

Proyecto Lombricompuesto en el Cultivo de Aguacate

Kasandra Cortés Sandoval

Asesor

Diego Mauricio Hernández Fernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

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

Agronomía

2024

Resumen

Con las crecientes problemáticas ambientales del mundo moderno, es de vital importancia poder crear alternativas sostenibles en especial lo que tienen que ver con la producción de alimentos.

Cada vez es más común escuchar acerca de las buenas prácticas agrícolas y como estas ayudan a orientar al productor acerca de métodos más orgánicos y ecológicos, para que los alimentos sean más sanos y no tengan graves repercusiones tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Es por esto por lo que es fundamental, crear estrategias de gran impacto que le sirva al agricultor para realizar explotaciones agropecuarias no invasiva, procurando cuidar especialmente el suelo, que es donde se genera un gran número de procesos naturales, en beneficio del ser humano.

De esta manera con el lombricompost, lo que se busca es mejorar la estructura del suelo, así como la capacidad de drenaje procurando evitar pierda sus características físicas y químicas al desarrollar monocultivos, actividad que generalmente ocasiona erosión del suelo, pérdida de gran porcentaje de materia orgánica e incremento de metales pesados, los cuales se vuelven tóxicos debido, a la aplicación constante de insumos químicos.

Palabras clave: Orgánico, suelo, técnicas, aguacate.

Abstract

With the growing environmental problems of the modern world, it is vitally important to be able to create sustainable alternatives, especially what has to do with food production.

It is increasingly common to hear about good agricultural practices and how these helps guide the producer towards more organic and ecological methods so that food is healthier and does not have serious repercussions for both human health and the environment.

That is why it is essential to create high-impact strategies that help farmers carry out less invasive agricultural operations and try to take particular care of the soil, which is where many natural processes that benefit humans are generated.

In this way, with vermicompost what is sought is to improve the structure of the soil, as well as the drainage capacity and trying to prevent it from losing its physical and chemical characteristics by developing monocultures, an activity that generally causes soil erosion, loss of Gran percentage of organic matter, increase in heavy metals which become toxic due to the constant application of chemical inputs.

Keywords: Organic, soil, Techniques, Avocado.

Tabla de Contenido

Introducción	8
Justificación	9
Objetivos.....	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
Generalidades del Cultivo.....	11
Análisis del Entorno	11
Cultivo.....	11
Taxonomía.....	11
Clasificación Botánica.....	11
Características de la Especie	12
Manejo del Cultivo.....	12
Podas.....	12
Manejo de Plateos.....	12
Riego.....	13
Limpieza del Cultivo	13
Diagnóstico del Cultivo	15
Desarrollo de Planes de Acción	19
Tratamiento Para los Árboles Mal Sembrados.....	19
Tratamiento Para Árboles con Pudrición de Raíz	20
Tratamientos Para las Deficiencias Nutricionales.....	22
Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto	23

Desarrollo del Proyecto - Lombricompuesto.....	24
Construcción del Lombricompuesto	24
Medidas	24
Semilla.....	25
Siembra de la Lombriz	25
Alimentación de la Lombriz.....	25
Fases del Proyecto.....	26
Fase 1.....	26
Propagación de la Lombriz.....	26
Fase 2.....	27
Preparación del Abono	27
Fase 3.....	28
Aplicación del Abono	28
Resultados.....	30
Conclusiones	37
Recomendaciones	39
Problemáticas de Raíz	39
Abonos Orgánicos.....	39
Referencias Bibliográficas	41

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Cronograma de actividades</i>	23
---	----

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Limpieza del cultivo</i>	14
Figura 2 <i>Lote 1. Arboles amarillos al inicio del proyecto</i>	15
Figura 3 <i>Lote 2. Arboles amarillos</i>	16
Figura 4 <i>Comparación raíces enfermas vs sanas</i>	17
Figura 5 <i>Deficiencias encontradas</i>	17
Figura 6 <i>Análisis de Suelo</i>	18
Figura 7 <i>Comparativa de árbol mal sembrado vs árbol con el tallo a Raz de suelo</i>	19
Figura 8 <i>Árboles envejecidos en vivero</i>	21
Figura 9 <i>Árboles multi raíces</i>	22
Figura 10 <i>Construcción lombricompuesto</i>	24
Figura 11 <i>Propagación de la lombriz</i>	26
Figura 12 <i>Abono producido lombricompuesto</i>	28
Figura 13 <i>Seguimiento árboles aguacate</i>	30
Figura 14 <i>Mejoría nutricional</i>	33
Figura 15 <i>Floración de árboles</i>	34
Figura 16 <i>Cuajamiento de la flor</i>	35
Figura 17 <i>Aumento llenado fruto</i>	35

Introducción

Los lombricompostos son una alternativa altamente efectiva para el mejoramiento y preservación del suelo, mediante esta estrategia, que consiste en la aplicación de este abono 100% orgánico combinado con otros abonos, se busca mantener una relación costo beneficio que impacte positivamente al agricultor y al entorno en que se desarrolla el monocultivo, que para este caso es de aguacate.

El abono de la lombriz se genera como producto de la digestión natural de las lombrices compostadoras, las cuales tienen un pH neutro debido que, estos organismos están exentos de contaminantes como pesticidas, patógenos y metales pesados. Por lo tanto, es válido afirmar que este tipo de abono es de los mejores producidos naturalmente debido que, ayuda a la retención de organismos en el suelo, además del aporte nutricional que le brinda.

De acuerdo con lo anterior, se pretende establecer cuáles son las ventajas reales para el cultivo de aguacate con la aplicación de este abono, el cual es producido al interior de la finca.

Justificación

Es común ver en la naturaleza como se van generando residuos en todo momento que pueden ser aprovechados, con el fin de generar un círculo virtuoso que retorne al medio ambiente y brinde grandes beneficios. Es el caso de los lombricompostos, que mediante las enzimas digestivas de la lombriz y su microflora son capaces de transformar desperdicios de animales, de alimentos y de prados en un completo abono que sirve para mejorar notablemente las características nutricionales de los suelos, aportando fertilidad, combatiendo la erosión y fomentando la interacción de microorganismos en el suelo.

Por otro lado, los abonos orgánicos también ayudan a mejorar la efectividad de otros abonos y fertilizantes químicos debido que, son compatibles con este tipo de productos, promoviendo la solubilidad y asimilación de estas sustancias en los cultivos. De esta manera se mejora ese círculo virtuoso con el incremento de la efectividad y eficiencia de los nutrientes aportados en las plantas.

