

Evaluación del efecto del acondicionador y mejorador de suelo “Germinaz” sobre el desarrollo vegetativo de fresa (Fragaria X Anannassa Var. Albión) en La Finca la Laguna Municipio de Sotará, Departamento del Cauca.

Yudi Lised Cerón Gutiérrez

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia (UNAD)
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Programa de Agronomía (CEAD)
Popayán Cauca
Año 2020

Evaluación del efecto del acondicionador y mejorador de suelo “Germinaz” sobre el desarrollo vegetativo de fresa (Fragaria X Anannassa Var. Albión) en La Finca la Laguna Municipio de Sotará, Departamento del Cauca.

Yudi Lised Cerón Gutiérrez

**Anteproyecto de grado para optar al título de
Agrónomo**

Asesor:

Rocío Yépez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de agronomía (CEAD)

Popayán cauca

Año 2020

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, junio de 2020

Dedicatoria

Este trabajo de grado está dedicado a mis padres, a mi esposo Elkin y mi hija Valery quienes no sólo son mi fortaleza y expresión de amor sincero sino también, mi inspiración constante en el tránsito por la vida, recordándome siempre que al final, todo es cuestión de creer que se puede.

Agradecimientos

Este trabajo de grado estuvo inspirado en el esfuerzo, la dedicación y las diferentes experiencias que me permitieron llevarlo a cabo de manera satisfactoria. Y por ello, le debo un especial agradecimiento, en primera instancia y desde mi fe, a Dios Todopoderoso quien me ha permitido vivir, realizarme y fortalecerme en todos los aspectos y momentos de la vida, incluido el ámbito profesional.

Muy especialmente, a mis padres, mi esposo y mi hija por el apoyo y amor incondicional brindado, pues sin duda alguna, sin ello no hubiera sido posible el desarrollo de este proceso.

A la empresa Grupo Cenagro S.A.S por darme la oportunidad de ser partícipe de su equipo de trabajo y conocer el producto Germinaz que es la esencia de esta investigación.

Finalmente, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por guiarme en el proceso de formación como profesional de la Agronomía.

Resumen

Hoy por hoy, coexiste la necesidad inaplazable de encontrar un equilibrio entre la producción de alimentos sanos, inocuos y amigables con el medio ambiente pues la población a escala planetaria es cada vez mayor y la conservación de la biodiversidad biológica disminuye teniendo como factores: el manejo y/o uso excesivo de los suelos agrícolas y el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

El presente trabajo se centró en la evaluación del desarrollo vegetativo en fresa (*Fragaria* x *Anannassa* Var. Albión) a partir del uso del acondicionador orgánico húmico “Germinaz” en un intento por conocer las ventajas de aplicación de dicho acondicionador sobre el crecimiento y buen desarrollo de la planta. El experimento se realizó en el año 2019, en la Finca La Laguna, Vereda Casas Nuevas Municipio de Sotará Cauca desde un diseño experimental denominado Diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, los cuales contaron con tres repeticiones cada uno para un total de 12 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: número de hojas/planta, número de estolones/planta y número de flores/planta de fresa (*Fragaria* X *Anannassa* Var. Albión).

Desde el punto de vista estadístico, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de medias muestrales y pruebas de comparación de medias Tukey ($P \leq 0,05$) y los resultados arrojan que los tratamientos que mayor efecto presentaron sobre las variables de respuesta Hojas/planta, Estolón/planta y flores/planta fueron: 1.5 g/l y 2.5 g/l convirtiéndose en los más significativos e

importantes en el efecto que tienen sobre la variable de respuesta al compararse con el tratamiento Testigo (sin aplicación del acondicionador orgánico Germinaz).

Lo anterior, sin perder de vista las características propias de los estados fenológicos de la planta en lo relacionado a mayor producción de hojas, estolones y flores. Es decir, que de las cinco aplicaciones realizadas, se tuvo en cuenta que en los primeros 30 días después de la siembra, aparecen hojas pero no estolón ni floración. A los 90 días en el que se hace la segunda y tercera aplicación, hay aparición de hoja, buena cantidad de estolones e incipiente cantidad de flores. Y a los 150 días en el que hay mayor número de hojas, aumento en el número de flores pero la disminución y desaparición de estolones.

Por lo tanto, es posible deducir que mediante la aplicación del acondicionador de suelos Germinaz se logró una mayor propagación de hojas, estolones y flores en plantas madres de tal forma que se evidenció no solo la propagación del cultivo sino también unas plantas de fresa sanas y vigorosas y por ende, una menor incidencia de plagas y enfermedades.

Palabras claves: Acondicionador, suelo, fresa, tratamiento, Varianza, hojas, estolones, floración.

Abstract

Today, there is an urgent need to find a balance between the production of healthy, safe and environmentally friendly food because the population on a global scale is increasing and the conservation of biological biodiversity decreases taking as factors: the management and/or excessive use of agricultural soils and the deterioration of their physical, chemical and biological properties.

The present work focused on the evaluation of the vegetative development in strawberry (*Fragaria x Anannassa* Var. Albion) from the use of the humic organic conditioner "Germinaz" in an attempt to know the advantages of applying said conditioner on the growth and good development of the plant. The experiment was carried out in 2019, in the Finca La Laguna, Casas Nuevas Sidewalk Municipality of Sotar Cauca from an experimental design called Completely Random Design (DCA) with four treatments, which had three repetitions each for a total of 12 experimental units. The variables evaluated were: number of leaves/plant, number of runners/plant and number of flowers/strawberry plant (*Fragaria X Anannassa* Var. Albion).

The above, without losing sight of the characteristics of the phenological states of the plant in terms of increased production of leaves, stolons and flowers. That is to say, that of the five applications, it was taken into account that in the first 30 days after the sowing, leaves appear but neither stolon nor flowering. After 90 days in which the second and third application is made, there is appearance of leaf, good amount of runners and incipient quantity of flowers. And at 150 days in which there are more leaves, increase in the number of flowers but the decline and disappearance of runners.

Therefore, it is possible to deduce that by applying the soil conditioner Germinaz a greater propagation of leaves was achieved, stolons and flowers in mother plants in such a way that it was evidenced not only the propagation of the crop but also healthy and vigorous strawberry plants and therefore a lower incidence of pests and diseases.

Key words: Conditioner, soil, strawberry, treatment, Variance, leaves, stolons, flowering.

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Planteamiento del problema	1
Justificación.....	3
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Marco conceptual y teórico	8
Marco conceptual.....	8
Marco teórico.....	10
Generalidades de la fresa (Fragaria X Anannassa)	10
Clasificación Taxonómica	11
Morfología de la planta de fresa (Fragaria X Anannassa).....	12
Condiciones edafoclimáticas	14
Marco metodológico	17
Localización geográfica	17
Clasificación climática	18
Geología	19
Suelo.....	20
Flora	21
Fauna	21
Actividad económica.....	21
Descripción del área de estudio	22

Tipo de investigación	22
Materiales y métodos	22
Diseño experimental y distribución de los tratamientos	24
Variables	31
Hipótesis	32
Resultados trabajo de campo y discusión.....	34
Aplicaciones para la Variable de respuesta # Hojas/planta.....	34
Aplicaciones para la Variable de respuesta # Estolón/planta.....	37
Aplicaciones para la Variable de respuesta # flores/planta.....	39
Análisis del suelo Finca La Laguna –Sotará (C).....	42
Acidez activa del suelo ($\text{PH}_{\text{H}_2\text{O}}$)	42
Contenido de materia orgánica de suelo (MOS) en el suelo de la Finca La Laguna	42
Contenido de calcio (Ca) y Nitrógeno (N) en el suelo en la Finca La Laguna	43
Análisis granulométrico para el suelo de la Finca La Laguna.....	44
Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) en la Finca La Laguna	44
Conclusiones.....	46
Bibliografía.....	49
Anexos.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Morfología general de la planta de fresa.	13
Figura 2. Localización geográfica Municipio de Sotará.	17
Figura 3. Distribución Tratamientos al azar	24
Figura 4. Primera Repetición.....	25
Figura 5. Segunda Repetición.....	25
Figura 6. Tercera Repetición.	26
<i>Figura 7. Establecimiento del cultivo, momento de la siembra.</i>	<i>26</i>
Ilustración 8. Siembra planta de fresa.....	28
<i>Figura 9. Asignación al azar tratamientos</i>	<i>29</i>
<i>Figura 10. Mayor número de hoja y estolón.....</i>	<i>30</i>
Figura 11. Efecto de los cuatro tratamientos en el número de hojas de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión) hasta los 150 días después de la siembra.....	35
Figura 12. Efecto de los cuatro tratamientos en el número de estolones de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión) hasta los 150 días después de la siembra.....	37
Figura 13. Efecto de los cuatro tratamientos en el número de flores de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión) hasta 150 días después de la siembra.	40

Índice de tablas

Tabla 1.....	12
<i>Tabla 2.</i>	27
Tabla 3.....	55
Tabla 4.....	55
Tabla 5.....	56
Tabla 6.....	57
Tabla 7.....	57
<i>Tabla 8.</i>	58
<i>Tabla 9.</i>	58

Introducción

En Colombia, la cadena productiva hortofrutícola goza de una posición privilegiada dentro del continente americano dado que cuenta con el entorno y condiciones favorables para el cultivo de gran variedad de frutas y hortalizas. El Plan Frutícola Nacional (2006) compara la actividad hortofrutícola colombiana con la de otros países de la región y concluye que es la de mejor calidad por sus características organolépticas como color, sabor, aroma y contenido de sólidos soluble. Plan Frutícola Nacional (2006).

Según cifras de Agronet (2016), en Colombia los departamentos más representativos en producción de fresa son: el Departamento de Cundinamarca con 556,6 Has aproximadamente y una producción anual de 22.562,8 Tn., para un rendimiento promedio de 40,5 Ton/ha., Antioquia con 349,4 Has, una producción anual de 12.545,0 Tn y un rendimiento promedio de 35.9 ton/ha., Norte de Santander con 122 Has, una producción anual de 3.360,0 Tn y un rendimiento promedio de 27,5 ton /ha., y Cauca con 91 has, una producción anual de 2.808,0 Tn y un rendimiento promedio de 30,9 ton/ha (Agronet, 2016).

Para el PFN (2006), el Departamento del Cauca presenta un auténtico potencial para el desarrollo de frutas pues tiene una diversidad de ecorregiones con vocación frutícola, además de ventajas comparativas y competitivas frente a otros departamentos ubicados en el mismo cordón del Pacífico y de los Andes. La fresa es una de las frutas que ha ido aumentando el área de siembra, su comercialización y demanda para el consumo inmediato y los procesos de transformación agroindustrial.

De acuerdo a la descripción anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación es la evaluación del desarrollo vegetativo en fresa (*Fragaria x Ananassa* Var. Albión) a partir del uso del acondicionador orgánico húmico y mejorador de suelo “Germinaz” cuya composición química es: el carbono orgánico oxidable total en un 35 %, carbono del extracto húmico total (CEHT) 32.7%, carbono de ácidos húmicos (CAH) 26.9%, carbono de ácidos fúlvicos (CAF) 5.8%, potasio soluble en agua (K20) 10.0%, sodio total (Na) 0.64%. Su alta composición de Ácidos Húmicos y Fúlvicos (provenientes de Leonardita pura) ayuda a constituir una estructura del mismo, ideal para cualquier tipo de cultivo. Así como a la corrección de la acidez, mejoramiento en el uso efectivo de los fertilizantes aplicados desde la retención de estos en la rizosfera, aumento de organismos benéficos del suelo y mejoramiento de la porosidad y retención de humedad (Cenagro, 2019).

Lo anterior en razón a que se desconocen las ventajas de aplicación del acondicionador de suelo en el cultivo de fresa, lo que puede mejorar el crecimiento y desarrollo de la planta, así como la obtención de buen rendimiento y calidad del cultivo. La planta de fresa es bastante exigente en el aporte de nutrientes que le permitan demostrar vigor, capacidad de propagación rápida y de resistencia a las enfermedades.

El experimento se realizó en el año 2019, en la Finca La Laguna, Vereda Casas Nuevas localizada en el oriente del Municipio de Sotará Cauca teniendo en cuenta que en Colombia y el Departamento del Cauca, el cultivo de fresa (*fragaria x ananassa*) es una de las frutas con mayor área sembrada y goza de gran relevancia y demanda por sus propiedades nutricionales y organolépticas, siendo una fruta altamente competitiva en el mercado nacional e internacional.

(PFN, 2006a & Flórez y Mora, 2010)

Desde el punto de vista del diseño experimental se utilizó el Diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, los cuales cuentan con tres repeticiones cada uno para un total de 12 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número de estolones y número de flores por planta de fresa (*Fragaria X Ananassa* Var. Albión) pues sus rasgos funcionales reflejan la disponibilidad de recursos para la planta durante su crecimiento vegetativo y un buen rendimiento en el cultivo.

