Capacidad máxima	2000 L/h
Potencia Total	5 KW/h
Tamaño	1450mm x 650mm x 650mm
Peso	130 kg
<b>Precio máquina</b>	<b>\$18.000.000</b>

*Tabla 8. Datos Maquina Mini Spray Dryer*

- **Nota:** Por lo anterior, se evidencia que la capacidad de la máquina cumple con los requisitos para la elaboración del producto para cumplir con la proyección deseada.

## **6.2. Establecimiento**

Para este punto se genera una visión de como seria el establecimiento para la producción de la materia prima en un futuro, la cual se propone que se empieza con un lugar al que se le pagara arriendo y tiene un costo de \$ 1.000.000 cuenta con unas medidas de 30m<sup>2</sup> y cuenta con la siguiente distribución (Véase la figura 26)



*Figura 26. Distribución del establecimiento*

### 6.3. Estudio de mercado

6.3.1. Con el fin de promocionar el producto en las diferentes plataformas, se crea el respectivo logo, en el que se encontrara en las diferentes etiquetas.



*Figura 27. Etiqueta del producto*

6.3.2. A continuación, se da a conocer los diferentes fichas que se publicaron.



*Figura 28. Frases de los abonos orgánicos*



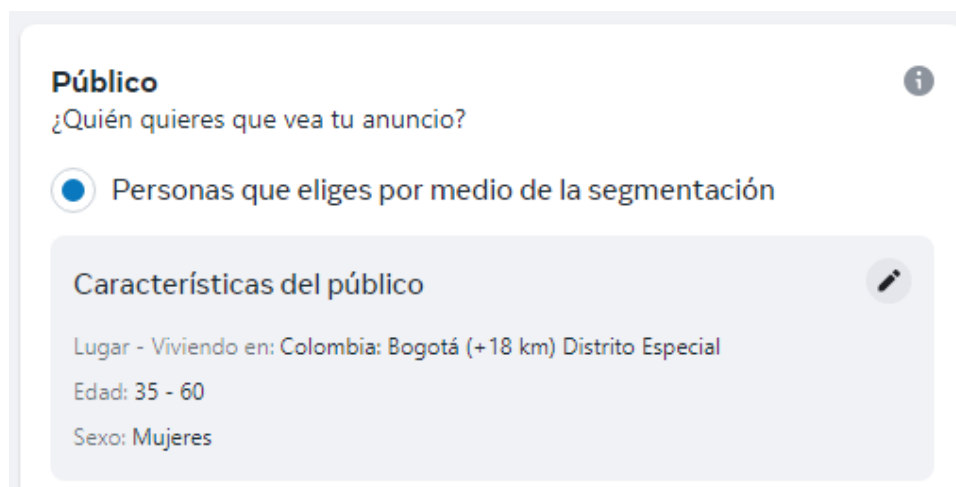
*Figura 29. Ficha de nutrientes del abono de aguacate*



*Figura 28. Ficha acerca del abono*

En cada una de las fichas que fueron publicadas en las diferentes páginas, se da a conocer diferentes frases que son representativas del abono orgánico a base de la semilla de aguacate.

6.3.3. Se determina un segmento ideal para la compra del producto con mujeres entre 35 a 60 años en la ciudad de Bogotá, en lo que se evidencio los siguientes resultados:



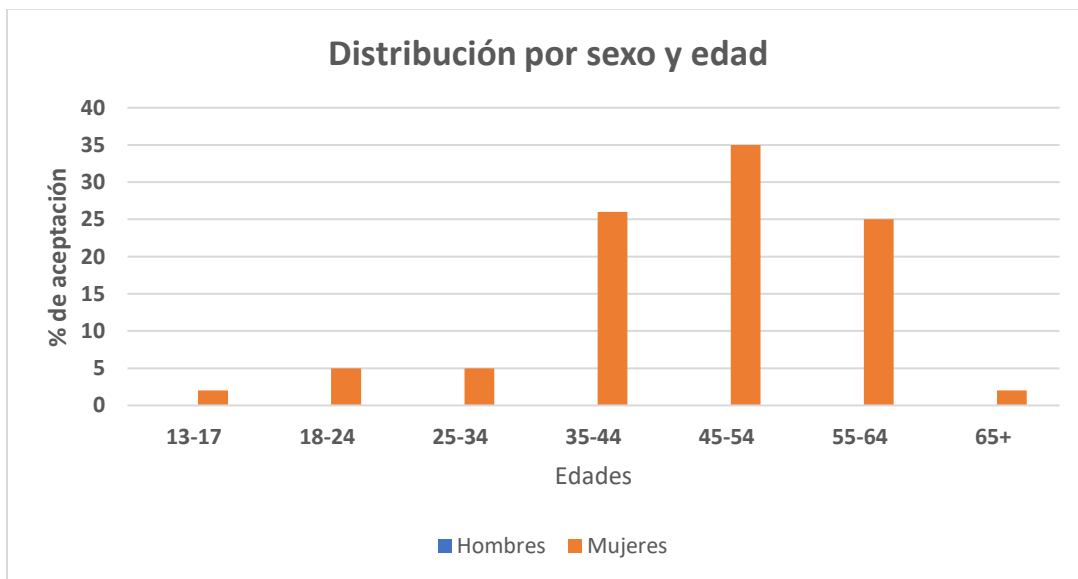
*Figura 30. Definición de publico*

- Se evidencia que a partir de la campaña se tuvo un alcance de 5.863 personas de un total de 6.040 personas a las que evidenciaron el lanzamiento del nuevo producto.

Nombre de la campaña	Nombre del conjunto de anuncios	Entrega	Alcance ↓	Impresiones
Nueva campañ...	Todo	● Completa... Campaña	5.863	6.040
	Nuevo conjunto ...	● Completa... Conjunto d...	5.863	6.040
<b>Resultados total</b> Se muestran 2 de 2			<b>5.863</b> Cuentas del centro de cuentas	<b>6.040</b> Total

*Figura 31. Alcance de la campaña*

Se evidencia en la campaña que las personas interesadas son las mujeres y la mayor parte de las personas interesadas es en un rango de 45 a 54 años, como se evidencia a continuación (Véase la figura 32)



*Figura 32. Distribución por sexo y edad*

#### 6.4. Análisis de utilización del abono

En esta se evidencia que en primer momento se toma una planta la cual sus hojas se estaban secando y contaban con sus hojas un poco amarillas, la cual se decide ponerle en primer momento el abono casero con el fin de evaluar si este era efectivo (Véase la figura 33)



*Figura 33. Planta con abono orgánico*

La cual con la respectiva agua que se le aplica, este empieza a absorberla hasta consumirla toda la tierra, evidenciando que esta después de 8 días, sus hojas empiezan a tomar brillo nuevamente.

En segundo instante se decide tomar nuevamente la misma planta al paso de un mes, se trasplanta a una nueva matera y se le aplica el abono orgánico de manera pulverizada, en el que se evidencia que este al paso de 1 mes y 15

días, sus hojas toman más brillo y a su vez generan un crecimiento pasando esta de ser un tallo delgado, a ser una planta fuerte y sana; llena de nutrientes.



*Figura 34. Planta en segundo intento*

Evidenciándose que ambos métodos son válidos ya que poseen los nutrientes necesarios para el crecimiento de sus plantas; pero a su vez es importante resaltar que el abono casero es de utilidad si lo aplicas después de producido a la planta, ya que al empacarse este genera humedad ya que la semilla cuenta con sus nutrientes un poco húmedos haciendo que este genere hongo y se dañe el producto, mientras que el producto pulverizado puede durar hasta 2 años empacado y no genera afectaciones, ya que queda es en polvo, mas no húmedo.

