



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DEL FERTIRRIEGO Y FERTILIZACION EDAFICA EN
PARAMETROS AGRONOMICOS EN LA PRODUCCION DE BANANO,
CANTON PASAJE-PROVINCIA EL ORO

SUQUILANDA SANCHEZ DIEGO ENRIQUE
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EFECTO DEL FERTIRRIEGO Y FERTILIZACION EDAFICA EN
PARAMETROS AGRONOMICOS EN LA PRODUCCION DE
BANANO, CANTON PASAJE-PROVINCIA EL ORO

SUQUILANDA SANCHEZ DIEGO ENRIQUE
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFFECTO DEL FERTIRRIEGO Y FERTILIZACION EDAFICA EN PARAMETROS
AGRONOMICOS EN LA PRODUCCION DE BANANO, CANTON PASAJE-
PROVINCIA EL ORO

SUQUILANDA SANCHEZ DIEGO ENRIQUE
INGENIERO AGRÓNOMO

CHABLA CARRILLO JULIO ENRIQUE

MACHALA, 23 DE SEPTIEMBRE DE 2022

MACHALA
2022

EFFECTO DEL FERTIRRIEGO Y FERTILIZACION EDAFICA EN PARAMETROS AGRONOMICOS EN LA PRODUCCION DE BANANO, CANTON PASAJE-PROVINCIA EL ORO

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

blog.tigsa.com.gt

Fuente de Internet

1%

2

Carlos Enrique Alvarez, Andrés Ortega, Marino Fernández, Andrés Antonio Borges. "Growth, yield and leaf nutrient content of organically grown banana plants in the Canary islands", Fruits, 2002

Publicación

1%

3

pt.scribd.com

Fuente de Internet

1%

4

dspace.utb.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, SUQUILANDA SANCHEZ DIEGO ENRIQUE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DEL FERTIRRIEGO Y FERTILIZACION EDAFICA EN PARAMETROS AGRONOMICOS EN LA PRODUCCION DE BANANO, CANTON PASAJE-PROVINCIA EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 23 de septiembre de 2022



SUQUILANDA SANCHEZ DIEGO ENRIQUE
0706634771

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, fortaleza y conocimientos para siempre luchar y alcanzar mis metas planteadas.

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre Sánchez Nery y toda mi familia que día a día me brindaron sus consejos y su apoyo que me formaron en la persona que soy hoy en día, por estar en los buenos y malos momentos de mi vida y darme aliento para terminar mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias por su cálida acogida y brindarme sus conocimientos durante estos años de experiencias inolvidables dentro y fuera de sus aulas.

Al Ing. Julio Enrique Chabla Carrillo, Phd por compartir sus conocimientos a lo largo de mi formación y por guiarme en calidad de tutor durante el transcurso de la investigación.

Al Ing. Víctor Chabla Carrillo por permitir el acceso y uso de su predio agrícola "Finca Márquez" para la realización del presente trabajo de investigación.

A la empresa Yara y su representante al Ing. Gustavo Pazmiño por brindarnos equipos y materiales para realizar el trabajo de investigación.

A mi familia que estuvo ayudándome todos los días de campo, a mis amigos y colegas Franklin Estrada e Iván Guamán que me acompañaron en este proceso formativo.

RESUMEN

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental en la economía del país, siendo un alimento básico que contribuye a la seguridad alimentaria de millones de personas en el Ecuador, además de proporcionar ingresos económicos y crear mano de obra. En la provincia de El Oro hay aproximadamente 43.352 hectáreas de banano sembradas que significan el 23% de la producción nacional. La fertirrigación es una técnica muy utilizada en la actualidad, se basa en un sistema de riego que se hace de manera localizada en la parte más activa del sistema radicular de la planta, lo cual favorece la absorción de nutrientes en una porción más pequeña del volumen del suelo. Debido a esta relevancia la presente investigación se realizó en la Finca “La Márquez”, la cual está ubicada en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, en el km 15 de la vía Machala-Pasaje, provincia de El Oro. El diseño experimental utilizado es en bloques completos al azar cuyo objetivo fue evaluar el efecto de 3 tipos de fertilización fertirriego, fertilización edáfica y la fertilización edáfica-fertirriego a través de sus parámetros agronómicos en la producción de banano. Las variables evaluadas trabajo de investigación fueron: Emisión foliar (V1-EF), Altura del hijo a la cosecha (V2-AH), Diámetro de fuste (V3-FUST), Peso de racimo (V4-PRM), Peso de raquis (V5-PRQ), Número de manos por racimo (V6-NM), Número de dedos de mano de sol (V7-NDMS), Número de dedos de última mano (V8-NDUM). En la distribución de los bloques se consideró mantener la variabilidad entre unidades experimentales y maximizar las diferencias entre ellos. Los bloques fueron constituidos por áreas compactas en la finca y dentro de cada bloque estaban los diferentes tratamientos de las unidades experimentales. Se determinó que el tratamiento con fertirriego en todas las variables presento las medias más altas con relación a los demás tratamientos a pesar de no presentar diferencias significativas en algunas de las variables evaluadas si se presentaron diferencias numéricas entre sí, el análisis de varianzas y pruebas post hoc de las diversas