Planteamiento del problema

Actualmente, existe una necesidad urgente a escala global de encontrar un equilibrio entre la producción de alimentos sanos y el cuidado del ecosistema, ya que la población es cada vez mayor y la conservación de la biodiversidad biológica es menor ya sea por el mal manejo o uso excesivo de los suelos agrícolas, deteriorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

De igual manera, está la adición de fertilizantes químicos, -atenuante del problema de nutrición de las plantas-, que tiende a salinizar y deteriorar progresivamente el suelo dado su poder residual. En la búsqueda de alternativas de recuperación y conservación de los suelos de producción agropecuaria, de aseguramiento de la producción eficiente de alimentos, un elemento muy valioso en el proceso ha sido la utilización de acondicionadores de suelo, uso de materia orgánica e insumos menos contaminantes de los recursos naturales (agua, aire y suelo). En otras palabras, se fortalece la búsqueda de alternativas ecológica y económicamente factibles, sostenibles y menos dañinas para la salud del consumidor y no destructivos de los agroecosistemas (Vásquez, 2013 y SENA, s.f.)

Particularmente, el desconocimiento de las ventajas de aplicación del acondicionador de suelo en el cultivo de fresa puede limitar el crecimiento y desarrollo de la planta, así como la obtención de buen rendimiento y calidad del cultivo. Esto en razón a que la planta de fresa (*Fragaria X Anannassa* var. Albión) es bastante exigente en el aporte de nutrientes que le permitan demostrar vigor, capacidad de propagación rápida y de resistencia a las enfermedades. El análisis de la disponibilidad de nutrientes y el correspondiente ajuste de las relaciones y dosificación de los componentes ya no se considera una actividad netamente científica dado que el lenguaje de los

agricultores en general, se identifica con la utilización de conceptos muy relacionados con la circulación de nutrientes, fertilización, composición y dosificación óptimas, ciclos del nitrógeno y del carbono entre otros. (Chávez, 2001)

Actualmente, en la región no se han desarrollado estudios que permitan determinar la importancia del acondicionador de suelos y el empleo de los ácidos húmicos y fúlvicos sobre el cultivo de la fresa (*Fragaria X Anannassa*) y los efectos que estos generan directamente sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento. Por lo tanto, esta investigación busca evaluar tal efecto, particularmente sobre la cantidad de hojas, estolones y floración en fresa (*Fragaria X Anannassa*).

Justificación

La mayor parte de la agricultura se desarrolla sobre el suelo, y en ese caso, los acondicionadores de este son recursos naturales de sorprendente importancia para la corrección de limitantes tanto en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Así mismo ayudan a recuperar las condiciones del mismo tanto a corto como a largo plazo cuando está agotado siendo un soporte fértil y una estructura adecuada para el alto rendimiento esperado de los cultivos. El efecto se refleja en el ambiente bioquímico del suelo traducido en un mejor aprovechamiento de los nutrientes aplicados, incrementando su eficiencia, disminuyendo las pérdidas por fijación o lixiviación, reduciendo el efecto de las sustancias tóxicas y promoviendo su actividad biológica. (Blanco, s.f. p. 7)

Específicamente, el papel de las sustancias húmicas y fulvicas en el desarrollo de los cultivos tienen una gran importancia debido a las funciones que pueden ejercer sobre la fertilidad del suelo, la nutrición de las plantas y el rendimiento de los cultivos.

El efecto indirecto de las sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas se relaciona con su capacidad de regular el flujo y disponibilidad de nutrientes actuando como un agente quelante y/o acarreador de cationes, así como en la solubilización de microelementos como el Fe, Zn, Mn, Cu y algunos y algunos macroelementos como el K, Ca, P. Además, de reducir los niveles activos de elementos tóxicos y formar complejos orgánicos con herbicidas, fungicidas, insecticidas y reguladores de crecimiento potencializando el efecto de estos. (Singh Et al., 1997 citado por Vásquez, 2013, p. 14-15).

Las plantas sembradas en suelos que contienen niveles adecuados de humina, ácidos húmicos (HAs) y ácidos fúlvicos (FAs) son menos propensas a tener estrés, su crecimiento radicular es mejor y por ende hay una mejor absorción de agua y nutrientes. Así mismo, sus frutos son saludables y el valor nutricional de estos en cantidad y calidad son superiores. (Murillo, s.f.)

El acondicionador orgánico húmico y mejorador de suelo “Germinaz” gracias a su alta composición de Ácidos Húmicos y Fúlvicos ayuda formar una estructura del mismo, ideal para cualquier tipo de cultivo. Adicionalmente a la corrección de la acidez, la aplicación de ácidos húmicos y fulvicos (provenientes de leonardita pura) del humus Germinaz garantizan un uso efectivo de los fertilizantes aplicados porque mejora la retención de estos en la rizosfera y se solubilizan algunos de los elementos propios del suelo, aumenta la presencia de organismos benéficos del suelo y mejora la porosidad y retención de humedad. (Grupo CENAGRO, 2019).

Dentro de las ventajas del producto se encuentran: el estímulo del crecimiento de la planta, de la respiración de las raíces, facilidad de absorción de los nutrientes, hace más eficaz la recuperación de los cultivos, promueve la actividad microbiana, reduce la toxicidad en los suelos contaminados, favorece la germinación y crecimiento vigoroso de las raíces, favorece la maduración temprana y extiende la vida útil de los productos, ayuda a que las plantas tengan mayor resistencia a las sequías, regula el PH de la solución, sirve como bioestimulante y en general, mejora los suelos (Grupo CENAGRO, 2019).

Particularmente, el uso de este producto en el cultivo de la fresa (*Fragaria X Anannassa*) desempeña un rol muy importante pues esta es una planta bastante exigente en absorción de

nutrientes por lo que es conveniente y justifica el uso de este producto en razón a su capacidad de mejorar el crecimiento y rendimiento de dicha planta. La fresa (*Fragaria X Anannassa*) es una fruta de gran importancia económica además de que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, en particular, de la salud humana, gracias a sus propiedades medicinales y cosméticas. (Bonet, 2010; Cortés, 2011 & Asohofrucol, 2015).

Según diversas publicaciones, la fresa (*Fragaria X Anannassa*) es una excelente fuente de polifenoles antioxidantes, vitaminas A, B, C, E y fibra alimentaria soluble e insoluble de buena calidad dietética. La fresa (*Fragaria X Anannassa*) es una fuente de polifenoles capaces de prevenir y erradicar enfermedades neurodegenerativas, diabetes tipo II, anemia y el envejecimiento en general pues se considera que cumple una función importante en la síntesis de colágeno, que es una de las proteínas que proporciona fuerza a huesos, piel, cabello, uñas y dientes, entre otras propiedades (Bonet, 2010; Cortés, 2011 & Asohofrucol, 2015).

Desde esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo en la Finca La laguna Municipio de Sotará se direcciona hacia la valoración del efecto que tiene el acondicionador de suelos sobre el proceso de crecimiento vegetativo, específicamente, en la producción de follaje, estolón y floración de la planta de fresa (*Fragaria x Ananassa* Var. Albión) desde la determinación de las dosis adecuadas que lleven a obtener mejores resultados. Esto en razón a que el cultivo de fresa (*Fragaria X Anannassa*) en la Vereda Casas Nuevas Municipio de Sotará Cauca ha representado oportunidades significativas de generación de ingresos a los productores y sus familias. El potencial productivo de la zona se ha reflejado en la presencia de condiciones edáficas y agroclimáticas aceptables para el cultivo, la experiencia de los productores en el proceso

productivo, la cual les ha permitido ser ampliamente competitivos desde el punto de vista regional. Así mismo, se ha orientado como un camino viable hacia el desarrollo humano y de seguridad alimentaria desde la presentación de un producto sano, inocuo y seguro para el consumidor que busca en él, un elevado valor nutricional, de beneficios para la salud y como materia prima para la agroindustria.

Objetivo General

Evaluar el efecto del acondicionador y mejorador de suelo “Germinaz” sobre el desarrollo vegetativo de fresa (*Fragaria x Anannassa* Var. Albión) en la Finca La Laguna, Municipio de Sotará, Departamento Del Cauca.

Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el efecto del acondicionador y mejorador de suelo “Germinaz” en la fase de producción de follaje del cultivo de fresa (*Fragaria x Anannassa* Var. Albión).
- ✓ Describir el efecto del acondicionador y mejorador de suelo “Germinaz” en la fase de estolonización del cultivo de fresa (*Fragaria x Anannassa* Var. Albión).
- ✓ Identificar el efecto del acondicionador y mejorador de suelo “Germinaz” en la fase de floración del cultivo de fresa (*Fragaria x Anannassa* Var. Albión).

Marco conceptual y teórico

Marco conceptual

- ✓ Fresa: La fresa (*Fragaria X Anannassa*) es un fruto rojo, triangular y comestible perteneciente a un tipo de plantas rastreras estoloníferas de la familia botánica de las Rosaceae del género *Fragaria*. Dentro de sus nombres comunes están: Fresa o frutilla en español, Fragola en latín, Morongo en portugués, Fraise en francés, Strawberry en inglés y Terdbeere en alemán (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

- ✓ Acondicionadores de suelo: Son materiales naturales que ayudan a corregir y mejorar limitantes físicas, químicas y biológicas de los suelos agrícolas, son también conocidos como abonos orgánicos sólidos, es necesario hacer énfasis principal en que no reemplazan los fertilizantes, su efecto se refleja en el mejoramiento del ambiente bioquímico del suelo, aumentar el desarrollo radicular de las plantas, reducir el efecto de las sustancias tóxicas y promover la actividad biológica del suelo (SENA, s.f., p. 11).

- ✓ Ácidos húmicos (HAs): Son una mezcla ácidos orgánicos débiles alifáticos (cadenas de carbono) y aromáticos (anillos de carbón) que no son solubles en agua bajo condiciones acidas, pero si son solubles en agua bajo condiciones alcalinas, al ponerlos en medio ácido, los húmicos precipitan por ser insolubles en este medio. Son una mezcla de moléculas orgánicas complejas formadas por descomposición y oxidación de la materia orgánica siendo la humificación, un proceso progresivo que lleva a la formación de estos. Los ácidos húmicos están presentes en los suelos y son la parte más activa de la materia orgánica del mismo (proceden de la turba, restos

vegetales y la Leonardita). Los ácidos húmicos tienen mayor peso molecular que los fúlvicos, mayor capacidad de intercambio catiónico y mayor capacidad de retención de agua. Los ácidos húmicos tienen una acción más lenta y duradera sobre la estructura del suelo y sobre la planta (Murillo, s.f.).

✓ Ácidos Fúlvicos: Los Ácidos fúlvicos (FAs) son una mezcla de ácidos orgánicos (alifáticos débiles y aromáticos) que son solubles en agua en todas las condiciones de pH (ácido, neutral y alcalino). La composición y forma es variable. El tamaño de ácidos fúlvicos (FAs) son más pequeños que los ácidos húmicos (HAs), con un peso molecular que varía de 1.000 a 10.000. Al ponerlos en medio ácido, los fúlvicos se mantienen en fase líquida al ser solubles en medio ácido y tienen una acción más rápida sobre la planta, pero menos persistente (Murillo, s.f.).

✓ Materia orgánica: compuestos que tienen por base el carbono. Existe materia orgánica no oxidable, oxidable y oxidada.

✓ Humus: fracción de la materia orgánica que ejerce en el suelo una serie de acciones físicas, químicas y biológicas que mejoran su fertilidad.

✓ Leonardita: Sustancia vegetal humificada muy rica en materia orgánica, en un estado intermedio de transformación entre la turba y el lignito. Su origen está en el enterramiento de materiales vegetales desde hace millones de años y se puede encontrar en las capas superiores de las minas a cielo abierto de lignito (carbón) (Murillo, s.f.).

Marco teórico

Generalidades de la fresa (Fragaria X Anannassa)

El género *Fragaria*, -a pesar de que su origen aún no está definido-. aparece en estado silvestre en el continente americano, asiático y europeo. No obstante, existen referencias en la literatura de la Roma Antigua sobre el consumo y fines medicinales de *Fragaria Vesca*. Bonet (2010), hace referencia a cómo el uso y cultivo de la fresa (*Fragaria X Anannassa*) es citada en los escritos de autores clásicos de los Siglos I a III A.C., como Cato o Virgilio, y en el Siglo I D.C con Ovidio o Plinio. La fresa (*Fragaria X Anannassa*) fue considerada como una fruta muy apreciada por su gran fragancia y sabor, además de sus propiedades curativas.