Adicional a esto, los beneficios del abono de la lombriz van mejorando de forma gradual y constante a través del tiempo debido que, estas sustancias promueven las interacciones microbianas en el suelo y a la vez que las va incrementando, generando de esta manera defensas frente a agresiones externas generadas al suelo.

Objetivos

Objetivo General

Preparar un abono orgánico para aumentar el porcentaje de nutrientes y materia orgánica en el suelo para el cultivo de aguacate.

Objetivos Específicos

Transformar con la lombriz californiana los residuos orgánicos y convertirlo en un abono natural y lixiviados.

Determinar los puntos más sensibles del cultivo para ser tratados con el abono de la lombriz.

Realizar la aplicación del fertilizante y hacer seguimiento del comportamiento de las plantas.

Generalidades del Cultivo

Análisis del Entorno

- **Municipio:** La finca está ubicada en el municipio de Sopetran a 2 kl del corregimiento de Horizontes.

- **Nombre finca:** Vista Verde
- **Coordenadas:** 6°36'10.8"N 75°43'23.0"W
- **Área de la finca:** 96 Ha
- **Altitud:** 2.354 m.s.n.m máxima - 2.034 m.s.n.m mínima
- **Clima:** Clima medio húmedo.

La finca cuenta con un microclima ideal el cual le permite al cultivo tener un mejor aprovechamiento y mayor síntesis de los nutrientes.

- **Textura del suelo:** Franco arenoso

La textura presente en esta finca en su mayoría corresponde a franco arenosa, un tipo de suelo que suele ser muy liviano y suelto, lo que permite tener una mejor aireación y drenaje.

Adicionalmente, es importante resaltar que este tipo de textura al contar con un alto nivel de drenaje ocasiona que los niveles de retención de nutrientes no sean tan buenos, lo que puede producir deficiencias nutricionales en los cultivos, especialmente en las plantas de aguacate.

Cultivo

- **Variedad cultivada:** Aguacate Hass
- **Edad del cultivo:** 24 meses
- **Número de árboles:** 9.233 árboles

Taxonomía

Clasificación Botánica:

- **Familia:** Lauraceae
- **Género:** Persea
- **Subgénero:** Persea
- **Especie:** Persea americana Mill

Características de la Especie

Los árboles de aguacates Hass es una especie adaptativa entre climas medios a fríos, esta variedad se ha vuelto muy popular recientemente en este país debido que, es un fruto con una alta demanda en diferentes mercados tanto nacionales como internacionales. Una de las principales ventajas de esta fruta es que tiene una alta resistencia y puede ser transportada durante grandes distancias sin que pierda sus cualidades físicas para el consumo final.

Manejo del Cultivo

Podas:

Las podas iniciales para esta etapa del cultivo son podas de formación, con las cuales se busca una expansión lateral de los árboles y no de altura, para que el proceso de recolección no sea tan complicado. Adicionalmente, todas las ramas que tocan el suelo también deben ser cortadas para evitar problemas fitosanitarios.

Los que se busca con las podas básicamente, es que al árbol le pueda entrar aire y luz a su interior, para evitar la propagación de plagas y enfermedades, esto se logra mediante aperturas de “ventanas” desde el interior del árbol, buscando que si el árbol se mira desde afuera no se note con espacios considerables, pero que desde adentro se pueda observar la entrada de luz.

Manejo de Plateos:

Lo importante de los plateos es siempre mantenerlos limpios de maleza, pero con cobertura (siempre y cuando no haya exceso de humedad). Estos se deben ampliar según la gota

del árbol. Para los árboles de aguacate es fundamental tener un adecuado mantenimiento de los plateos debido que, a las raíces de estos árboles se les dificulta competir por nutrientes con otras especies o malezas, adicional a esto, es un cultivo que demanda un importante requerimiento nutricional y para que el aprovechamiento se dé adecuadamente, se deben crear las condiciones óptimas al árbol, fundamentalmente desde sus raíces.

Riego:

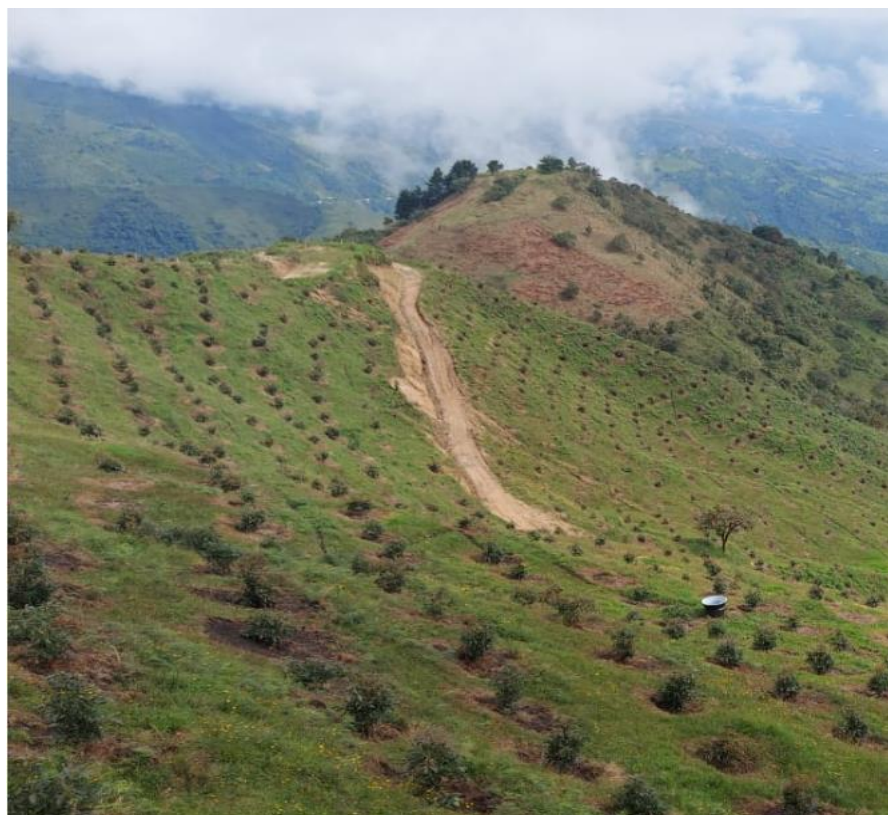
El sistema de riego se realiza a través de un fumiducto por gravedad. Mediante este método se garantiza una aplicación con más precisión debido a la presión con la que llega el riego, adicionalmente, trae beneficios para los trabajadores en cuanto a movilidad en el terreno y rendimiento. Con este método también se minimiza desperdicios y se garantiza una mejor integración de los productos aplicados.