## 6.5. Fotos del producto

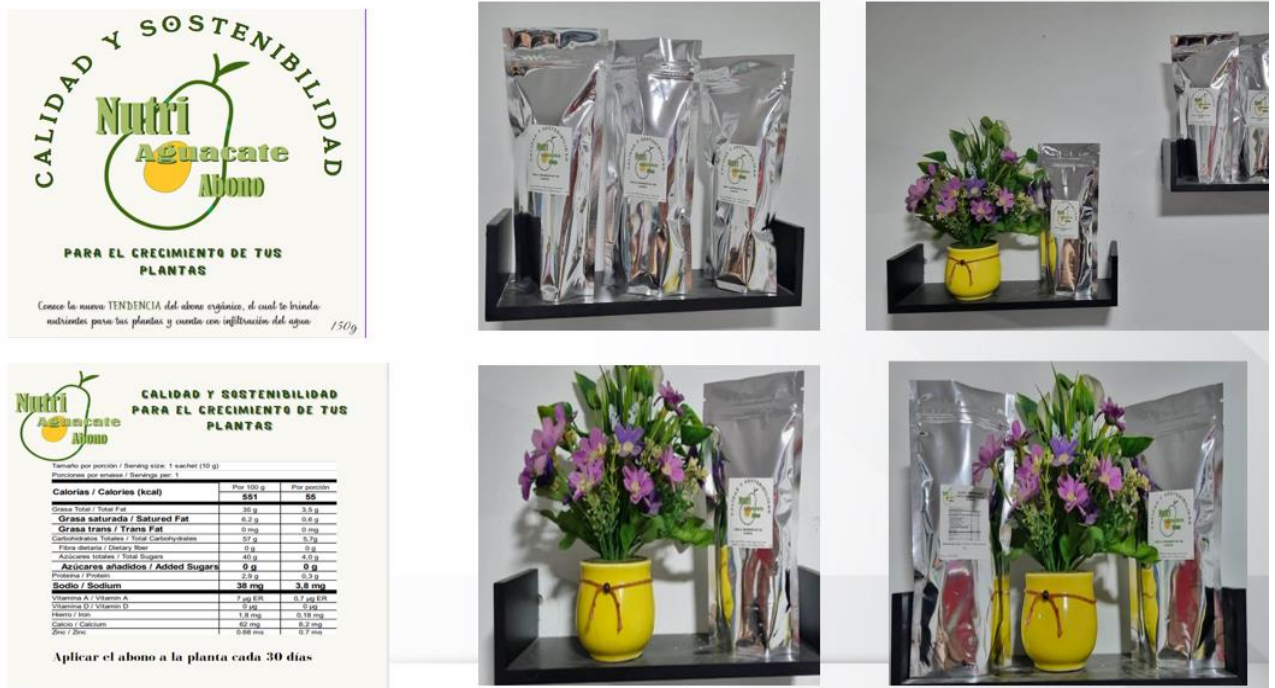


Figura 35. Producto terminado

## 6.6. Cantidad de abono orgánico a aplicar según tamaño

Debemos conocer que el orgánico cuenta con nutrientes esenciales que son de gran ayuda para el crecimiento de las angiospermas, por tal motivo debe de haber un equilibrio con el fin de que este no afecte la planta (Véase la tabla 9)

<i>MODELO</i>	<i>DIAMETRO APROX. (Boca x Alto x Base)</i>	<i>VOLUMEN APROX.</i>	<i>ABONO POR TAMAÑO (Gramos)</i>
Numero 10	10 x 9 x 6 cm	0,5	35
Numero 12	12 x 11 x 8 cm	0,8	40
Numero 14	14 x 13 x 10 cm	1,5	75
3	15 x 13 x 15 cm	3 Lts	150
5	20 x 19 cm x 16 cm	5 Lts	250
7	20 x 24 x 17 cm	7 Lts	350
10	21 x 28 x 18 cm	10 Lts	500

***Tabla 9. Abono por aplicar según tamaño de matera***

***Nota:*** Con base a lo anterior se elabora una ficha, la cual será entregada a los cliente, con el fin de que tengan conocimiento de las cantidades a aplicar de abono según el tamaño

**Nutri**  
**Aguacate**  
**Abono**

¿SABÍAS QUE...?

La cantidad de abono, que le debes aplicar a tus plantas es con base a su modelo, tamaño y volumen aproximado. Por ello a continuación te presentamos la tabla según tamaños

MODELO	DIAMETRO APROX. (Boca X Alto X Base)	VOLUMEN APROX.	ABONO POR TAMAÑO (GRAMOS)
Numero 10	10 X 9 X 6 cm	0,5	35
Numero 12	12 X 11 X 8 cm	0,8	40
Numero 14	14 X 13 X 10 cm	1,5	75
3	15 X 13 X 15 cm	3 litros	150
5	20 X 19 cm X 16 cm	5 litros	250
7	20 X 24 X 17 cm	7 litros	350
10	21 X 28 X 18 cm	10 litros	500

NOTA: RECUERDA NO EXCEDER EN LA CANTIDAD, YA QUE EL EXCESO PUEDE PERJUDICAR TU PLANTA



Figura 36. Ficha informativa

## 7. Recomendaciones

Para este punto, es importante resaltar que este proyecto, todavía se siguen buscando planes de mejora, con el fin de que a futuro pueda ser una empresa.

Por ende, se debe tener en cuenta que se seguirán evaluando:

- Se seguirán buscando métodos para continuar el abono orgánico y dejar a un lado el secado de 4 a 5 días y no tener que llegar a la utilización de maquinas de secado, ya que este hace que el costo del producto se incremente.
- Se seguirán tomando pruebas de ensayo, con el fin de realizar un análisis de crecimiento de las plantas sea en: Tallos (ancho o alto), cantidad de hojas, entre otros factores, que ayudarán a evaluar la efectividad del producto.