El cultivo de fresa (*Fragaria X Anannassa*) en Europa inicia en el Siglo XIV y se conocen las primeras referencias de plantas silvestres llevadas desde sus hábitats naturales hasta los jardines de la Corte Francesa. La primera descripción botánica aparece en el año 1484 realizada por el Herbario Latino de Mainz, publicado en Alemania. En España existen referencias de su cultivo en 1539 que muy probablemente se trató de especies *Fragaria Vesca* y *F. Moschata*. A finales del Siglo XVI e inicios del Siglo XVII, los primeros colonizadores introducen en Francia e Inglaterra, la especie americana *Fragaria Virginiana* o fresa (*Fragaria X Anannassa*) de Virginia. Aunque los detalles son desconocidos es probable que Jacques Cartier (descubridor del Río San Lorenzo en Canadá en 1534), fue el primero en llevarla al viejo continente. Años más tarde tras la conquista de Chile por Pedro de Valdivia (1539), los españoles conocen una nueva especie, la *Fragaria Chiliensis* cuya utilización por parte de los nativos de la región data de inicios del

segundo milenio D.C. La llegada a Europa de 5 plantas vivas desde Concepción se produce en el año 1714 con el francés Amédée-François Frézier (oficial de Luis XIV).

Desde París, la fresa chilena se distribuye en jardines botánicos de Holanda, Inglaterra, Bélgica y Alemania. Luego, en Francia se reciben informes negativos pues la fruta presenta un problema de esterilidad y la única forma de superarla es mediante una polinización cruzada de manera que la nueva fresa se convierte en un híbrido resultante del cruce de *Fragaria virginiana* llevada del Este de América del norte y *Fragaria Chiliensis* llevada de Chile. Phillip Miller es el primero en describirla en el *Gardener's Dictionary* en el año 1759. Años después, en 1766, Duchesne nombra en su *Libro Natural de las Fresas* a este híbrido como *Fresa Ananás* o *fresa piña* dado que su olor es parecido al de la piña tropical. Luego, la clasifica como *Fragaria x ananassa* siendo el híbrido que en la actualidad se cultiva en todo el mundo (Bonet, 2010, p. 8-9).

Clasificación Taxonómica

La fresa (*Fragaria X Anannassa*) es un fruto rojo, triangular y comestible perteneciente a un tipo de plantas rastreras estoloníferas de la familia botánica de las Rosaceae, específicamente del género *Fragaria*. Dentro de este género, existen aproximadamente unas 160 especies, de las cuales se pueden encontrar variedades cultivadas que por lo general son híbridos, en especial, la *Fragaria x Ananassa* (o fresa de jardín) que ha reemplazado de manera general a la especie silvestre, *Fragaria vesca* (o fresa del bosque) por el tamaño de sus frutos. La fresa (*Fragaria X Anannassa*) es una planta dicotiledónea cuya clasificación taxonómica es la siguiente:

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de la fresa (fragaria x ananassa)

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Superorden:	Rosanae
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Subfamilia:	Rosoideae
Género:	Fragaria

Fuente: Bonet (2010).

Dentro de sus nombres comunes se encuentran los siguientes: Fresa o frutilla en español, Fragola en latín, Morongo en portugués, Fraise en francés, Strawberry en inglés y Terdbeere en alemán.

Morfología de la planta de fresa (Fragaria X Anannassa)

Según Asohofrucol (2015), la fresa (Fragaria X Anannassa) es una planta de tipo herbáceo y perenne, es decir, puede producir brotes nuevos cada año o temporada. a) La raíz: El sistema radicular fasciculado se compone de raíces y raicillas; las primeras presentan cambio vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes (Ver, figura 1).

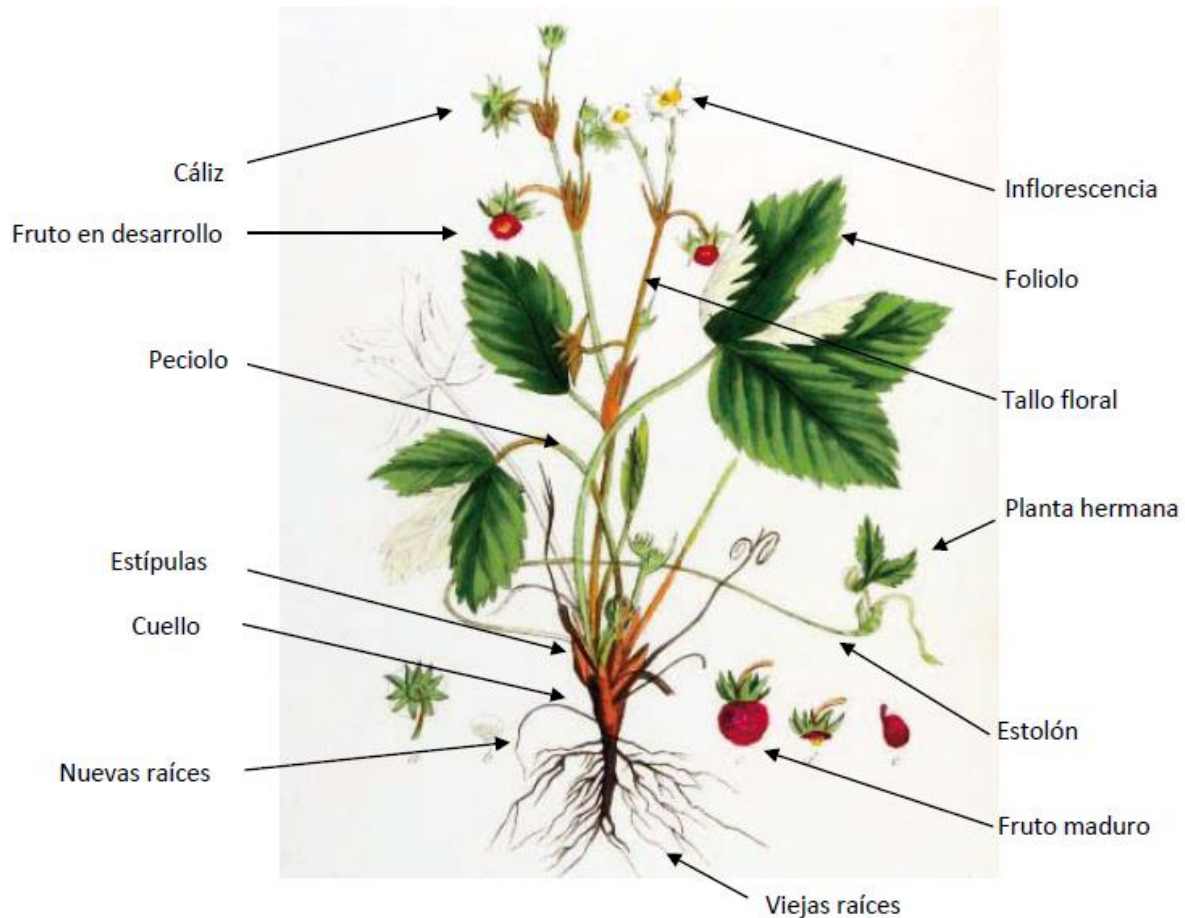


Figura 1. Morfología general de la planta de fresa.

Fuente: Imagen de tomada de Bonet (2010).

La profundidad del sistema de raíces es muy variable y de extensión moderada dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 30 cm de profundidad, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. Estas tienen un crecimiento horizontal y vertical.

b) La Corona: es un eje corto de forma cónica o en forma de roseta de aproximadamente 2.5 cm en la que se observan numerosas escamas foliares y es de donde surgen los tallos florales, así como las hojas y estolones.

c) El tallo vegetativo: que proviene de la corona y soporta una hoja trifoliada, es decir, que de él salen tres hojas. Estas hojas son de bordes dentados, pecioladas, tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración con nervaduras destacadas y un color verde más oscuro en el haz, y un verde ligeramente pálido en el envés. Los tallos florales no presentan hojas y en su ápice aparecen las flores, de cinco pétalos blancos, cinco sépalos y numerosos estambres. Los estolones crecen en múltiples direcciones produciendo así nuevas plantas gracias a sus yemas terminales capaces de crear raíces.

d) La Flor: estas se agrupan en inflorescencias de 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnosos.

e) El Fruto: Constituye la parte comestible, el color rojo varía de pálido a intenso. Su forma puede ser globosa, cónica o de corazón casi proporcional a las flores. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnosos, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto del fresón. El receptáculo crece, se vuelve carnosos y se llena de agua azucarada y acidulada, luego el receptáculo forma un color rosado o rojo vivo, en tanto los ovarios diseminados en su superficie crecen y forman los frutos verdaderos (Asohofrucol, 2015).

Condiciones edafoclimáticas

a) Clima: El cultivo de fresa (*Fragaria X Anannassa*) se adapta muy bien a diferentes tipos de climas. El cultivo a nivel comercial tiene un rango amplio de adaptabilidad a los pisos térmicos; sin embargo, su desarrollo óptimo se da entre los 1.200 y los 2.600 m.s.n.m.

b) Temperatura: en las condiciones específicas de Colombia, la fresa (*Fragaria X Anannassa*) prefiere zonas donde el cambio de temperatura entre día y noche sea el mayor posible pues esta variación permite un balance en el desarrollo general de la planta. Las temperaturas altas inducen desarrollo vegetativo y formación de hoja mientras que las temperaturas bajas inducen a la floración y producción de frutos.

Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta -20°C , aunque los órganos florales quedan destruidos con valores algo inferiores a 0°C . Al mismo tiempo son capaces de sobrevivir a temperaturas estivales de 55°C . no obstante, temperaturas muy bajas pueden dar lugar a frutos deformados por frío, en tanto que un tiempo muy caluroso puede originar una maduración y coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización. Los valores óptimos para el buen rendimiento se sitúan en una temperatura adecuada entre los (15 y 18) o 18 y 20°C de día y los 8 y 13°C de noche (Medina, 2006).

c) Su cultivo se identifica en grupos de acuerdo con las horas de luz que se recomienda para cada variedad, así, pueden ser: de día largo, corto o neutro, esta característica depende de la zona geográfica donde se ubique el cultivo. Para plantas de día corto: Variedades que responden al fotoperiodo (duración del día); requieren días cortos con una duración menor de 14 horas de luz para el desarrollo de yemas florales. En Colombia las variedades de día corto pueden presentar dos periodos de cosecha por temporada. Plantas de día neutro: Variedades que no presentan respuesta al fotoperiodo (duración del día); requieren de temperaturas en el suelo superiores a los 12°C para el desarrollo de yemas. La producción y el tamaño de los frutos es más homogéneo

durante la temporada, dependiendo de la variedad; por lo general, la producción es más estable lo cual ayuda para realizar los estimados de cosecha y planeación.

d) Tipo de Suelo: La influencia del suelo, su estructura física y contenido químico es una de las bases para el desarrollo de la fresa. Ésta prefiere un suelo arenoso o franco-arenoso equilibrado, ligeramente ácido, suelto, rico en materia orgánica, aireado, bien drenado, pero con cierta capacidad de retención de agua que faciliten el buen desarrollo radicular, el cual es altamente sensible a la salinidad. La granulometría óptima del suelo para su cultivo aproximadamente es: 50% de arena, 20% de arcilla, 15% de calizas, 5% de materia orgánica. En cuanto a las características físico-químicas que debe reunir el suelo para el cultivo se tiene un rango de pH: Moderadamente ácido, valores entre 5,7 y 6,5, 6 y 7, situándose el óptimo en torno a 6,5 e incluso menor. Materia orgánica: serían deseables niveles del 2 al 3%. La Humedad relativa: entre 60% y 75%, Requerimiento Hídrico: 400-600 mm/año y Luminosidad: Las variedades de día corto requieren entre 8 y 12 horas de luz. En definitiva, un suelo homogéneamente profundo, con niveles bajos de patógenos, con equilibrio químico de los elementos nutritivos se acercaría al ideal para el cultivo de la fresa (*Fragaria X Anannassa*). (Medina, 2006 & Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)

Marco metodológico

Localización geográfica

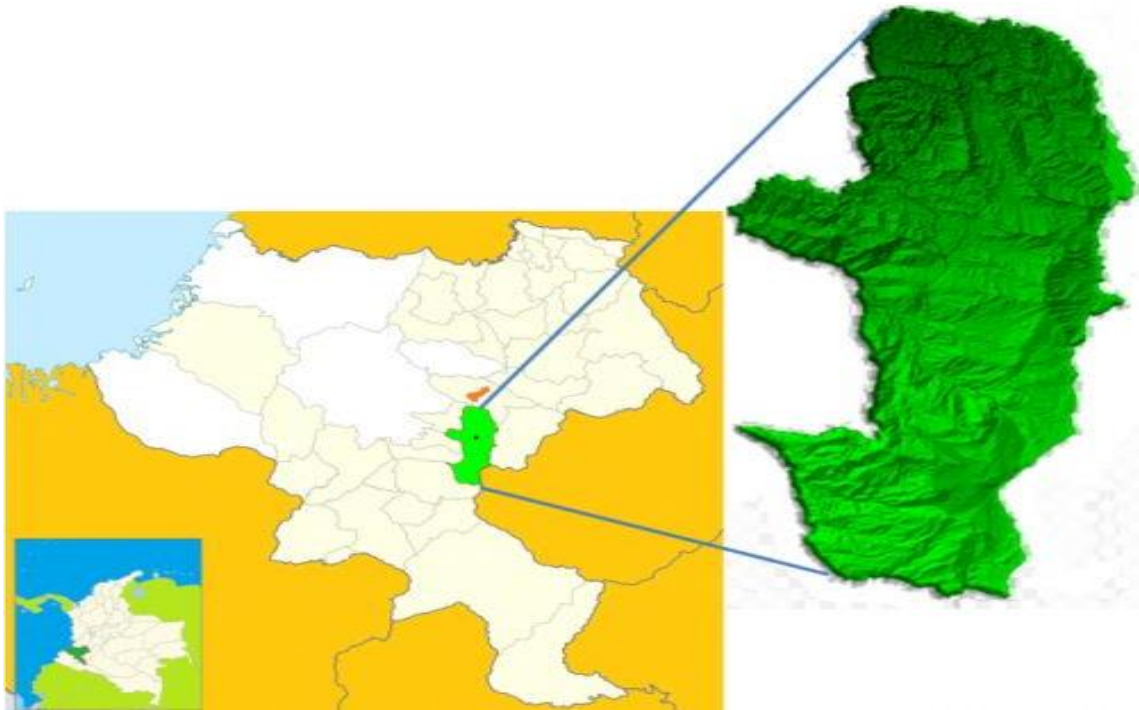


Figura 2. Localización geográfica Municipio de Sotará.