Limpieza del Cultivo:

En los monocultivos lo primordial debe ser el aseguramiento del cuidado del suelo, debido que desde este punto se asegura un balance nutricional al cultivo. Por otro lado, es un deber de los productores evitar el erosionamiento y pérdida de las cualidades físicas y químicas del suelo, es por esto, por lo que para este cultivo las calles y las eras permanecen con cobertura natural, que se mantiene controlada para evitar que esta crezca demasiado y fomente la incubación de plagas, tratando de mantener un ambiente en donde los insectos puedan permanecer en su hábitat.

Figura 1

Limpieza del cultivo



Fuente. Propia

Diagnóstico del Cultivo

Las actividades de diagnóstico deben de ser una de las principales tareas a la hora de iniciar un trabajo sobre recuperación y mejoras de prácticas agrícolas, las cuales permiten una mejor identificación de las limitantes fitosanitarias presentes en los cultivos, para esto es importante realizar un análisis preliminar del estado de las plantas al inicio de la práctica.

Se encontró que, en este cultivo de aguacate con una edad media de 16 meses al iniciar este proyecto, en los lotes 1 y 2 elegidos para este estudio, se reflejaba un notable amarillamiento en el follaje en al menos un 80% de los árboles sembrados, además se evidenciaba un retraso en el crecimiento de los árboles de acuerdo con la edad media de estas plantas y las condiciones climáticas presentes en la zona. El desarrollo del cultivo estaba por debajo del esperado de acuerdo con las condiciones edafológicas presentes en la finca.

En el análisis de los árboles, se pudo identificar que muchas de las plantas se sembraron de forma errada, en donde los tallos de algunos árboles quedaron cubiertos, lo que impedía que la raíz pudiera sobresalir para tomar los nutrientes, como se observa a continuación:

Figura 2

Lote 1. Árboles amarillos al inicio del proyecto.



Fuente. Propia

Figura 3

Lote 2. Árboles amarillos



Fuente. Propia

Por otro lado, también se evidenció en una cantidad importante de árboles con la enfermedad contemplada como la pudrición de raíces, causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*, condición que va causando marchitamiento y cambio en la tonalidad de las hojas.

Esta enfermedad es una de las más importantes en el cultivo de aguacate debido que, al infectar la raíz uno de los medios principales por donde el árbol obtiene sus nutrientes, ocasiona retrasos significativos de la planta, como la detención del crecimiento, descenso del desarrollo foliar y amarillamiento generalizado de las plantas. La detección de esta enfermedad se logra mediante la examinación de las raíces secundarias, las cuales en arboles afectados en su mayoría presentaban necrosis por la infección de dicho hongo.

Figura 4

Comparación raíces enfermas vs sanas



Fuente. Propia

Finalmente, también se detectó en ciertas zonas puntuales en los lotes 1 y 2 algunos árboles con deficiencias nutricionales, en los cuales se observaban menor relación de crecimiento vs otros arboles del mismo lote y la misma edad. Estos árboles no presentaban aparente infección de enfermedades ni plagas, pero si síntomas de deficiencias de nitrógeno, fosforo y boro principalmente, insuficiencias que se veían reflejadas principalmente en sus hojas.

Figura 5

Deficiencias encontradas



Fuente. Propia

Figura 6

Análisis de Suelo

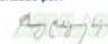
INFORME DE RESULTADOS						
ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS						
Informe N°	20276-V1-2021		N° de Laboratorio	ASU-05000-2021		
Información del Cliente						
Remitente	FRANCISCO JAVIER ALVAREZ RENDON		Responsable	SR. FRANCISCO JAVIER ALVAREZ RENDON		
Propietario	SR. FRANCISCO JAVIER ALVAREZ RENDON		email contacto	gerencia@litotipo.com.co		
Fecha Ingreso	01-06-2021		Fecha Emisión	18-06-2021		
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	NO_ESPECIFICADO - NO ESPECIFICADO		Lote / Bloque	AMARILLA		
Municipio/Departamento/Finca	SOPETRAN - ANTIÓQUIA	VISTA VERDE	N° Contrato	N.A.		
Información adicional	NINGUNA		Condiciones recepción	CONFORME		
ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO*						
Variable	Expresión /Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio	Extractante/Técnica/Referencia	
pH	pH	5.61	pH_unit	N.R.	N.R.	Plata de saturación / Conductimétrico / USDA Safety Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.08	dS/m	N.R.	N.R.	Plata de saturación / Conductimétrico / USDA Safety Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	2.60	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	24.6	%	N.R.	N.R.	Plata de saturación / Gravimétrico / USDA Safety Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	1.32	%	N.R.	N.R.	Sin. Dicotrato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5483 Walkley Black
Materia Orgánica	MO	2.28	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.110	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	1.39	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	42.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Arena	Tex.	46.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Limo	Tex.	12.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Textura	Tex.	Arcillo Arenoso	Adimensional			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio	Extractante / Técnica / Referencia	
Potasio Intercambiable	K	28.9	0.074	N.R.	N.R.	Sin. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5348-Método Interno
Calcio Intercambiable	Ca	371	1.85	N.R.	N.R.	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / NTC 5349 - Método Interno
Magnesio Intercambiable	Mg	48.5	0.399	N.R.	N.R.	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / NTC 5349 - Método Interno
Sodio Intercambiable	Na	39.6	0.172	N.R.	N.R.	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / NTC 5349 - Método Interno
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	No Aplica.	No Aplica.	N.R.	N.R.	Sin. KOH 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	192	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Merlich / ICP-OES / NTC 5526-Método Interno
Manganeso	Mn	7.15	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Merlich / ICP-OES / NTC 5526-Método Interno
Cobre	Cu	1.03	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Merlich / ICP-OES / NTC 5526-Método Interno