variables biométricas del cultivo de banano como resultado de los tres tratamientos, se realizó un análisis exploratorio de los datos , mediante gráfico de barras, posterior un ANOVA Factorial Inter grupos denotando así, que los datos para cada variable medida tuvo diferencias significativas, además que los tipos de fertilizaciones influyeron en las variables medidas, se realizó una prueba post-hoc turkey para determinar el mejor tratamiento y establecer si las diferencias entre ellos son o no significativas, de acuerdo a los resultados obtenidos. se evidencio que se cumple el supuesto de aditividad entre los tratamientos y presento diferencias significativas entre las variables que se evalúan determinando que la variable emisión foliar, peso de racimo, número de manos, número de dedos de la última mano, presentaron diferencias significas entre sí, contrario a las variables crecimiento, fuste, peso raquis y número de dedos de la mano de sol estos supuestos se determinan debido a que la significancia expresada en la prueba es menor al Alpha propuesto de 0,05. La investigación determino que el tratamiento T3-Fertirriego fue el tratamiento que dio los mejores resultados en la mayoría de las variables biométricas consideradas y por lo tanto la mayor producción.

Palabras clave: Sistema de inyección, Fertirriego, dedos de la mano de sol

ABSTRACT

Bananas are grown in all tropical regions and are of fundamental importance in the country's economy, being a staple food that contributes to the food security of millions of people in Ecuador, in addition to providing economic income and creating labor. In the province of El Oro there are approximately 43,352 hectares of bananas planted, representing 23% of national production. Fertigation is a technique widely used nowadays, it is based on an irrigation system that is done in a localized manner in the most active part of the root system of the plant, which favors the absorption of nutrients in a smaller portion of the soil volume. Due to this relevance, the present research was carried out at the "La Marquez" farm, which is located in the parish of La Peaña in the Pasaje canton, at km 15 of the Machala-Pasaje Road, province of El Oro. The experimental design used was a randomized complete block design with the objective of evaluating the effect of three types of fertilization: fertigation, soil fertilization and soil-fertigation through agronomic parameters on banana production. The variables evaluated were: Leaf emission (V1-EF), Son height at harvest (V2-AH), Shaft diameter (V3-FUST), Cluster weight (V4-PRM), Rachis weight (V5-PRQ), Number of hands per cluster (V6-NM), Number of fingers of the sun hand (V7-NDMS), Number of fingers of the last hand (V8-NDUM). In the distribution of the blocks, it was considered to maintain the variability between experimental units and to maximize the differences between them. The blocks were constituted by compact areas in the farm and within each block were the different treatments of the experimental units. It was determined that the treatment with fertigation in all the variables presented the highest means in relation to the other treatments, in spite of not presenting significant differences in some of the evaluated variables, there were numerical differences between them, the analysis of variances and post hoc tests of the different biometric variables of the banana crop as a result of the

three treatments, An exploratory analysis of the data was carried out by means of a bar graph, followed by an inter-group Factorial ANOVA, showing that the data for each variable measured had significant differences, and also that the types of fertilization influenced the variables measured. It was found that the assumption of additivity between treatments was fulfilled and presented significant differences between the variables evaluated, determining that the variable leaf emission, bunch weight, number of hands, number of fingers of the last hand, presented significant differences between them, contrary to the variables growth, stem, rachis weight and number of fingers of the sun hand, these assumptions are determined because the significance expressed in the test is less than the proposed Alpha of 0.05. The research determined that treatment T3-Fertigation was the treatment that gave the best results in most of the biometric variables considered and therefore the highest production.