Fuente: <http://cdim.esap.edu.co> (s.f.)

El Municipio de Sotará se encuentra localizado geográficamente en la región centro oriental del Departamento del Cauca, al Suroccidente de Colombia entre las regiones del Altiplano de Popayán y el Macizo Colombiano, sobre el flanco occidental de la cordillera central, cuenca del Río Patía y cuenca del río Cauca entre los $2^{\circ} 15' 0''$ latitud norte y entre los $76^{\circ} 37' 1''$ de longitud al occidente del meridiano de Greenwich y su altura promedio es de 1.800 m.s.n.m. Según los datos de las estaciones meteorológicas de Paispamba y la Sierra, la precipitación promedio anual en la zona es de 2.100 mm y la temperatura media es casi homogénea durante todo el año,

presentándose en el mes de noviembre la más baja (17.3°C) y en los meses de agosto y septiembre la más alta (18.6°C) “*debido a la influencia de los vientos, la altitud y la presencia de nubes*” (IGAC, 2009, p. 105).

Paispamba denominada el “País de los vientos” es su cabecera municipal está a una altitud de 2.450 m.s.n.m., a una temperatura de 13° C - 14° C aproximadamente y predominancia de clima frío. La distancia hasta Popayán, capital del departamento es de 41 kilómetros. Sotará limita al norte con el Municipio de Popayán, al oriente con el Municipio de Puracé, al sur con el Municipio de la Vega y al occidente con los municipios de Timbío, Rosas y la Sierra. El área total del municipio es de 574 Km². El municipio está dividido en 9 Corregimientos y un resguardo indígena que a continuación se nombran: Chapa, Chiribío, El Crucero, Hato Frío, La Paz, El Carmen, Sachacoco, Piedra León, Buena Vista, Resguardo Ríoblanco y la Cabecera Municipal: Paispamba.

Clasificación climática

El territorio corresponde en la clasificación ecológica de L. R. Holdridge (1979) a la zona de vida denominada bosque húmedo Montano bajo (bh- MB) la cual se ubica en el piso bioclimático Subandino entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m. De acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite (IGAC 2006 citado por Manjarres y Nicholls, 1958, p. 69) que contempla la evapotranspiración potencial y la precipitación, algunas zonas del Municipio de Sotará pertenecen a la unidad climática Templado muy húmedo (t-MH) .

Las unidades climáticas de Sotar y sus correspondientes zonas de vida se caracterizan por acciones antrópicas resultantes de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, la extracción de leña, la deforestación para la implementación de cercas vivas y viviendas. Así como la mala redistribución de tierras sin criterios ecológicos y ambientales que generan afectación y disminución de la biodiversidad, pérdida de cobertura vegetal y ecosistemas presentes en esta zona de gran importancia para la producción de bienes y servicios ambientales (Alcaldía de Sotar, 2018).

Geología

Desde el punto de vista geomorfológico, en el municipio predomina la unidad de relieve tipo montaña. Esta estructura se favorece por el complejo montañoso del Macizo Colombiano en la que sobresalen lomas y colinas, filas y vigas, abanicos-terracea, coladas de soliflucin, glaciares coluvial y vallecitos (Osorio y Portela, 2015, p. 65-98). La altiplanicie de Sotar está formada por mesetas en la división de aguas entre el Cauca y el Patía, sus flancos presentan profundos surcos que hacen que el relieve surja como una sucesión escalonada de afiladas colinas. Su mayor extensión se comprende entre los 2.500 y 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar. El clima es frío con temperatura alrededor de 12C (Manjarres y Nicholls, 1958, p. 2)

En el sistema montañoso se presentan procesos geomorfológicos de remoción en masa como patas de vaca, reptación, derrumbes, deslizamientos y terracetas generalmente ocasionados por la acción antrópica, las pendientes fuertes, las altas precipitaciones y el material parental del cual se han desarrollado los suelos (cenizas volcánicas). Los relieves dominantes en el paisaje montañoso varían desde el ligeramente ondulado con pendientes 7-12% hasta el muy fuertemente escarpado

con pendientes mayores al 75%. La zona más alta corresponde al Volcán Sotará que tiene una altura de 4.850 metros sobre el nivel del mar (IGAC, 2009, p. 163-164).

Esta parte de la cordillera Central está constituida por rocas metamórficas de estructura laminar y de rocas ígneas básicas y ácidas, producto de las erupciones de los volcanes Sotará, Huila y Puracé. Las formas del relieve tienen su origen en el interior de la tierra como resultado de los movimientos tectónicos, de la expansión, contracción o transformación del material incandescente (magma) que dieron lugar a la aparición de relieves de gran altura, en algunos lugares, y la formación de amplias depresiones en otras. El material parental está constituido por cenizas volcánicas que descansan sobre varias capas sepultadas de materiales ígneos, volcánicos y metadiabasas, filitas, esquistos micáceos y cuarcíticos (Manjarres y Nicholls, 1958 & Alcaldía Municipal de Sotará, 2018).

Suelo

Los suelos de la región son profundos, moderadamente profundos y a veces superficiales, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, finas y moderadamente finas, reacción muy fuerte a fuertemente ácida y fertilidad baja a muy baja. La formación de los suelos por lo general obedece a la acumulación de cenizas haciendo que la acidez de los suelos de estos municipios sea alta. Dentro de las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos están las pendientes moderadamente inclinadas, susceptibilidad a la erosión y a la formación de pata de vaca, alta acidez, alto contenido y saturación de aluminio, alta capacidad de retención de fósforo y fertilidad baja. (IGAC, 2009, p. 434 & Osorio y Portela, 2015, p. 65-68).

Flora

Sotará es un municipio rico en recursos naturales de flora y fauna, bosque natural y fuentes de agua. Las especies dominantes: Encenillo (*Weinmaniasp*) Tablero, chilco (*Bacharissp*), Motilón (*Freziera, sp*), Castaño, Aliso (*Alnus, sp*), Cerote. En la vegetación de paramo predomina la paja, el frailejón y especies herbáceas, musgos, líquenes, aráceas, bromelias y lianas. Pastizales - Pajonales: Vegetación herbàcea dominada por gramíneas en macollas. *Calamagrostis efusa* y *Calamagrostis recta* entre otros, se registran en el páramo bajo hasta los límites con las nieves perpetuas. Los matorrales con mayor área de distribución están dominados por especies de *Asteraceae* (géneros *Diplostephium* y *pentacalia*), castilleja e *Hypericum Laricifolium* y variantes de vegetación tipo arbustal/ rosetal (Alcaldía Municipal de Sotará, 2018).

Fauna

En las montañas existen aún algunos cóndores, unas cuantas águilas, el oso de anteojos y otras especies que se encuentran en vías de extinción (Alcaldía Municipal de Sotará, 2018).

Actividad económica

La actividad económica del Municipio de Sotará se basa fundamentalmente en el sector primario, principalmente en las actividades agropecuarias, la explotación maderera y la extracción de materiales de arrastre. La principal actividad económica del municipio es la ganadería, la producción piscícola, la producción agrícola donde se destacan los cultivos con mayor rendimiento como papa y algunos frutales principalmente, mora y fresa. Entre otros cultivos se encuentran: papa, hortalizas, ullucos, arracacha, cebolla, maíz, frijol arveja, zanahoria, entre otros (Alcaldía Municipal de Sotará, 2018).

Descripción del área de estudio

La Vereda Casas Nuevas se encuentra localizado en el oriente del Municipio de Sotará la cual se extiende en sentido norte sur a los 2.900 msnm en promedio. Sus límites son: al Norte con la Vereda El Canelo, al occidente con La Vereda El Higuierón y Vereda Los Cedros, al oriente con el Municipio de Puracé y al sur con el Corregimiento de Piedra de León. La Finca La Laguna con 10.000 m² de extensión se encuentra a ubicada a 2.900 msnm (Alcaldía de Sotará, 2018).

Tipo de investigación

Desde el punto de vista metodológico, la presente es una investigación de tipo experimental en la cual, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (1991), el investigador tiene el propósito de concebir la manera práctica y concreta de seleccionar o desarrollar un diseño de investigación y aplicarlo al contexto particular de su estudio. El término “diseño” se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 1991).

Materiales y métodos

- ✓ Material vegetal: El material vegetal para esta investigación es planta madre de fresa (Fragaria X Ananassa Var. Albión).

- ✓ Material de experimento: El acondicionador orgánico húmico y mejorador de suelo utilizado en el experimento es el producto comercial “Germinaz” cuya presentación es sólida y su composición química es: carbono orgánico oxidable total 35 %, carbono del

extracto húmico total (CEHT) 32.7%, carbono de ácidos húmicos (CAH) 26.9%, carbono de ácidos fúlvicos (CAF) 5.8%, potasio soluble en agua (K20) 10.0%, sodio total (Na) 0.64% (Grupo CENAGRO, 2019).

- ✓ Materiales y equipo de oficina: Computador (análisis Excel y Word), Cuaderno de apuntes, lapicero, cámara, metro, pesa gramera, libros, marcadores, Software estadístico Infostat y con ello se realizó un análisis de varianza ANOVA y se aplicó la Prueba de Tukey para determinar cuál de los tratamientos evaluados tiene el mayor efecto sobre la variables evaluadas.

- ✓ Observación directa: En este caso fue necesario el desplazamiento en cualquier día de la semana hasta el cultivo para observar su dinámica. El trabajo de campo se realizó en la Finca La Laguna, Municipio de Sotaró Cauca a una altitud de 2.900 msnm., en donde se implementa un cultivo de fresa (Fragaria X Ananassa Var. Albión).

- ✓ Análisis de suelos de la Finca La Laguna, Municipio de Sotaró Cauca para la comparación con los resultados obtenidos en el trabajo de campo.

Diseño experimental y distribución de los tratamientos

Los tratamientos establecidos en el ensayo fueron los siguientes:

T₀: Testigo absoluto, sin aplicación de Germinaz.

T₁: Aplicación de acondicionador de suelo Germinaz en una dosis de 1.25 g/l.

T₂: Aplicación de acondicionador de suelo Germinaz en una dosis de 1.50 g/l.

T₃: Aplicación de acondicionador de suelo Germinaz en una dosis de 2.5 g/l.



Figura 3. Distribución Tratamientos al azar

Fuente: La autora (2020).

Para el diseño experimental se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) por la homogeneidad entre las unidades experimentales y dentro de ellas con cuatro (4) tratamientos, los cuales contarán con tres (3) repeticiones cada uno para un total de 12 unidades experimentales. El método utilizado para la distribución de las réplicas fue el de colocar papeles escritos con las

dosis a utilizar en una urna, después de revolver los papeles se escoge al azar cada uno de ellos y se coloca en cada era.