## 8. Conclusiones

De la identificación y análisis de los objetivos propuestos, se puede concluir que:

- A partir de la semilla del aguacate, uno de los desechos más grandes a nivel nacional se puede obtener un abono ecosostenible, el cual es rico Potasio (K), Hierro (H), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Vitamina E, B6, ácido fólico, sodio y fibra, beneficios para el crecimiento de tus angiospermas, aportando los nutrientes necesarios, la calidad del suelo y de estas mismas.
- Basado en el estudio de costos, se puede concluir que, aunque la creación del abono orgánico a base de la semilla de aguacate al realizarse en un momento como un producto mínimo viable resulta ser un poco costoso, pero al realizarle la proyección de producción encontramos que este se produce de manera económica, encontrando la relación de Costo Vs Beneficio.
- Se evidencia que, a partir de la utilización del abono orgánico a base de la semilla de aguacate en las angiospermas, las plantas en una duración de 15 días empiezan a tomar fuerza en sus tallos y las hojas empiezan a tomar su color habitual, ayudando a un mejor crecimiento; todo esto debido a los diferentes nutrientes que se encuentran en el respectivo abono.

- Por último, se puede evidenciar que se puede aprovechar residuos de la industria alimentaria para producir abonos, mitigando el impacto que estos generan en nuestro ambiente al no ser aprovechados.

## 9. Referencias

- **Portafolio. (2023).** *Estas son las cinco frutas colombianas que más se exportan.*

Obtenido de

<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/exportaciones-colombianas-las-cinco-frutas-frescas-mas-exportadas-en-2022-581884>

- **Chalan, J (2019).** *Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático* . Quito. Obtenido de

<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6634/1/T2860-MDSCC-Chalan-Agricultura.pdf>

- **Briceno Edwin; Moreno, A; Hernández, J & Valenzuela, L (2020)** *Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales.*

Obtenido de.

[https://www.researchgate.net/publication/341358160\\_Capitulo\\_VI\\_Abonos\\_organicos\\_una\\_alternativa\\_sustentable\\_en\\_la\\_agricultura](https://www.researchgate.net/publication/341358160_Capitulo_VI_Abonos_organicos_una_alternativa_sustentable_en_la_agricultura)

- **Sánchez, J. (2022).** *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de las plantas.*

Obtenido de

<https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>

- **FAO (2019).** *Seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe.* Obtenido de [https://publications.iadb.org/es/seguridad-alimentaria-en-america-latina-y-el-caribe#:~:text=La%20seguridad%20alimentaria%20es%20la,saludable%20\(FAO%2C%202016\).](https://publications.iadb.org/es/seguridad-alimentaria-en-america-latina-y-el-caribe#:~:text=La%20seguridad%20alimentaria%20es%20la,saludable%20(FAO%2C%202016).)
- **Dane (2023).** *Escala de experiencia de inseguridad alimentaria (FIES) 2022.* Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/FIES/bol-FIES-2022.pdf>
- **Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (2020).** *Guía para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura.* Obtenido de. [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)
- **Aguirre, A (2015).** *Aprovechamiento de residuos sólidos en Colombia.* Obtenido de. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3644/Aprovechamiento%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- **Colombia Potencia De La Vida (2015).** *Ley 1753 de 2015.* Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>

- **Rodríguez, J (2020)**. Análisis del sistema de recolección de los residuos orgánicos en la central mayorista. Obtenido de.

<https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/1543/56.%20TGII%20Si%20za%20%26%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- **León, G (2020)**. Ficha de iniciativas exitosas. Obtenido de

<https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/12/FICHA-formato-Proyectos-EC.pdf>

- **Rodriguez, M. (2010)**. Ficha de iniciativas. Obtenido de.

<https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/09/casos-exito-APROVECHAMIENTO-SOSTENIBLE-DE-LA-PORCINAZA-EN-LA-FERTILIZACION-DE-PRADERAS-Y-SISTEMAS-SILVOPASTORILES-SSP-EN-TIBASOSA-BOYACA.pdf>

- **Rodriguez, M. (2016)**. Ficha de iniciativas exitosas. Obtenido de

<https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/09/casos-exito-BIOL-COMERCIAL-CERTIFICADO-COMO-ACONDICIONADOR-ORGANICO-DE-SUELOS-A-PARTIR-DE-PORCINAZA-.pdf>