Fuente. Propia

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio	Extractante / Técnica / Referencia	
Zinc	Zn	0.010	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Ácido Merlich / ICP-OES / NTC 5526-Método Interno
Boro	B	0.178	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Fosfato Monodibásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	2.30	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	13.1	N.A.	N.R.	N.R.	Sin. Fosfato Monodibásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	16.0	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	6.88	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	No Aplica.	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	2.96	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	74.0	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	4.64	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	25.0	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	5.39	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	30.4	Adimensional	Relación matemática		
Observaciones a los resultados:		Convenciones:				
NINGUNO		N.R. No registra / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado / M.V. Mineralización Via Humeda / M.I. Muestra Insuficiente / EAA Espectroscopia de Absorción Atómica / EAA Espectroscopia de Emisión Atómica / ICP-OES Espectroscopia de Emisión Óptica de plasma acoplado inductivamente				

---- Fin del Reporte de Resultados Analíticos ----

Autorizado por:



Danny Rodríguez López
Subgerente Técnico (E) - Química - PQ 4261

Revisado por:



Adriana Navarro
Coordinador de Área-Lic. en Química

---- Fin del Informe ----

Notas:

- El presente informe registra fielmente los resultados de las variables solicitadas por el cliente y corresponden exclusivamente a la muestra enviada y analizada en las fechas indicadas.
- El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
- La información contenida en este informe es de carácter confidencial, por lo cual su reproducción total o parcial, solo podrá ser hecha con autorización expresa de AGRILAB LABORATORIOS SAS o por el cliente propietario del mismo.
- La fecha de ejecución de los ensayos, corresponde al periodo comprendido entre la fecha de ingreso y la fecha de emisión del presente informe de resultados.
- AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. no presta los servicios de muestreo en campo, por lo tanto la idoneidad y representatividad de la muestra analizada y por ende de sus resultados, es responsabilidad del remitente de la misma.
- En el caso de análisis subcontratados, AGRILAB LABORATORIOS S.A.S. es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista, siempre y cuando este haya sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
- La verificación de resultados mediante ensayos de laboratorio, se realizará máximo 15 días hábiles luego de emitido el presente informe de resultados, siempre y cuando las condiciones de estabilidad del análisis en la muestra permitan su reproducibilidad.
- Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1968)", "Fertilización de cultivos en clima medio (1995)" y "Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Maximiliano Colombo Veneciano S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
- En AGRILAB estamos interesados en la satisfacción de nuestros clientes. Para conocer sus Peticiones, Quejas, Reclamos o Sugerencias (PQRS) sobre los resultados emitidos y/o los servicios prestados, hemos dispuesto el siguiente correo electrónico: serviciocliente@agrilab.com.co, por favor comuníquese con nosotros a través de este medio y con gusto le brindaremos una respuesta clara y oportuna a su solicitud.

CENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 798 N° 70-16 Bogotá, D.C. - PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: serviciocliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co

Desarrollo de Planes de Acción

Tratamiento Para los Árboles Mal Sembrados

Para estos árboles se realizó una revisión a cada árbol para retirar la tierra de más y destapar hasta el cuello del tallo donde se encuentra las raíces laterales, para que estas se puedan encimar y tomar los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta, además, se realizó la ampliación de plateos para condicionar el suelo y la raíz pudiera tener las condiciones adecuadas.

Como se puede ver a continuación, en promedio a cada árbol se le descubrió 15 cm al tallo, los cuales estaban tapados con tierra por haberse sembrado muy profundo. Es por esto la importancia de tener presente las condiciones adecuadas de siembra, que para el caso que se esté sembrando en terrenos pendientes se debe sembrar con la pendiente del terreno y si es plano se recomienda sembrar de 15 a 20 cm del piso hacia arriba, para que quede en forma de pirámide, con el fin que la raíz tenga un adecuado drenaje, y tapar hasta la semilla de la planta, evitando que el tallo quede cubierto con tierra.

Por otro lado, también es importante a la hora de la siembra, realizar a cada árbol sembrado (este en pendiente o en terreno plano) la herradura para que el agua corra hacia los lados y no quede retenida en el plateo, lo que ocasionaría otros problemas fitosanitarios.

Figura 7

Comparativa de árbol mal sembrado vs árbol con el tallo a Raz de suelo



Fuente. Propia

Tratamiento Para Árboles con Pudrición de Raíz

El paso a paso que se realizó para el tratamiento de los árboles con problemas radiculares fue el siguiente:

- I.** Ampliación de zanjas, con el fin de recoger el agua que recorre los lotes y evitar llegue a los árboles.
- II.** Realización de herraduras amplias y profundas, para evitar exceso de humedad en los plateos de los árboles, para impedir que el hongo se siga propagando.
- III.** Aplicación de drenes dentro de la herradura con fungicidas para controlar los hongos. La aplicación que se realizó para este caso fue:

Mezcla de ridomil y oxiclورو de cobre por mitad y aplicar alrededor de la raíz 20 gr de esta mezcla (dependiendo de la edad del árbol) y cubrir con yeso o cal agrícola un kilo por árbol. Se recomienda repetir este tratamiento a los 15 o 20 días. Importante tener en cuenta que a los árboles que se les aplica este tratamiento no se les debe colocarse cobertura, para evitar la retención de humedad y por ende propagación del hongo en la raíz.

Este tratamiento se debe aplicar al menos 3 veces.

Para los árboles que no se observó mejoría con este tratamiento y los cuales continuaban afectados se tomó la decisión de arrancarlos, para poder determinar la dificultad a profundidad, se encontraron dos importantes problemáticas los cuales no posibilitaban la recuperación del árbol.

Por un lado, se evidencio que algunos árboles sembrados venían envejecidos desde vivero, esto se observa en la formación de las raíces las cuales no se desarrollaron a conformidad, si no que su despliegue se generó hacia la profundidad de la bolsa ocasionando se

generara una forma de taburete (como se observa a continuación), lo que impidió que después de la siembra, las raíces pudieran encimarse como es lo natural en estos árboles.

Esta era la razón de las deficiencias nutricionales debido que, las plantas al no poder captar los nutrientes suficientes iban muriendo poco a poco, aun contando con el suficiente alimento.

Figura 8

Árboles envejecidos en vivero.