Cada unidad consta de una (1) era por tratamiento la cual se caracteriza por tener 30 metros de largo (en el sentido de la pendiente) por 0.7 metros de ancho cuya distribución es de 200 plántulas de fresa (Fragaria X Anannassa Var. Albión) separadas 30 cm una de la otra y un tamaño de muestra de 100 plántulas cada una. (Ver, figuras 4,5 y 6)

T1	T2	T3	T4	Repetición 1 (R1)
Testigo (sin aplicación)	Germinaz = 1.25 g/l.	Germinaz = 1.50 g/l.	Germinaz = 2.5 g/l.	

Figura 4. Primera Repetición.

Germinaz = 1,25gr/l.	Testigo (sin aplicación).	Germinaz = 1.50 g/l.	Germinaz = 2,50g/l.	Repetición 2 (R2)
----------------------	---------------------------	----------------------	---------------------	--------------------------

Figura 5. Segunda Repetición.

Germinaz 1.50gr/l.		Germinaz = 2.5 g/l.		Testigo (Sin Germinaz)		Germinaz = 1.5 g/l.		Repetición 3 (R ₃)
--------------------	--	---------------------	--	------------------------	--	---------------------	--	--------------------------------

Figura 6. Tercera Repetición.

La siembra se realizó el día 7 de octubre de 2019, ubicando la planta madre de fresa (Fragaria X Anannassa var. Albión) en sitios ya marcados dentro de la cama, en los que previamente se aplicaron los tratamientos para una densidad de 1.200 plantas/área. Posteriormente, se procedió a realizar el manejo agronómico que consistió en la ejecución de labores culturales, fertilización y control fitosanitario del cultivo.

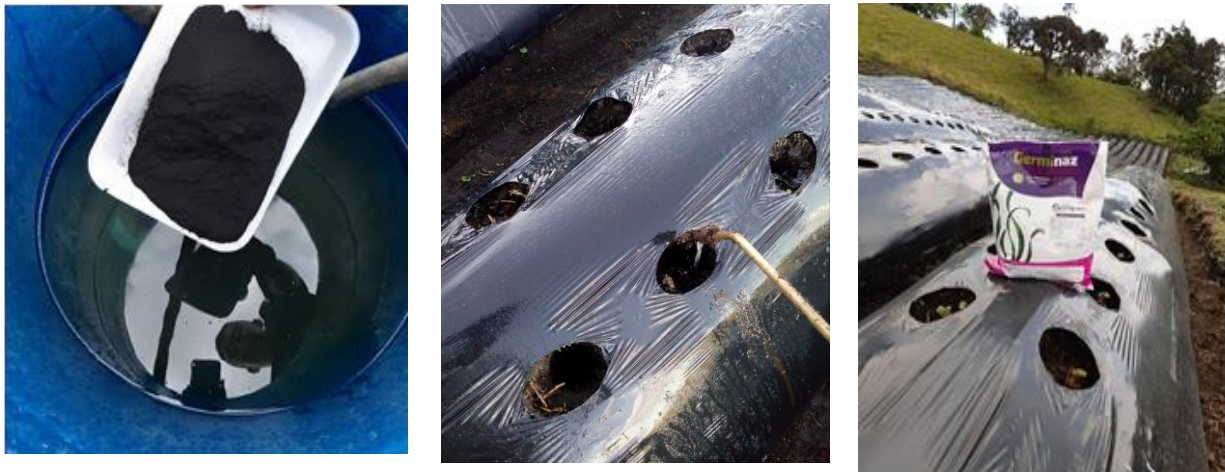


Figura 7. Establecimiento del cultivo, momento de la siembra.

Fuente: La autora (2020).

La frecuencia de aplicación (5 aplicaciones al suelo durante el ciclo) se realizó teniendo en cuenta las especificaciones del producto ligado a cada una de las etapas fenológicas del cultivo como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Frecuencia de aplicación Germinaz

<i>Aplicación</i>	<i>Fecha</i>	<i>Época del cultivo</i>	<i>Edad (ddt)*</i>
Primera	7-Oct- 2019	Vegetativa	En la siembra
Segunda	7-Nov- 2019	Prefloración	30
Tercera	7-Dic- 2020	Prefloración	60
Cuarta	7-Enero- 2020	Floración	90
Quinta	7-Febrero- 2020	Floración	120

Ddt: Días después del trasplante.



Ilustración 8. Siembra planta de fresa

Fuente: La autora (2020).

A los 30 días después de la siembra (7 de noviembre de 2019) se hace el análisis de la primera aplicación del acondicionador orgánico Germinaz en las plantas de fresa (*Fragaria X Anannassa* Var. Albión) haciendo tres (3) repeticiones al azar con los 4 tratamientos disponibles, momento en el que las plantas presentaron como mínimo 2 hojas verdaderas y como máximo 3. Para esta primera aplicación no hay evidencia significativa de estolonización ni floración.



Figura 9. Asignación al azar tratamientos

Fuente: La autora (2020).

A los 60 días después de la siembra (7 de diciembre de 2019) se realiza el análisis de la segunda aplicación del acondicionador orgánico Germinaz en las plantas de fresa, en la cual se evidencia efectos sobre la variable # hojas/planta, presentándose entre 3 y 5 hojas. También se cuantifica el número de estructuras reproductivas, # estolones/por planta presentándose 2 estolones como mínimo y como máximo 4. Para esta segunda aplicación no hay evidencia significativa de floración.



Figura 10. Mayor número de hoja y estolón

Fuente: La autora (2020).

A los 90 días después de la siembra (7 de enero de 2020) se realiza el análisis de la tercera aplicación del acondicionador orgánico Germinaz en las plantas de fresa, en la cual se evidencia efectos sobre la variable # hojas/planta, presentándose entre 4 y 6 hojas. En esta aplicación se evidencia un fenómeno importante y es el aumento en la cantidad de # estolones/planta, presentándose 3 estolones como mínimo y como máximo 7. El buen desarrollo vegetativo representa un efecto importante de Germinaz sobre el proceso de estolonización. En este caso, ya empieza a aparecer el proceso de floración y se presentan entre 2 flores como mínimo y como máximo.

A los 120 días después de la siembra (7 de febrero de 2020) se realiza el análisis de la cuarta aplicación del acondicionador orgánico Germinaz en las plantas de fresa, en la cual se evidencia efectos importantes sobre la variable # hojas/planta, presentándose entre 8 y 10 hojas. Adicional al aumento en la cantidad de # flores/planta, presentándose 4 flores como mínimo y como máximo 7. En este caso, ya empieza a desaparecer el proceso de estolonización.

A los 150 días después de la siembra (7 de marzo de 2020) se realiza el análisis de la quinta aplicación del acondicionador orgánico Germinaz en las plantas de fresa, en la cual se observa efectos importantes sobre la variable # hojas/planta, presentándose entre 8 y 12 hojas. Adicional al aumento significativo y estabilización en la cantidad de # flores/planta, presentándose 5 flores como mínimo y como máximo 9 en este periodo de análisis. Lo que representa en el futuro, un

buen rendimiento en la producción de esta fruta. En este caso, ha desaparecido el proceso de estolonización.

Variables

La variable de respuesta a evaluar es el *desarrollo vegetativo* expresado en variaciones en número de hojas, estolones y de floración en cultivo de fresa (*Fragaria X Ananassa* Var. Albión) seleccionadas por ser factores muy importantes en el proceso de desarrollo y rendimiento productivo de la planta.

- ✓ Variable dependiente o de respuesta (Y_{ij}): desarrollo de la planta de fresa (*Fragaria X Ananassa*) en la producción de follaje, estolonización y floración, el cual será evaluado mediante el conteo de hojas/planta estolones/planta y flores/planta que van apareciendo.
- ✓ Variable independiente (τ_i): Dosis de acondicionador de suelo Germinaz.
- ✓ Modelo de regresión lineal simple

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + U_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Efecto sobre la unidad experimental o variable de respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general de la variable de respuesta.

γ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (nivel de factor) en la variable dependiente.

U_{ij} = Variación de las observaciones debido al efecto aleatorio del error asociado a la ij-ésima unidad experimental¹.

Para ello se realizó un análisis de varianza ANOVA y se aplicó la prueba de Tukey para determinar cuál de los tratamientos evaluados tiene el mayor efecto sobre las variables evaluadas.

Hipótesis

Hipótesis nula: No existe diferencia entre los tratamientos. Todos los tratamientos a base de acondicionador orgánico “Germinaz” no altera los estados fenológicos del cultivo de fresa (Fragaria x Ananassa Var. Albión) en la Finca La Laguna, Municipio de Sotará, Cauca.

$$H_0 = \gamma_i = 0$$

¹ $U_{ij} \sim$ Normal e Independientemente Distribuido - NID (0, σ^2)

No existe interacción entre tratamientos, es decir, el tratamiento no debe modificar su acción (o efecto) por estar en lugar diferente (López, 2008).

Hipótesis alterna: Existe diferencia entre los tratamientos más allá de lo que puede atribuirse al azar. La cantidad del acondicionador Germinaz altera los estados fenológicos del cultivo de fresa (Fragaria x Ananassa Var. Albión) en la Finca La Laguna, Municipio de Sotará, Cauca.

$$H_0 = \gamma_i \neq 0$$

Resultados trabajo de campo y discusión

Para identificar las características físicas y químicas del suelo en el que se desarrolló la investigación se realiza el análisis de suelo de la finca La Laguna para efectuar la comparación con los resultados arrojados en el presente trabajo. De acuerdo a lo anterior el pH de suelo de la finca tiene un valor de 5,30 (muy ácido) lo cual limita el desarrollo óptimo del cultivo ya que no están disponibles los nutrientes por lo que existe la necesidad de aportar una enmienda, es decir el suelo si necesita de un producto como Germinaz. Según Garrido (1994), un suelo con Ph 5,5 es conveniente, elevarlo hasta un valor cercano a 6 o 6,5 mediante el aporte de una enmienda, para que los elementos nutricionales estén fácilmente disponibles para las plantas (Garrido, 1994, p. 22)

Aplicaciones para la Variable de respuesta # Hojas/planta.

De acuerdo a la figura 11 en el que se muestra el efecto de los tratamientos sobre la variable número de hojas/planta de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión), se puede percibir que a los 30 días después de la siembra (primera aplicación de Germinaz), las plantas presentaron como mínimo 2 hojas/planta verdaderas y como máximo 3 hojas/planta. En este caso, se estaría haciendo referencia a la aparición natural de las primeras hojas a los 30 días después de la siembra. (Ver anexo 4). Para esta primera aplicación no hay evidencia significativa de estolonización ni floración.

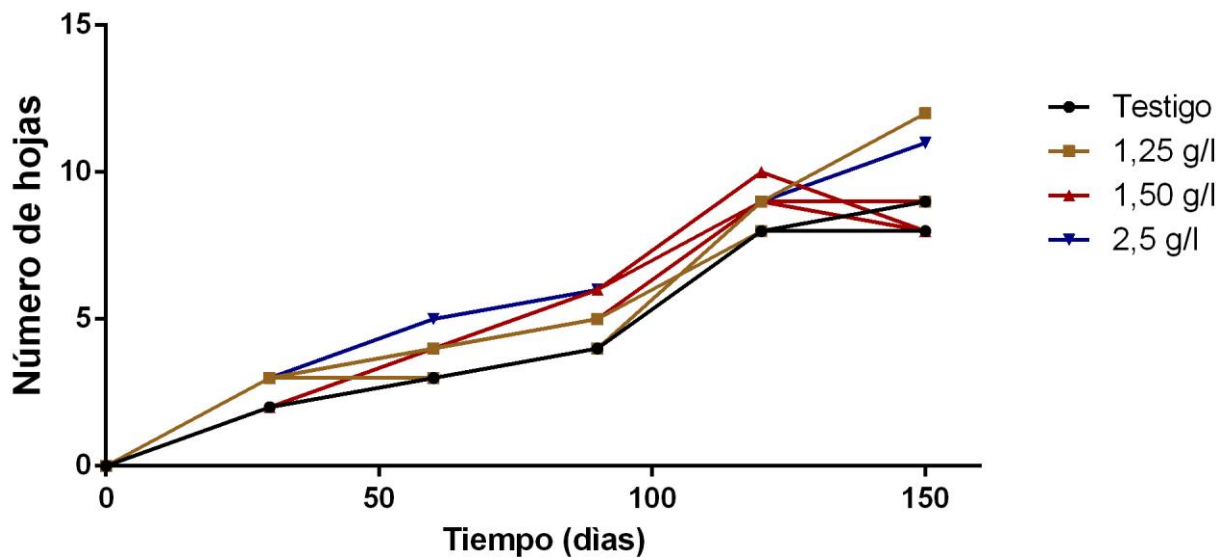


Figura 11. Efecto de los cuatro tratamientos en el número de hojas de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión) hasta los 150 días después de la siembra.