- **Arango, L. (2020).** Ficha de iniciativas exitosas. Obtenido de <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/09/Proyectos-enec-PRAVU.pdf>
- **Ochoa, N. (2020).** Ficha de iniciativas exitosas. Obtenido de <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/casos-exitosos-ficha-proyectos-enec-Naya-colchones.pdf>
- **Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. (2023).** *Abono*. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/abono>
- **CONPES, 3577. (2011).** Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/b527d0c9-e862-4c26-8347-e5076fd9b1a9/2009CP3577.aspx>
- **Asociación internacional de la industria de los fertilizantes (2002).** *Fertilizantes y su uso*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- **Resolución No. 54049 (2014).** Obtenido de [https://www.sic.gov.co/sites/default/files/estados/RELATORIA\\_RESOL](https://www.sic.gov.co/sites/default/files/estados/RELATORIA_RESOL)

[UCION 54049 DE 9 DE SEPTIEMBRE DE 2014 CONDICIONA INTEGRACION YARA COLOMBIA Y ABONOS COLOMBIANOS.pdf](#)

- **Sandoval, J. (2013).** *Producción agropecuaria*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/144972789/ABONOS-INORGANICOS>
- **Ramos, D & Terry, E (2014).** Revisión bibliográfica. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocachi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Obtenido de. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>
- **Estrada, E. (2010).** *Manual de elaboración de abonos orgánicos*. Obtenido de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>
- **Comisión Económica para América Latina y Caribe (2021).** *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en la Americas*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ec3e9a9f-593e-4c55-85a3-b5eefbeca839/content>
- **La república (2021).** Los países de la OCDE que más aportan al agro. Obtenido. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/estos-son-los-paises-de-la-ocde-que-mas-invierten-invirtieron-en-el-agro-hasta-2020-3141054>
- **Ministerio de agricultura (2023).** *Agricultura orgánica, ecológica o biológica*. Obtenido de.

<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/noticias/agro-en-la-prensa/agricultura-organica-ecologica-o-biologica>

- **Ortiz, F. (2021).** *Manual básico para la producción agrícola orgánica I.*  
Obtenido de [https://www.metrocert.com/files/Manual de produccion de agricultura organica.pdf](https://www.metrocert.com/files/Manual_de_produccion_de_agricultura_organica.pdf)
- **Van, A. (2006).** *Agricultura Organica el suelo: Sus Componentes fisc.*  
Obtenido de [https://www.ciaorganico.net/documypublic/498\\_script-tmp-inta\\_material\\_didactico\\_nro\\_01\\_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_(1).pdf)
- **Sánchez, J. (2021).** *Fertilidad del suelo y nutrición.* Obtenido de <https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>
- **Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia (2018).** *Manual para el estudio de la fertilidad de los suelos agrícolas.* Obtenido de <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/04/SOLS.pdf>
- **Margulis, L & Sagan, D (2013).** *El proceso de nutrición de las plantas.*  
Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180895.pdf>
- **Infoagro. (2017).** *Nutrientes presentes en el suelo.*

- **Ministerio de agricultura (2020).** *Aguacate*. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/aguacate\\_tcm30-103002.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/aguacate_tcm30-103002.pdf)
- **Bareño, F (2014).** Estado actual y perspectivas de la cadena del aguacate en Colombia. Obtenido de [https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/cadena\\_de\\_aguacate.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/cadena_de_aguacate.pdf)
- **MinAgricultura. (2022).** Cadena Productiva Aguacate. Obtenido de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- **Cueva, E. (2020).** Uso de la borra de café para producir un abono orgánico con aroma a café. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17259>
- **Rosas, V & Aguilar, N, (2022).** *Compostaje para la reducción de excretas de aves*. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v33i1.44815>.
- **Aguilar, S; Enríquez, M & Uvidia, G (2022).** Aprovechamiento de residuos agroindustriales como alternativa en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/359292017\\_Aprovechamiento](https://www.researchgate.net/publication/359292017_Aprovechamiento)

de residuos agroindustriales como alternativa en el mejoramiento de la calidad del ambiente

- **EcuRed. (2015).** *Agua destilada*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Agua\\_destilada](https://www.ecured.cu/Agua_destilada)
- **Organización Americana de estado (2010).** Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/Energy/Documents/SimposioG/3%20Panel%20I%20Biogas.pdf>
- **Robayo, A. (2016).** Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades del aguacate. Obtenido de [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59452/angietatiana\\_robayomedina.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59452/angietatiana_robayomedina.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- **Knothe. (2013).** *Avocado and olive oil methyl esters*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096195341300409>