Nota. Árboles envejecidos en bolsa, con raíz de “taburete” que no les permite su desarrollo natural, teniendo en cuenta que las raíces de aguacate tienen tendencia a encimarse y no profundizarse.
Fuente. Propia

La otra problemática encontrada es que había árboles con problemas de multi raíz, lo que ocasionaban que entre más grande el árbol y más largas las raíces, estas se fueran entrelazando entre sí, impidiendo que las raíces pudieran encimarse, ocasionando la misma problemática anterior de deficiencia nutricional.

Para ambos casos, no hay recuperación del árbol.

Figura 9

Árboles multi raíces.



Nota. Árboles descartados por raíces múltiples, lo que ocasiona que entre más profunda este la raíz, más posibilidad hay que se entrelacen y pierdan capacidad de captación de nutrientes. *Fuente.* Propia.

Tratamientos Para las Deficiencias Nutricionales.

Para el tipo de suelo presente en esta finca, el cual cuenta con una gran cantidad de arena en su textura, y en zonas donde se observaba escasas de propiedades nutricionales, se realizó la aplicación del abono producido en este proyecto, buscando que con este producto ayude al suelo para el cierre de una cantidad importante de poros y a su vez se puede aprovechar de manera más eficiente las aplicaciones químicas, para que estas tengan una mejor retención.

Cabe resaltar que el abono de la lombriz es el único abono orgánico que se puede aplicar al aguacate de forma directa, inclusive desde la siembra, debido que, es un producto que ha pasado por un proceso con microorganismos, que ayuda a la eliminación de hongos.

Para la implementación de estos tratamientos se realizó el siguiente cronograma de actividades:

Tabla 1*Cronograma de actividades***Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto**

Actividad / Semanas	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
- Realizar análisis de suelo, con el fin de determinar los puntos más críticos de la finca.	X	X	X																				X	
- Determinación de las principales deficiencias en el cultivo, para saber cómo tratarlas.		X	X																					
- Diseñar un plan de fertilización para correcciones.				X																				
- Construcción de camas para el lombricompuesto.				X	X	X																		
- Siembra de semilla de lombriz californiana, para iniciar con el criadero de esta variedad.							X																	
- Realizar seguimiento para la propagación de la lombriz, para mantener la comida, temperatura y humedad adecuadamente.							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
- Preparación del abono orgánico (secado del abono), con el fin de que este tenga las condiciones adecuadas para la aplicación en los árboles.												X											X	
- Aplicación del abono orgánico (lombriz) a los árboles previamente detectados con deficiencias.													X										X	
- Aplicación de fertilización química, como complemento de la fertilización orgánica.					X				X				X										X	
Fertilización foliar con el lixiviado de la lombriz.				X	X			X					X										X	
- Control de plateos.			X				X					X					X						X	
- Control de arvenses para evitar que estos			X									X											X	
- Realizar podas de formación para dar una estructura adecuada a los árboles.							X																	
- Monitoreo árboles, con el fin de ir determinado el comportamiento y necesidades para su adecuado desarrollo.	X			X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
- Consolidación de resultados, para así determinar beneficios de la aplicación del abono de la lombriz en el cultivo de aguacate.																							X X	

Fuente. Propia

Desarrollo del Proyecto - Lombricompuesto.

Construcción del Lombricompuesto:

Para la construcción del lombricompuesto se utilizaron los siguientes materiales:

- **Guadua:** Para la estructura
- **Hojas de Zinc:** Para el techo
- **Esterilla de guadua:** Para la construcción de las camas para la lombriz.

Medidas

- **Medidas del lombricompuesto:** 8 metros de largos x 6 metros de ancho.
- **Medidas de las camas:** 7 metros de largo x 70 cm de ancho
- **Espacio entre cama y cama:** Un metro de ancho.

Figura 10

Construcción lombricompuesto



Fuente. Propia.

Semilla:

La semilla utilizada es la lombriz californiana, la cual fue recolectada en la misma zona.

Siembra de la Lombriz:

Para la siembra de la lombriz se realizó una mezcla de capote con tierra negra para crear un ambiente adecuado para la supervivencia de esta especie.

Es importante también generarles un entorno de humedad (no excesivo) para que la toma de los alimentos se les facilite, debido que, la manera como ingieren su comida es mediante la absorción, y la humedad ayuda que el material se descomponga de manera más rápida y así sea fácil el consumo para la lombriz.

Alimentación de la Lombriz

Para la alimentación de la lombriz, se realiza básicamente con:

- Estiércol de vaca
- Estiércol de caballo
- Sobras de la cocina
- Residuos de prados.

Las lombrices se deben se alimentar al menos cada 2 días, y a su vez se debe examinar que su entorno conserve humedad adicional, que no les dé luz directa debido que, no son capaces de consumir cuando sienten calor y finalmente es fundamental inspeccionar que no haya presencia de hormigas en las camas, para evitar que estas se consuman a la lombriz.

Es de vital importancia mantener un seguimiento contante de estos organismos dado que, un cambia significativo en el entorno de esta especie puede provocar su muerte.

Fases del Proyecto

Para el desarrollo del lombricompuesto se desarrolló en tres fases que contempla la creación del lombricompuesto hasta la aplicación y análisis de los resultados, estas fases son:

Fase 1

Propagación de la Lombriz

Teniendo en cuenta que la lombriz californiana es de tipo de reproducción hermafrodita, que en promedio cada 7 o 14 días se reproduce y que de cada huevo pueden nacer hasta 10 lombrices, en esta primera fase del lombricompuesto se centra en la propagación de la lombriz, en la cual durante por lo menos un mes y medio se cuidaron y procuraron con suficiente agua y comida para generarles un adecuado entorno de propagación.

Es importante tener en cuenta que dentro de los cuidados fundamentales que se debe tener con estos invertebrados, es que son intolerantes de la luz, por lo que se les debe crear un ambiente en oscuridad, comen hasta 5 veces su peso por semana, por lo que el suministro de comida debe ser constante, no toleran un ambiente con exceso de humedad, por esto se debe ser cuidadoso con el suministro agua.

Figura 11

Propagación de la lombriz



Fuente. Propia.

Fase 2

Preparación del Abono

Cuando se alcanza una población media de lombriz, es importante la adecuación de diferentes camas en donde la lombriz pueda iniciar con la producción de abono, teniendo en cuenta las mismas condiciones mencionadas anteriormente de agua, comida y oscuridad.

Después de transcurrido 2 meses en donde la lombriz haya convertido la comida en abono, se realiza otro proceso de separación de abono y lombriz, sacando el abono producido en otro espacio para darle al menos 15 días de secado.