A los 60 y 90 días hay emersión de nuevas hojas (entre 4 y 5 en total) destacándose que a los 120 días y 150 días sin ninguna dosis de Germinaz (Tratamiento Testigo), la planta de fresa produce 8 hojas mientras que con los tratamientos 1.25 g/l se producen entre 8 y 10 hojas y entre 9 y 11 hojas promedio por planta con el tratamiento 2.5 g/l. Por tanto, estos dos últimos tratamientos son los más significativos en la producción de hojas. El Tratamiento Testigo (sin la utilización de Germinaz) sigue teniendo el menor de los efectos sobre el número de hojas/planta en todas las aplicaciones (2 hojas/planta). Al revisar la diferencia de medias muestrales (prueba de Tukey) no existe una diferencia en todos los tratamientos (denotados por las letra A) en su efecto sobre el número de hojas/planta en la quinta aplicación (Ver anexo 4).

Cuando se encuentra mayor área foliar en una planta la actividad fotosintética es superior mayor número de hojas mayor número de estomas es un aspecto positivo ya que se puede asegurar buen tamaño y grados Briz (dulzura) de los frutos (Handford, 2013).

Para determinar las diferencias entre los tratamientos y cuál de ellos es diferente se utilizó la prueba de Tukey con un $\alpha = 0,05$, al comparar los tratamientos 1,25 g/l y 2,5 g/l con el tratamiento Testigo estos dos últimos son de muy buen desempeño y muy significativos en la producción de # hojas/planta (designados con la letra B). Los tratamientos 1.25g/l y 2.5 g/l son muy similares. De acuerdo al nivel de significancia estadística, un valor-p = 0,0144 indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere la aceptación de la hipótesis nula de igualdad de medias de tratamientos es decir, que todos los tratamientos producen efectos similares a un nivel de significancia del 5%. (Ver anexo 4). Eso indica que no existe la necesidad de aplicar dosis altas del acondicionador al encontrar área foliar se concentra mayor cantidad de azúcares y por ende mayor grados Brix necesarios para la determinación del dulzor de la fruta.

Aplicaciones para la Variable de respuesta # Estolón/planta.

De acuerdo a la figura 12 en el que se muestra el efecto de los tratamientos sobre la variable número de estolones/planta de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión), se puede observar que a los 30 días después de la siembra (primera aplicación de Germinaz), a los 120 días (cuarta aplicación) y 150 días (quinta aplicación) las plantas no presentaron estolón. La poca o nula producción de estolones coincide con el estado fenológico de aparición del primer follaje de la planta, y al final por la aparición de flores por tanto, poco probable la producción de estolones en estas fases de desarrollo vegetativo.

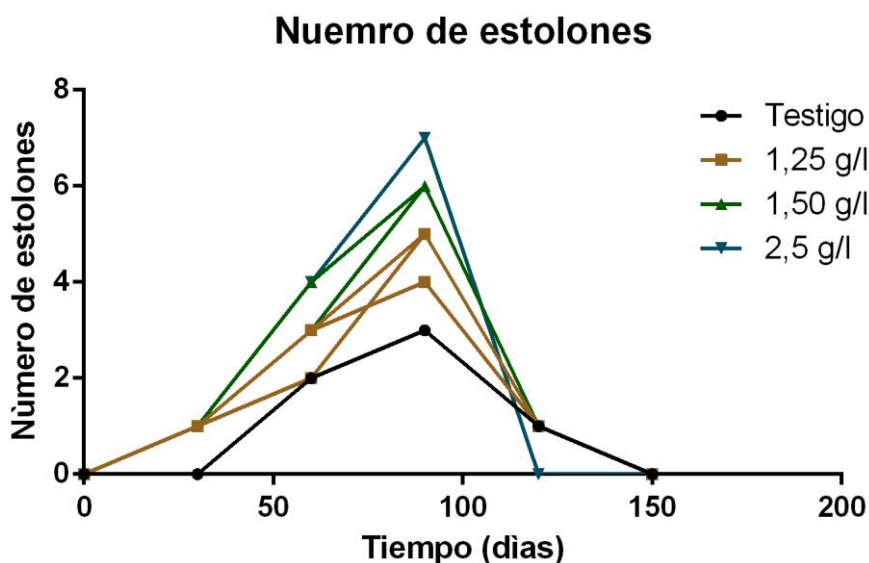


Figura 12. Efecto de los cuatro tratamientos en el número de estolones de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión) hasta los 150 días después de la siembra.

Ya en la etapa de producción de estolón a los 60 días (segunda aplicación) y 90 días (tercera aplicación) sin ninguna dosis de Germinaz (Tratamiento Testigo), la planta de fresa produce entre

2 y 3 estolones mientras que con los tratamientos 1.50 g/l se producen entre 4 y 6 estolones frente al tratamiento 2.5 g/l el cual genera entre 4 y 7 estolones promedio por planta. Por tanto, estos dos últimos tratamientos son los más significativos en la producción de estolones.

En el análisis de varianza (ANAVA) se destaca la variable dependiente: *estolones/planta* con un total de N= 12 datos en el cual se reporta un coeficiente de determinación $R = 0.98$ por lo que el 98 % de la variabilidad del número de estolones/planta es explicado por los tratamientos utilizados. De acuerdo al nivel de significancia estadística, un valor- $p = 0,0001$ indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere el rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias de tratamientos es decir, que no todos los tratamientos producen efectos similares a un nivel de significancia del 5%. (Ver anexo 4). Al revisar la diferencia de medias muestrales (prueba de Tukey) existe una diferencia entre medias muestrales en todos los tratamientos (denotados por las letras A,B y C) y causan el mayor efecto sobre el número de estolones/planta.

Medeiros, Pereira, Rodrigues, Nascimento, Suassuna, y Dantas (2015) indican que la nutrición fosfórica es muy importante en la planta de fresa pues influye sobre variables de crecimiento, número y peso de frutos, como también en el número y en el desarrollo de hojas los cuales son favorecidos por suministro de altos niveles de esta nutrición. Particularmente, el efecto de Germinaz es colocarle a la raíz de las plantas unas condiciones ideales de buena aireación y concentración de microorganismos, los cuales ayudan a fijar y/o solubilizar los elementos nutricionales del cultivo. Así mismo contribuye al mejoramiento en la retención de esos nutrientes en la rizósfera del suelo y finalmente logra mejorar las condiciones de humedad para

hacer que la planta desarrolle su máximo potencial genético traducido en máxima productividad. Si se logra un buen sistema de raíces se puede mejorar la toma de nutrientes, sobre todo de aquellos que en el suelo no tienen movilidad como el fósforo por ejemplo, elemento que determina mejores estructuras en las plantas.

Aplicaciones para la Variable de respuesta # flores/planta.

De acuerdo a la figura 13 en el que se muestra el efecto de los tratamientos sobre la variable número de flores/planta de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión), se puede percibir que a los 30 días después de la siembra (primera aplicación) las plantas no presentaron flores. En la primera aplicación la poca o nula producción de flores coincide con el estado fenológico de aparición del primer follaje de la planta y de improbable producción de flores en esta fase de desarrollo vegetativo. Por tanto, los tratamientos utilizados no influyen en la variabilidad del número de floración/planta.

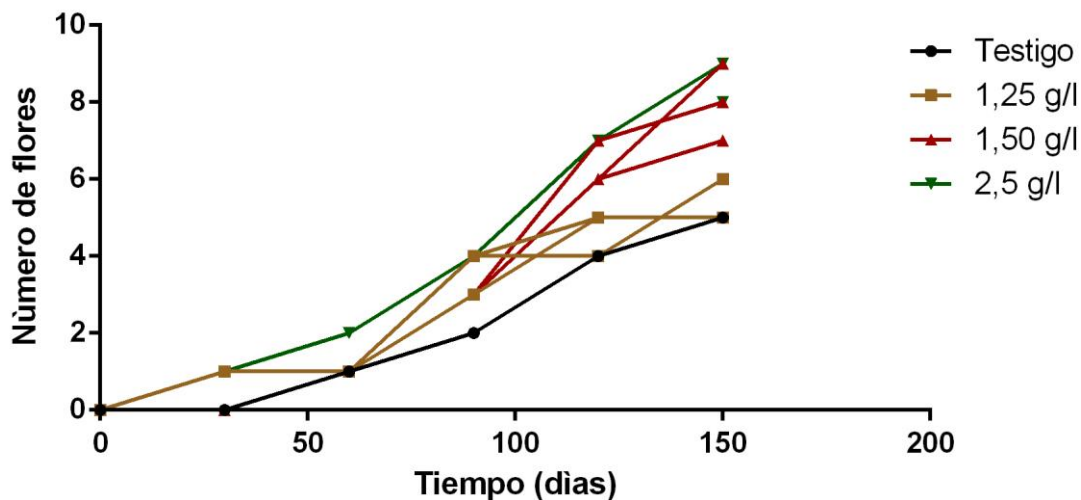


Figura 13. Efecto de los cuatro tratamientos en el número de flores de fresa (fragaria X Ananassa Var. Albión) hasta 150 días después de la siembra.

No obstante, ya en la etapa de floración a los 120 días y 150 días sin ninguna dosis de Germinaz (Tratamiento Testigo), la planta de fresa produce entre 4 y 5 flores mientras que con los tratamientos 1.50 g/l se producen entre 6 y 8 flores frente al tratamiento 2.5 g/l el cual genera entre 7 y 9 flores promedio por planta. Por tanto, estos dos últimos tratamientos son los más significativos.

En el análisis de varianza (ANAVA) se destaca la variable dependiente: *flores/planta* con un total de N= 12 datos en el cual se reporta un coeficiente de determinación $R^2 = 0.93$ por lo que el 93 % de la variabilidad del número de flores/planta es explicado por los tratamientos utilizados. De acuerdo al nivel de significancia estadística, un valor-p = 0,0001 indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere el rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias de tratamientos es decir, que no todos los tratamientos producen efectos similares a un nivel de significancia del 5% (Ver anexo 4).

Al revisar la diferencia de medias muestrales (prueba de Tukey) los tratamientos 1,5 g/l y 2,5 g/l son significativamente diferentes y causan el mayor efecto sobre el número de flores/planta al producir alrededor de 6 a 7 flores/planta.

Esto coincide con lo que afirma Pettit (s.f.) en donde los ácidos húmicos y húmicos pueden mejorar la calidad del producto y aumentar la producción. Pues las sustancias húmicas son los bloques de construcción de suelos fértiles y plantas sanas. Hay una reducción de la contaminación del suelo, del agua y del aire, además de que el rendimiento de las cosechas mejoran y el valor nutricional y calidad de los productos cosechados de igual forma, mejoran significativamente.

De acuerdo a lo anterior, es posible deducir las humitas presentes en Germinaz influyen en la aparición de número de hojas, estolones y flores, en este caso, la dosis 1,5 g/l y 2,5 g/l son las más significativas. Adicionalmente, el análisis de suelo realizado antes del experimento permite conocer las condiciones en las que se encontraba el suelo, el cual se presenta a continuación.

Análisis del suelo Finca La Laguna –Sotará (C)

Acidez activa del suelo ($\text{PH}_{\text{H}_2\text{O}}$)

Al observar la reacción del suelo de la Finca La Laguna en lo relacionado a la acidez activa, el pH presenta un resultado de 5.30 pH unit (suelo moderadamente ácido) (Véase, Anexo, Análisis de suelo). La acidez tiene implicaciones importantes como el hecho de limitar el crecimiento de las plantas dada una combinación de factores, entre ellos, la baja disponibilidad o empobrecimiento de nutrientes esenciales. Esto en la forma de pérdida de cationes alcalinos y alcalinotérreos como el K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , P e incremento de los cationes metálicos como Al^{+3} , Fe^{+3} y Mn^{+4} (Rivera, Moreno, Herrera, & Romero (2016). Los resultados obtenidos pueden explicarse en principio por las características morfológicas de la zona con contenido de suelos derivados de cenizas volcánicas cuyas propiedades son la fuerte acidez y alto contenido de aluminio (IGAC, 2009).

Contenido de materia orgánica de suelo (MOS) en el suelo de la Finca La Laguna

Al observar los resultados del contenido de Carbono orgánico oxidable (materia orgánica) presentes en los predios de la Finca La Laguna presenta un valor de 14% lo que significa que se encuentra en un rango alto de contenido del mismo (> 10) (Molina y Meléndez, 2002). Una explicación se puede encontrar en la interacción de variables como la temperatura media, las precipitaciones, la textura del horizonte superficial y el contenido de ceniza volcánica como explicativo de una buena composición de materia orgánica (IGAC, 2009: 405). No obstante, la adición del contenido de carbono del extracto húmico total (de ácidos húmicos y fúlvicos)

contenidos en Germinaz pueden ser una fuente importante de corrección del desequilibrio químico de suelos ácidos, saturación de aluminio y baja capacidad de intercambio catiónico.

Contenido de calcio (Ca) y Nitrógeno (N) en el suelo en la Finca La Laguna

Al realizar el análisis de los resultados de la concentración de calcio en La Finca La Laguna, el valor encontrado es de 1.75 meq/100g, esto implica una concentración de calcio muy baja (Toledo, 2016, p. 30). Una razón que justifica la escasez de este nutriente en el suelo de estudio es la posición geomorfológica con material parental del suelo compuesto por cenizas volcánicas, de fuerte acidez y alta saturación de aluminio y en menor grado de severidad, bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo (IGAC, 2009). Lo observado es congruente con el valor bajo de pH y las altas saturaciones de Al. El valor < del 2.2 meq/100 de saturación de Ca en los suelos de la Finca La Laguna indica una baja fertilidad en la región y una respuesta de las plantas a la fertilización.

Al observar los resultados del contenido de Nitrógeno (N) presentes en los suelos de estudio, el suelo presenta un valor de 0.682 %. Esto significa que el valor promedio para el total de suelo tiene de acuerdo al análisis “un contenido moderado” de acuerdo al Método Kjeldahl (García, Ruiz, Cano, Pérez y Molina, 2004), es un contenido medio alto (≥ 0.16).

Contenido de fósforo (P) en el suelo de la Finca La Laguna

Al observar los resultados del contenido de Fósforo² (P) presentes en los predios de la Finca La

² La disponibilidad de fósforo (P) en el suelo corresponde a una pequeña fracción del fosforo total contenido en el suelo. El óptimo rango de pH del suelo en el que se observa la máxima disponibilidad de fosforo se encuentra entre 6.5 y 7.5. En este rango ocurre la máxima solubilidad del fosforo orgánico del suelo (Rojas, 2009).

Laguna, esta presenta un valor promedio de 4.77 mg/kg. Esto significa, según la interpretación de resultados de laboratorio que el contenido de este elemento en el suelo es “ínfimo o muy pobre” según el Método Olsen por estar por debajo del rango ≤ 5 (Bernier, 1999). Los resultados si bien no pueden generalizarse coinciden con los citados en la literatura. Dado que el suelo de esta zona es generalmente ácido se relaciona con el hecho de tener pH bajo y de poca disponibilidad de nutrientes como el calcio, fósforo, magnesio y potasio (IGAC, 2009).

Además es necesario tener en cuenta que las altas saturaciones de Al que se registran y los valores de pH por lo general bajos implican una disminución de la eficiencia de la fertilización fosfórica y que pudiera estar relacionado con el alto contenido de arena que favorece una menor capacidad de retener fosfatos, así como su lavado del perfil (Rojas, 2009).

Análisis granulométrico para el suelo de la Finca La Laguna

En lo relacionado a la textura, en la Finca La Laguna predomina el suelo tipo medio (entre liviano y pesado) denominado *Franco limoso* (FL) en una relación areno-limo-arcilla de 12-66-22% de acuerdo al Triángulo textural de USDA. Este suelo se caracteriza por agregados muy firmes que se pueden romper bajo presión moderada. Los terrones son de firmes a duros y cuando se pulveriza entre los dedos suele disgregarse y pulverizarse y se percibe suave semejante a la harina. (Ciancaglini, 2015, p. 2).

Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) en la Finca La Laguna

Al analizar la CICE (calcio + magnesio + potasio + sodio + aluminio) del suelo igual a 3.20

meq/100g, este se encuentra en un nivel bajo³ (Toledo, 2016, p. 28) por lo que es necesario mejorarlo. Con un pH de 5.3, bases intercambiables: calcio = 1.75, magnesio = 0.403, potasio = 0.127, Na= 0.205 se debe esperar respuesta de las plantas de fresa a aplicaciones de estos nutrientes pues son indispensables si se quiere obtener buen desarrollo vegetativo y posterior rendimiento en su producción. El calcio y magnesio se vuelven escasos en el suelo con pH muy ácidos por debajo de 5.0. (Toledo, 2016, p. 75). Para subir el pH óptimo para el cultivo de fresa y mejorar la CICE, la adición de Germinaz en las dosis recomendadas es necesario para evitar pérdidas por lavado de los nutrientes aplicados. Esto, en razón a que: “(...) *al ser baja la CIC, hay pocos espacios de carga negativa donde los nutrientes de carga positiva o cationes puedan adherirse y mantenerse en la zona cercana a las raíces* (Toledo, 2016, p. 29).

De acuerdo al análisis de suelo realizado en la Finca La Laguna donde se llevó a cabo el experimento se concluye que las condiciones morfológicas del mismo concuerdan con las características de la zona (IGAC, 2009) . Estos se definen por su alta acidez, saturación de Aluminio, valores altos en materia orgánica (M.O.), baja saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico debido a que el potasio, calcio, Magnesio y sodio se encuentran en concentraciones bastante deficientes. El suelo de la Laguna presenta una suma de bases inferior a 5 cmol (+)/l por lo que se considera que es de baja fertilidad (Molina y Meléndez, 2002). Por lo que el acondicionador de suelos Germinaz tiende a ser de gran ayuda para facilitar el mejoramiento del mismo.

³ Según Toledo (2016), los Rangos de comparación de la CICE (calcio + magnesio + potasio + sodio + aluminio) en cmoles (+)/kg suelo o meg/100g un nivel de 0 a 5 se clasifica como *bajo*, de 5.1 a 10 como *medio* y >10 *alto*.

Conclusiones

- En lo relacionado a aplicaciones para la variable de respuesta # hojas/planta, los tratamientos significativos son: 1.25 g/l = 8 y 10 hojas (120 días), 2.50 g/l = 9 y 11 hojas (150 días) frente al tratamiento testigo.

- Para la variable de respuesta # estolones/planta, los tratamientos significativos son: 1.50 g/l = 4 y 6 estolones (60 días), 2.50 g/l = 4 y 7 estolones (90 días) frente al tratamiento testigo.

-

- Para la variable de respuesta # flores/planta, los tratamientos significativos son: 1.50 g/l = 6 y 8 flores (120 días), 2.50 g/l = 7 y 9 flores (150 días) frente al tratamiento testigo.

- Para la aplicación de Germinaz se debe tener en cuenta la predominancia de otras variables determinantes del desarrollo vegetativo de la planta de fresa como son las características propias de las fases del cultivo de la planta de fresa (fragaria X Anannassa), es decir, la etapa fenológica del cultivo de aparición de hoja, estolón y flor.

- Los tratamientos 1.5 g/l y 2.5 g/l de Germinaz son los más significativos en el efecto que tienen sobre la variable de respuesta (Hojas/planta, Estolón/planta y flores planta) si se comparan con el tratamiento testigo.

- No obstante, si se hace una comparación general de los tratamientos 1.25, 1.5 y 2.5 g/l con el tratamiento Testigo, la aplicación del acondicionador de suelos Germinaz logró una mayor propagación de hojas, estolones y flores en plantas madres evidenciando no sólo la buena propagación del cultivo sino también unas plantas de fresa sanas y vigorosas con una menor incidencia de plagas y enfermedades. Estos tratamientos son en general, bastante significativos y diferentes. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de efecto de los tratamientos.

- De acuerdo con los análisis de suelo realizado en la Finca La Laguna donde se llevó a cabo el experimento se concluye que las condiciones morfológicas del mismo concuerdan con las características de la zona según el IGAC (2009) . Estos se definen por su alta acidez, saturación de Aluminio, valores altos en materia orgánica (M.O.), baja saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico debido a que el nitrógeno, potasio, fosforo, calcio y magnesio se encuentran en concentraciones deficientes.

- El suelo de la Laguna presenta una suma de bases inferior a 5 cmol (+)/l por lo que se considera que es de baja fertilidad (Molina y Meléndez, 2002). Luego, el *acondicionador de suelos Germinaz* tiende a ser de gran ayuda para facilitar el mejoramiento del mismo.

- Las humitas presentes en *Germinaz* aumentan la capacidad de retención de humedad contribuyendo en la formación de la estructura granular del suelo, ayudando en el bloqueo de sustancias tóxicas y

- mejorando el pH, favoreciendo crecimiento radicular y desarrollo fenológico así como la absorción de nutrientes entre otros efectos.

Recomendaciones

- ✓ Se recomienda realizar investigaciones que encuentren los beneficios del *acondicionador de suelos Germinaz* en cultivos de importancia económica como la fresa, papa y hortalizas en lo relacionado a otras características: desarrollo de sistema radicular, absorción de nutrientes, altura de la planta, diámetro de hoja y rendimiento en la producción. Así como el estado final del suelo *a posteriori* a las aplicaciones del *Germinaz*.

Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Sotará (2018). “Nuestro Municipio”. En: <http://www.sotara-cauca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Agronet (2016). “Cifras Agropecuarias”. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). En: <http://www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx>.
- Asohofrucol (2015). “Fresa”. Colombia. En: <http://www.asohofrucol.com.co/>
- Bernier R. (1999). “Curso de Capacitación para Operadores del Programa de Recuperación de Suelos Degradados” INDAP, décima Región. Serie Actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias No. 2. Centro Nacional de investigación Remehue, Osorno Chile. 119 p. 1999.
- Bonet G., Julio (2010). “Desarrollo y caracterización de herramientas genómicas en fragaria diploide para la mejora del cultivo de fresa”. Memoria de investigación presentada al Departamento de Bioquímica y Biología molecular para obtención de grado de Doctor en Biotecnología. Universidad Autónoma de Barcelona. España, 03 de noviembre de 2010, 241 pág.
- Blanco, José (s.f.). “Acondicionadores y mejoradores de suelo”. ICA y Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – PRONATTA, Cúcuta Colombia, 28 pág.
- Cortés P., Ronny (2011). “Propuesta técnica-ambiental para asegurar la inocuidad de fresas cultivadas en Cartago, Costa Rica”. Proyecto final de graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de master en gerencia de programas sanitarios en inocuidad de alimentos. Universidad para la Cooperación Internacional (UCI), San José de Costa Rica, junio de 2011, 110 pág.
- Cámara de comercio de Bogotá (2015). “Manual Fresa”. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial. Vicepresidencia de fortalecimiento empresarial. Tipografía: Gill Sans, 62 pág. Bogotá Colombia, año 2015.
- Ciancaglini, Nicolás (2015). “Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico”. Instructivo. En: [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf)
- IGAC (2009). “Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca”. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, Subdirección de Agrología.

- Flórez, R. y Mora, R. (2010). “Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Producción y manejo post cosecha”. Primera edición. Produmedios, producción de medios de comunicación, Bogotá. 114 p.
- García, F., Ruiz, F., Cano, J., Pérez J., y Molina J. (2004). “Suelo, Riego, nutrición y medio ambiente del Olivar”, cursos modulares, Consejería de agricultura y pesca, 178 pág, Andalucía, España, 2004
- Garrido, Soledad (1994). Interpretación análisis de suelo. Hojas divulgadoras, Num.5/93HD Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación , Secretaría General Estructuras Agrarias, España, 40 pág.
- Handford, Michael (2013). Metabolismo de azúcares en las plantas. video. En: <https://www.youtube.com/watch?v=xHcB45Dv0FI>
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (1991). “Metodología de la investigación”, Ed. MCGRAW-HILL Interamericana de México, S.A. de C.V., 497 pág., México 1991.
- Manjarres, Gilberto y Nicholls Eduardo (1958). “Obsidiana en el Municipio de Sotará Dpto. del Cauca”, Informe N0 1302. Ministerio de Minas y Energía, Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras INGEOMINAS Colombia.
- Martínez, Alfonso (2018). “Efectos de las Mezclas Peroxiacéticas (MPAs) de CEBE sobre el suelo, la raíz, la producción y la vida útil”. CEBE (Centro de Estudios de Bioseguridad)-Sucursal COLOMBIA. En: <https://www.metroflorcolombia.com/efectos-de-las-mezclas-peroxiaceticas-mpas-de-cebe-sobre-el-suelo-la-raiz-la-produccion-y-la-vida-util/>
- Medeiros, R.; Pereira, W.; Rodrigues, R.; Nascimento, R.; Suassuna, J.; Dantas, T. 2015. Crecimiento y rendimiento de las plantas de fresa fertilizadas con nitrógeno y fósforo Rev. Bras. En g. Agríc. Medio ambiente. 19, pp. 865-870.
- Medina, Adriana (2006). “Influencia del mantenimiento de la cadena de frío controlada en la vida útil, calidad microbiológica, fisicoquímica y organoléptica en fresas tipo exportación”. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de microbióloga industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología industrial. Bogotá D.C., junio de 2006.
- Molina, E. y Meléndez, G. (2002). Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.
- Murillo, Gregorio (s.f.). “Los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos”. Jiloca Industrial S.A., Fertilizantes agrícolas Jisa. En: <https://www.acidoshumicos.com/los-acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>