El proceso de secado es más bien es un espacio que se le da a la lombriz y a sus huevos de nacer, para que puedan trasladarse al punto donde está el alimento, debido que, es importante que el abono preparado para la aplicación en campo no tenga cantidades importantes de lombriz, para evitar problemas en el cultivo con estos anélidos y así impedir una pérdida significativa de la población.

Durante la producción de este abono, también se puede generar el lixiviado que se da a partir del proceso digestivo de este animal. Este líquido es reconocido por sus cualidades fertilizantes orgánicas, las cuales también tienen grandes aportes para el cultivo de aguacate, en especial en lo que respecta al aumento de la producción.

En esta fase, en la primera producción se lograron generar unos 30 kilos de abono.

Figura 12

Abono producido lombricompuesto.



Fuente. Propia.

Fase 3***Aplicación del Abono***

Para el suministro del abono en campo, este debe pasar por un proceso de reposo o secado de dos o tres semanas, para que sea apto para el cultivo.

Para esta aplicación se tomó una muestra de 9 árboles, los cuales se encontraban en una zona con un suelo notablemente deficiente, altamente arenoso, en el cual difícilmente hay una retención de nutrientes naturales y químicos aplicados.

Normalmente, cuando se realiza la aplicación de un producto así, se hace dentro del plateo hasta el goteo siendo generosos y según las deficiencias de los árboles. Posterior a la aplicación, es importante colocar la cobertura en el plateo para tener un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

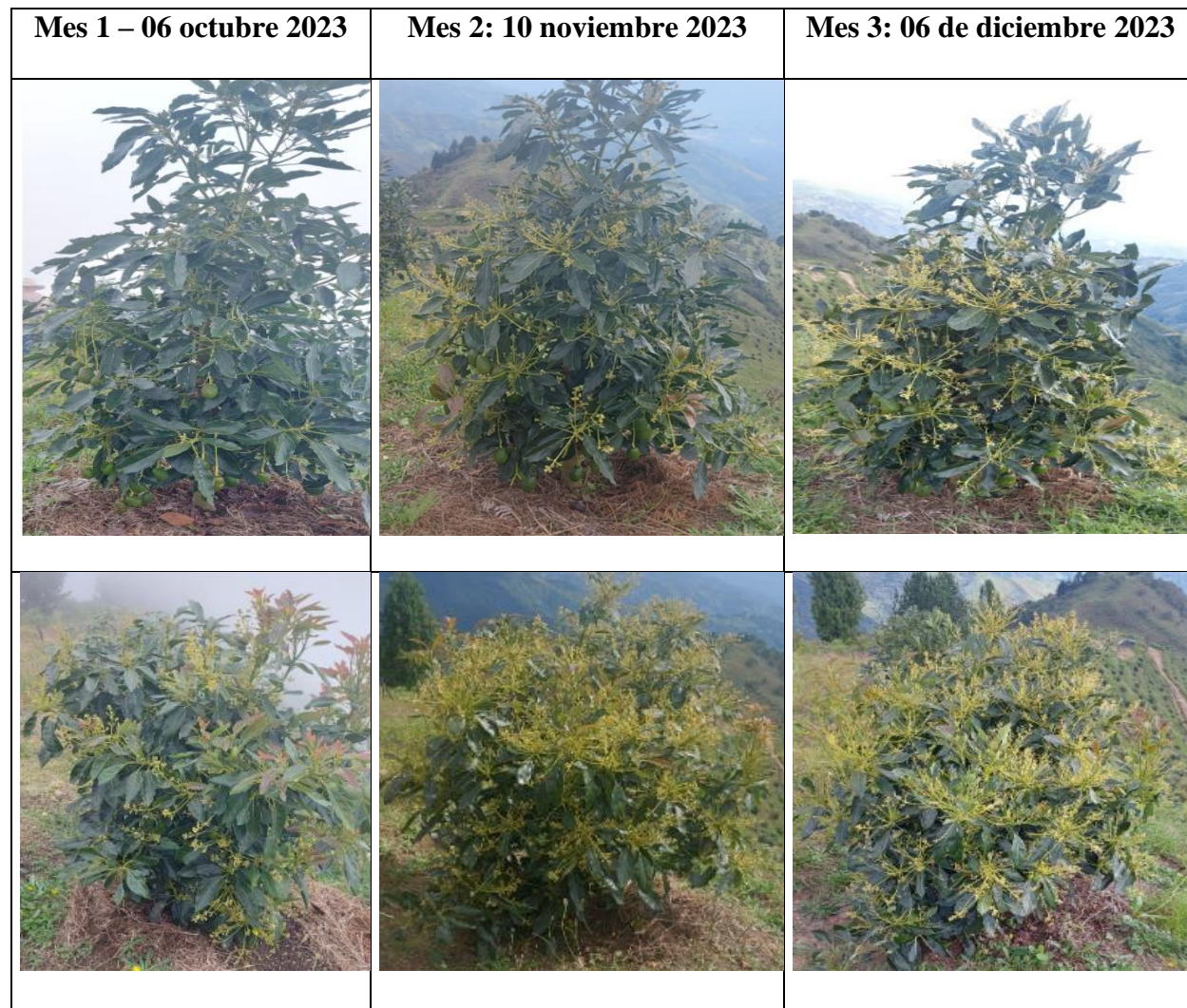
Los árboles elegidos para este muestreo eran arboles sanos, los cuales no presentaban deficiencias nutricionales muy marcadas, pero si un notorio retraso frente a los demás arboles del mismo lote, los cuales se evidenciaban en su follaje y frutos, pero la ubicación en donde se encontraban sembrados las plantas se evidenciaba baja características nutricionales en el subsuelo.

Resultados

A continuación, se relaciona el registro fotográfico de la evolución de los árboles con la aplicación de este abono:

Figura 13

Seguimiento árboles aguacate.









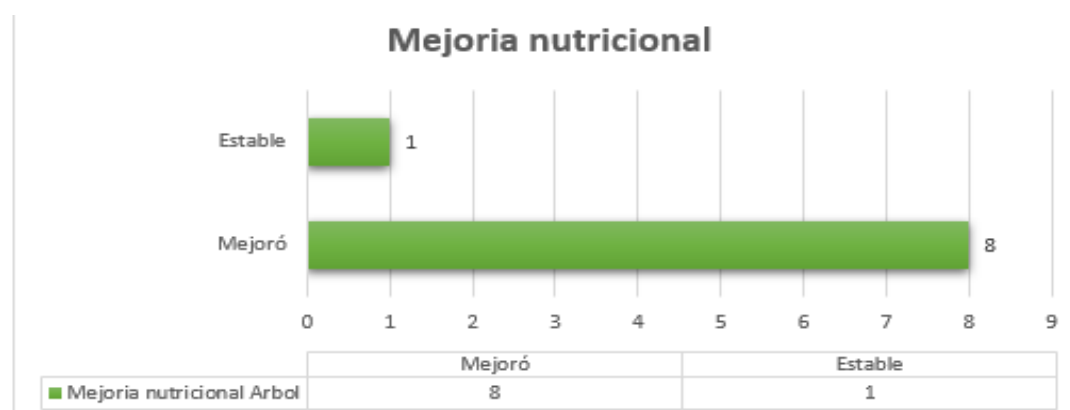
Nota. Tabla muestra los avances de izquierda a derecha, de los árboles estudiados con mayores deficiencias a los cuales se les aplicó el abono orgánico, producido en el lombricomposteo.

Fuente. Propia.

Los árboles presentaron una evidente mejoría en lo que respecta principalmente al follaje, floración y fruto. A continuación, se detalla los datos y el análisis de los resultados que se observaron en la aplicación del abono en los 9 árboles seleccionados.

Figura 14

Mejoría nutricional



Fuente. Propia.

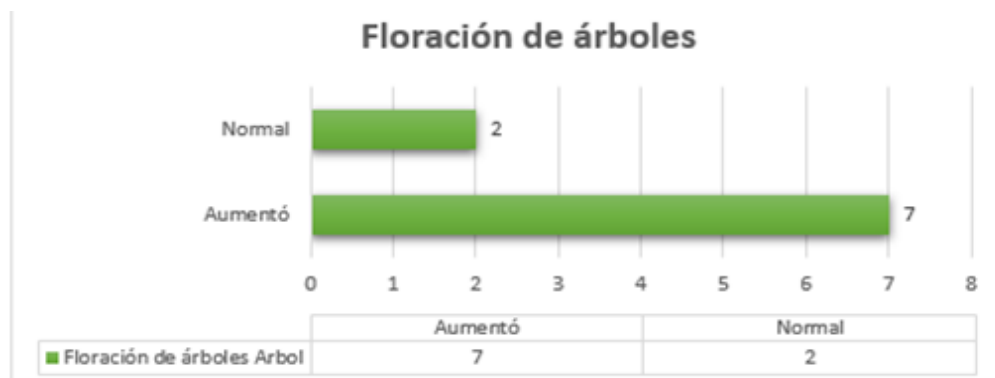
En cuanto al follaje de las plantas se evidencio que, en 8 de los árboles estudiados las hojas se tornaron con un color más oscuro y brillantes. Adicionalmente tampoco se observaban

machas que representaran alguna deficiencia de nitrógeno o fósforo, las cuales se habían observado en estos árboles antes de realizar la aplicación del abono.

Esto lo que quiere decir, es que con este producto se logró suplir las deficiencias nutricionales que presentaban algunos aguacates los cuales se reflejaban en sus hojas. Teniendo en cuenta esto, es acertado afirmar que este abono tiene un alto índice de nitrógeno y fósforo, nutrientes indispensables para lo que tiene que ver con la producción, iniciación floral, duración de la floración y amarre de fruto.

Figura 15

Floración de árboles



Fuente. Propia.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y de acuerdo con esta grafica se reafirma una de las principales bondades de este abono y es el aumento de la producción.

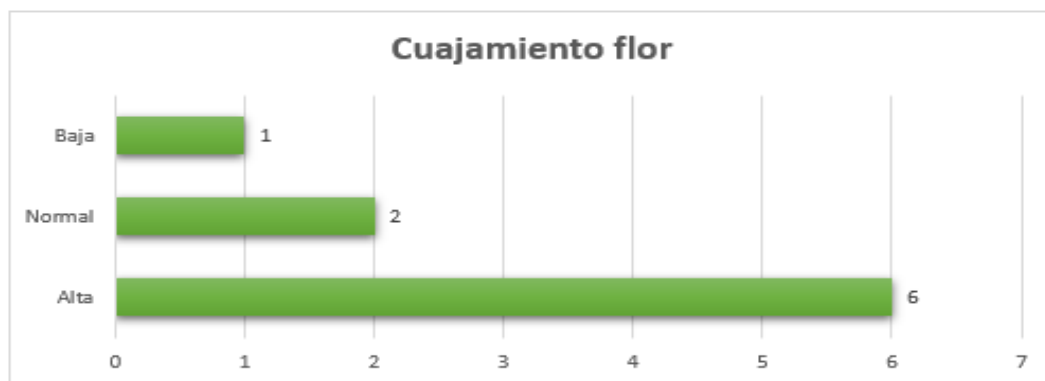
De acuerdo con el análisis de datos, se notó un aceleramiento en lo que respecta a la floración. En 7 de las 9 plantas en las que se les aplicó el producto, se observó un disparo en el florecimiento, el cual tuvo un aumento importante en comparación de los demás arboles del mismo lote en los que no se aplicó el abono.

Cabe resaltar que este fenómeno fue mucho más efectivo gracias al clima, que para los meses en los que se aplicó el abono inicio el verano, este tipo de clima es el más ideal para la

etapa de floración debido que, hay menos perdida de la flor. En invierno esta etapa no resulta tan exitosa en los cultivos por el golpe del agua y por la propagación de enfermedades fúngicas.

Figura 16

Cuajamiento de la flor

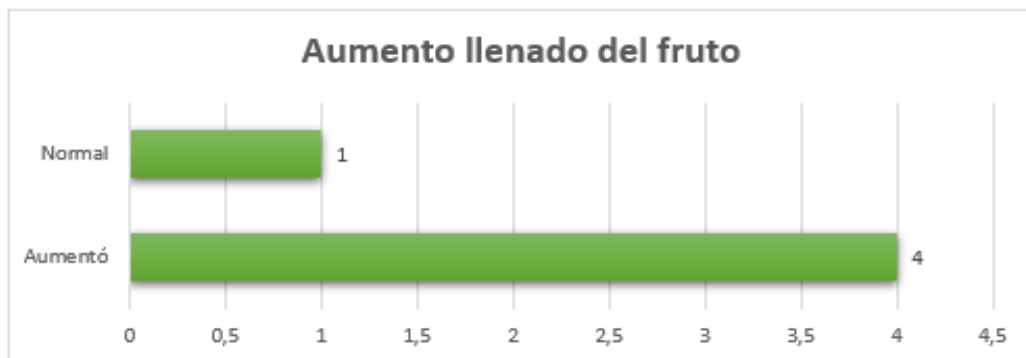


Fuente. Propia.