- López, Exequiel (2008). *Diseño y Análisis de experimentos. Fundamentos y aplicaciones en Agronomía*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 163 pág.
- Plan Frutícola Nacional PFN (2006). *“Desarrollo de la Fruticultura en el Cauca”*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR, Gobernación del Cauca, Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola -FNFH, Asociación Hortifrutícola de Colombia -Asohofrucol, Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca -SAG. Popayán, noviembre de 2006, 76 pág.
- Portela, Hugo y Osorio, Carlos (Coord.) (2015). *“Educación superior: regionalización y territorio en el Cauca”*. Grupo de investigación ANTROPOS, Editorial Universidad del Cauca, Popayán Cauca, 414 pág.
- Rivera, Y., Moreno, L., Herrera, M., & Romero, H. M. (2016). *“La toxicidad por aluminio (Al³⁺) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: el caso de la palma de aceite”*. *Palmas*, 37(1), 11-23
- Rojas, C (2009) *“Interpretación de la disponibilidad de fosforo en los suelos de Chile”* en: *Tecnologías y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de los suelos degradados* Centro Regional de Investigación INIA La Platina, Santiago de Chile, 2009, 20 pág.
- SENA (s.f.). *“Unidad 2. Los acondicionadores del suelo”*. Curso: prácticas y aplicaciones de Agricultura ecológica – Tv Web. En: <http://files.agroecologiaud.webnode.com.co/200000026-e6709e7697/Unidad%20%20Los%20%20acondicionadores%20del%20suelo.pdf>
- Toledo, Milton (2016). *“Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos”*. Honduras : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, 2016, 156 pág.
- Vásquez, Pedro (2013). *“Uso en la agricultura de sustancias húmicas”*. Centro de Investigación en Química Aplicada, caso de estudio, presentado como requisito parcial para obtener el grado de especialización en química aplicada, opción: agroplasticultura. Saltillo, Coahuila, año 2013, 38 pág.

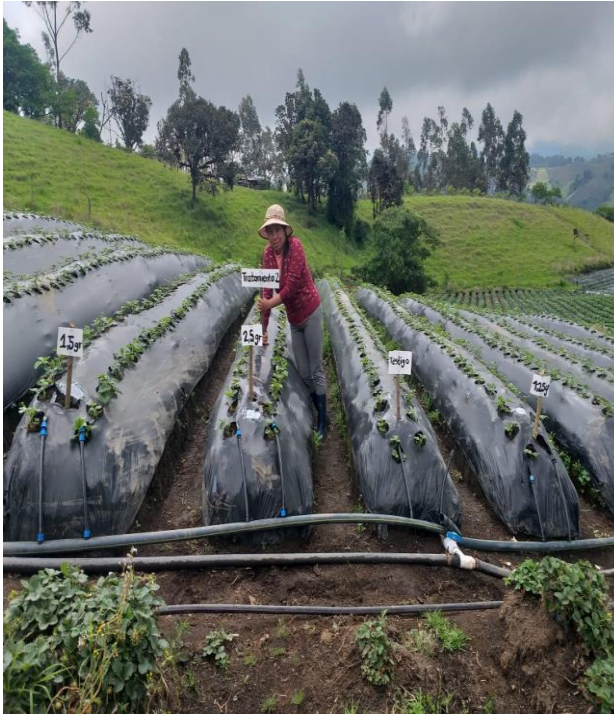
Anexos

Anexo 1. Presentación de un (1) kilo de polvo soluble Germinaz (Grupo Cenagro).



Anexo 2. Desarrollo de trabajo en campo





Anexo 3. Tablas de varianza y test de Tukey

Tabla 3.

Análisis de la varianza para # hojas/planta - primera aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Hojas /planta	12	0,75	0,66	10,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,00	3	0,67	8,00	0,0086
Tratamiento	2,00	3	0,67	8,00	0,0086
		Error	0,67	8	0,08
		Total	2,67	11	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75480

Error: 0,0833 gl: 8

Tratamiento	Medias n	E.E.
Testigo	2,00 3	0,17 A
1,50 g/l	2,67 3	0,17 A B
2,5 g/l	3,00 3	0,17 B
1,25 g/l	3,00 3	0,17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 4.

Análisis de la varianza para # hojas/planta - Cuarta aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Hojas /planta	12	0,71	0,61	4,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,33	3	1,11	6,67	0,0144
Tratamiento (4 aplic.)	3,33	3	1,11	6,67	0,0144
Error	1,33	8	0,17		
Total	4,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,06745

Error: 0,1667 gl: 8

Tratamiento (4 aplic.)	Mediasn	E.E.
------------------------	---------	------

Testigo	8,00	3	0,24	A	
1,25 g/l	8,33	3	0,24	A	B
2,5 g/l	9,00	3	0,24	A	B
1,50 g/l	9,33	3	0,24		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 5.

Análisis de la varianza para # hojas/planta - Quinta aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Hojas /planta	12	0,51	0,33	13,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,67	3	4,22	2,81	0,1075
Tratamiento (5 aplic.)	12,67	3	4,22	2,81	0,1075
Error	12,00	8	1,50		
Total	24,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,20235

Error: 1,5000 gl: 8

Tratamiento (5 aplic.)	Medias	n	E.E.
Testigo	8,33	3	0,71
1,50 g/l	8,33	3	0,71
1,25 g/l	10,00	3	0,71
2,5 g/l	10,67	3	0,71

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 6.

Análisis de la varianza para # estolón/planta – segunda aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N Estolón /planta	12	0,93	0,91	9,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,00	3	3,00	36,00	0,0001
Tratamiento (2 aplic.)	9,00	3	3,00	36,00	0,0001
Error	0,67	8	0,08		
Total	9,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75480

Error: 0,0833 gl: 8

Tratamiento (2 aplic.)	Mediasn	E.E.
Testigo	2,00	3 0,17 A
1,25 g/l	2,67	3 0,17 A
2,5 g/l	4,00	3 0,17 B
1,50 g/l	4,00	3 0,17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 7.

Análisis de la varianza para # estolón/planta – Tercera aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Estolón /planta	12	0,98	0,97	5,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,00	3	9,00	108,00	<0,0001
Tratamiento (3 aplic.)	27,00	3	9,00	108,00	<0,0001
Error	0,67	8	0,08		
Total	27,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,75480

Error: 0,0833 gl: 8

Tratamiento (3 aplic.)	Mediasn	E.E.
------------------------	---------	------

Testigo	3,00	3	0,17	A		
1,25 g/l	4,67	3	0,17		B	
1,50 g/l	6,00	3	0,17			C
2,5 g/l	7,00	3	0,17			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 8.

Análisis de la varianza para # flores/planta – Cuarta aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Flores /planta	12	0,93	0,90	7,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,67	3	5,89	35,33	0,0001
Tratamiento (4 aplic.)	17,67	3	5,89	35,33	0,0001
Error	1,33	8	0,17		
Total	19,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,06745

Error: 0,1667 gl: 8

Tratamiento (4 aplic.)	Mediasn	E.E.
Testigo	4,00	3 0,24 A
1,25 g/l	4,67	3 0,24 A
1,50 g/l	6,33	3 0,24 B
2,5 g/l	7,00	3 0,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 9.

Análisis de la varianza para # flores/planta – Quinta aplicación Germinaz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Flores /planta	12	0,90	0,87	9,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,92	3	10,31	24,73	0,0002
Tratamiento (5 aplic.)	30,92	3	10,31	24,73	0,0002
Error	3,33	8	0,42		
Total	34,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,68779

Error: 0,4167 gl: 8

Tratamiento (5 aplic.)	Mediasn	E.E.
Testigo	5,00 3	0,37 A
1,25 g/l	5,33 3	0,37 A
1,50 g/l	8,00 3	0,37 B
2,5 g/l	8,67 3	0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4. Análisis de suelos Finca La Laguna Sotarà Cauca



INFORME DE RESULTADOS

ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS



Informe N°	32901-V1-2019		N° de Laboratorio	ASU-25263-2019		
Información del Cliente						
Remitente	SRA. LISED CERÓN			Responsable	SRA. LISED CERÓN	
Propietario	SRA. LISED CERÓN			email contacto	lisedceron@gmail.com	
Fecha Ingreso	10-09-2019			Fecha Emisión	25-09-2019	
Información de la Muestra enviada por el cliente						
Cultivo / Variedad	FRESA - NO ESPECIFICADO			Lote / Bloque	N.S.	
Municipio/Departamento/Finca	SOTARA - CAUCA	LA LAGUNA	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	5.30	pH_unit	5.50	6.20	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Conductividad Eléctrica	CE	0.11	dS/m	N.R.	N.R.	Pasta de saturación / Conductimétrico / USDA Salinity Laboratory
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	3.20	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo
Saturación de Humedad Media	N.A.	47.1	%	20.0	40.0	Pasta de saturación / Gravimétrico / USDA Salinity Laboratory
Carbono Orgánico Oxidable	COOx	8.19	%	N.R.	N.R.	Sln. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5403 Walkley-Black
Materia Orgánica	MO	14.1	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Nitrógeno Total	N Total	0.682	%	N.R.	N.R.	Cálculo
Densidad Aparente	d.a.	0.766	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo
Determinación de Textura						
Arcilla	Tex.	22.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Arena	Tex.	12.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Limo	Tex.	66.0	%			Análisis directo / Método de Bouyoucos
Textura	Tex.	Franco Limoso		Adimensional	Análisis directo / Método de Bouyoucos	
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Potasio Intercambiable	K	49.6	0.127	0.40	0.80	Sln. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Calcio Intercambiable	Ca	350	1.75	3.00	6.00	Sln. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Magnesio Intercambiable	Mg	49.0	0.403	1.50	3.00	Sln. Acetato de Amonio / EAA / NTC 5349
Sodio Intercambiable	Na	68.0	0.296	0.04	0.48	Sln. Acetato de Amonio / EEA / NTC 5349
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	55.7	0.619	0.20	0.40	Sln. KCl 1N / Volumétrico / NTC 5263
Hierro	Fe	1.63	N.A.	20	100	Sln. Ácida Mehlich 1 / EAA / NTC 5526
Manganeso	Mn	17.2	N.A.	10.0	50.0	Sln. Ácida Mehlich 1 / EAA / NTC 5526
Cobre	Cu	0.620	N.A.	1.25	2.50	Sln. Ácida Mehlich 1 / EAA / NTC 5526

Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia
Zinc	Zn	1.34	N.A.	2.00	5.00	Sin. Ácida Mehlich I / EAA / NTC 5526
Boro	B	0.051	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno
Fósforo	P	4.77	N.A.	20.0	50.0	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5350
Azufre	S	9.30	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno
RELACIONES MATEMÁTICAS						
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia		
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	12.6	%	Cálculo		
Saturación de Sodio	Sat. Na	9.25	%	Cálculo		
Saturación de Aluminio	Sat. Al	19.3	%	Cálculo		
Saturación de Potasio	Sat. K	3.97	%	Cálculo		
Saturación de Calcio	Sat. Ca	54.7	%	Cálculo		
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	4.34	Adimensional	Relación matemática		
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	13.8	Adimensional	Relación matemática		
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	3.17	Adimensional	Relación matemática		
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	17.0	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 / MVH Mineralización Vía Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente / EAA Espectroscopía de Absorción Atómica / EAA Espectroscopía de Emisión Atómica				

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

Autorizado por:



Teresa Cocco
Subgerencia Técnica - Química - PQ 2155

Revisado por:



Adriana Navarro
Coordinador de Area-Lic. en Química-

---- Fin del Informe ----

Notas:

1. 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.
2. El informe solo tiene validez si está firmado por el personal autorizado por AGRILAB LABORATORIOS S.A.S.
3. El presente informe no puede ser reproducido parcial o totalmente, salvo autorización expresa por parte del laboratorio AGRILAB S.A.S.
4. 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.
5. 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.
6. 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 halla sido aprobado y contratado por el laboratorio y aceptado por el cliente.
7. 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 analito en la muestra permitan su reproducibilidad.
8. Los valores de los Niveles Medios corresponden a los reportados en las siguientes referencias: "Fertilización de cultivos en clima frío (1998), Fertilización de cultivos en clima medio (1995) y Fertilización de cultivos en clima cálido, editados por Guerrero R. y publicados por Monómeros Colombo Venezolanos S.A." Su interpretación y aplicación es responsabilidad del profesional de campo responsable de la muestra.
9. 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: servicioalcliente@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.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL SECTOR AGRÍCOLA E INDUSTRIAL
Calle 79B N° 70-16 Bogotá, D.C. PBX: 745 4697 - 223 1999
Para Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias comuníquese al E-mail: servicioalcliente@agrilab.com.co
www.agrilab.com.co