A su vez el cuajamiento también se vio beneficiado tanto por el clima como por las condiciones nutricionales de las plantas, las cuales también mejoraron y se mantuvieron con el pasar de los días. Teniendo en cuenta que sólo de 1 o 3 frutos se cosechan por cada mil flores producidas, el cuajado natural suele ser de alrededor del 0,15% de las flores inicialmente producidas (Intagri, 2018).

Figura 17

Aumento llenado fruto



Fuente. Propia.

Para los árboles los cuales tenían presencia de fruto evidentemente más desarrollado (5 árboles), en 4 de estos se observaron un llenado considerablemente significativo en comparación con el tamaño de fruto promedio en este lote. Estos frutos se diferencian por tener un tamaño más grande, con un aparente índice de materia seca más elevado, el cual indica que el llenado del fruto se da más rápido y de forma más eficiente, logrando un mejor tamaño comercial.

Conclusiones

El cultivo de aguacate se ha convertido en uno de los sistemas productivos más importante de los últimos tiempos para Colombia, la calidad de la fruta es reconocida a nivel mundial, esto se debe a las cualidades físicas del suelo y también a los cuidados nutricionales y manejo que se les da a estos cultivos. Para que esto siga sucediendo, es importante adaptar e implementar actividades de buenas prácticas agrícolas, que generen un diferenciador frente a otros países competidores.

Prácticas orgánicas que vele por la protección del medio ambiente y salud pública, siendo estos son factores significativos que aportan para llevar la agricultura a un nivel sostenible, es por eso por lo que los profesionales en esta rama deben especializarse cada vez más en estas prácticas, para ayudar a los agricultores a llevar su negocio de forma más productiva y eficiente.

Una alternativa que resulta muy práctica y sostenible es la producción de abono orgánico generado por la lombriz, el cual como se puede ver en este trabajo tienen importantes beneficios para este tipo de cultivos, como el aumento de la producción, aceleración de la floración, llenado del fruto, aportes significativos nutricionales para la planta. Este producto es uno de los pocos abonos orgánicos que se puede aplicar directamente en el plateo de la raíz sin que cause problemas fitosanitarios.

Este tipo de producto es un abono limpio, debido al proceso que realiza la lombriz, además que es totalmente descompuesto que no genera calor ni produce humedad.

Adicionalmente, ayuda con la porosidad del suelo, para evitar estos absorban rápidamente los productos, si no que por el contrario permiten estos estén disponibles para el aprovechamiento de las plantas.

Este tipo de productos permite entonces poder tener un ahorro significativo a los productores, pero adicional a eso, permite cultivar de una manera menos agresivas para los suelos y el medio ambiente, sin afectar el entorno, sin contaminación, ni incremento del nivel de metales tóxicos como lo hacen los productos químicos.

Recomendaciones

Problemáticas de Raíz

Con la realización de los tratamientos se logró recuperar al menos un 85% de los árboles que se identificaron con problemas de infección por hongo *phythotora*. Cuando los árboles no presenten mejorías con el tratamiento recomendado, se debe realizar entonces una revisión de raíz más profunda y como en este caso, se identificó que estas plantas tenían problemas de raíces múltiples y de plántulas envejecidas en vivero, lo que ocasionó que las raíces secundarias no se desarrollaran hacia la superficie, si no que se envolvieron entre sí y no se pudieron desarrollar correctamente, provocando que los árboles no tuvieran con tomar sus nutrientes.

Es fundamental entonces, poder seleccionar desde el vivero unas plántulas de muy buena calidad, las cuales cuenten con una adecuada selección de semillero a bolsa, semillas sin raíces múltiples.

Adicionalmente, identificar en campo a la hora de hacer la siembra, que las raíces no se hayan engruesado demasiado o no estén con tendencias hacia la pared de la bolsa (forma de taburete).

Abonos Orgánicos

En los últimos tiempos se ha acrecentado cada vez más el usos desmedido de sustancias químicas perjudiciales a largo plazo para el suelo y el medio ambiente, desde el consumismo y el mercadeo se ha creado la idea que solo estos productos son eficientes a la hora es establecer monocultivos, por lo que es importante desde la asesoría profesional de un agrónomo, guiar a los productores para que opten por opciones más orgánicas a la hora de buscar soluciones para tener un cultivo fitosanitariamente estable, sin desconocer las acciones efectivas de algunos químicos a la hora de controlar plagas y enfermedades.

Alternativas como lombricompost, que son sostenibles y efectivos son una muy buena opción para que los cultivos y suelos puedan tener una armonía, sin que se vean afectados por el uso incontrolable de sustancias tóxicas.

Es por esto por lo que es importante, generar conciencia y mostrar que los beneficios de los productos agrícolas orgánicos pueden ser tan o más eficiente como los químicos, generando una cadena gana – gana para los ecosistemas, productores y consumidores.

Referencias Bibliográficas

Intagri. (2018). El Aguacate en Latinoamérica: Parte I. México, Colombia y Perú. Pg 16.

<https://www.intagri.com/articulos/frutales/el-aguacate-en-latinoamerica-parte-uno#:~:text=El%20cultivo%20de%20aguacate%20o,60%20%25%20de%20la%20producci>

Pérez, J. L. (2023). Fenología De La Floración Del Aguacate. Pg. 28.

https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/18770/JoseLuis_CarrenoPerez_WenndyTatiana_LopezOrozco_2023.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=Los%20factores%20ambientales%20con%20mayor,huerto%20como%20dentro%20del%20%C3%A1rbol.

Velazquez, M. A. (2018). Razas del Cultivo de Aguacate. Pg 15.

<https://www.intagri.com/iniciar-sesion?l=/articulos/frutales/razas-del-cultivo-de-aguacate>