Keywords: Injection system, Fertigation, sun hand fingers

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	11
1.1. Objetivo General	12
1.2. Objetivo Especifico	12
2. MARCO TEORICO	13
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.2. Cultivo de banano en Ecuador	13
2.3. Fases fenológicas	13
2.3.1. Fase infantil	14
2.3.2. Fase juvenil	14
2.3.3. Fase vegetativa independiente	14
2.3.4. Fase reproductiva	14
2.4. Características fisicoquímicas del suelo	15
2.5. Características físicas	15
2.5.1. Textura	15
2.5.2. Densidad real	17
2.5.3. Densidad aparente	18
2.6. Características Químicas	18
2.6.1. pH	18
2.6.2. Conductividad Eléctrica	18
2.7 Fertirriego	20
2.7.1. Beneficios del fertirriego	21
2.7.2. Fertirriego en banano	21
2.7.3. Plan de Fertirriego para los cultivos de banano	22
2.8. Solubilidad y compatibilidad de fertilizantes	23
2.8.1. Compatibilidad entre fertilizantes	23
2.8.2. Solubilidad	24
2.9. Riego subfoliar	25
2.10. Nutrición: Función y Efecto de los principales nutrimentos del cultivo	25
2.10.1. Nitrógeno	25
2.10.2. Fósforo	25
2.10.3 Potasio	26
2.10.4 Calcio	26
2.10.5. Azufre	26

2.10.6 Boro	27
2.11. Absorción de nutrientes.....	27
2.11.1 Sistema de inyección	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Localización y caracterización del área de estudio	29
3.1.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio	29
3.2. Instalación del Sistema de Inyección de Fertilizantes.....	30
3.3. Diseño experimental.....	30
3.4. Tratamientos.....	31
3.4.1. Tratamiento 1 (T1-EDAF)	32
3.4.2. Tratamiento 3 (T3-FERTI)	32
3.4.3. Tratamiento 4 (T4-FERT+EDAF)	33
Tabla 5 Factor de estudio en kg ha-1 para el tratamiento fertirriego + edáfico.....	33
3.5. Croquis del experimento.....	33
3.6. Manejo del experimento	34
3.7. Variables medidas	35
– Emisión foliar (V1-EM).....	35
– Altura de la planta (V2-CR)	35
– Diámetro de fuste (V3-FT)	36
– Peso de racimo (V4-PRM).....	36
– Peso de raquis (V5-PRQ)	37
– Número de manos por racimo (V6-NM).....	37
– Número de dedos de mano de sol (V7-NDMS).....	38
– Número de dedos de última mano (V8-NDUM).....	38
3.8. Procedimiento estadístico	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
5. CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFIA.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Conductividad Eléctrica de algunos fertilizantes comerciales en una disolución con 0.5 g/l de agua pura.	19
Tabla 2 Tratamientos aplicados en el estudio.	31
Tabla 3 Factor de estudio en kg ha-1 para el tratamiento edáfico.	32
Tabla 4 Factor de estudio en kg ha-1 para el tratamiento fertirriego.	32
Tabla 5 Factor de estudio en kg ha-1 para el tratamiento fertirriego + edáfico.	33
Tabla 6 Estadística descriptiva las variables evaluadas en los diversos tratamientos. ...	40
Tabla 7 ANOVA de un factor para las variables utilizadas en los diversos tratamientos.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Diagrama triangular de las clases texturales.	17
Figura. 2 Compatibilidad de fertilizantes solubles aplicados en fertirriego.	24
Figura. 3 Esquema de un sistema de fertirriego.....	28
Figura. 4 Ubicación de la zona de estudio.	29
Figura. 5 Croquis del experimento.....	33
Figura. 6 Grados de emisión foliar.	35
Figura. 7 Diferencias entre la variable emisión foliar y los tratamientos de fertilización.42	
Figura. 8 Diferencias entre la variable crecimiento y los tratamientos de fertilización. 43	
Figura. 9 Diferencias entre la variable fuster y los tratamientos de fertilización.	44
Figura. 10 Diferencias entre la variable peso de racimo y los tratamientos de fertilización.	44
Figura. 11 Diferencias entre la variable peso de raquis y los tratamientos de fertilización.	45
Figura. 12 Diferencias entre la variable número de manos y los tratamientos de fertilización.	46
Figura. 13 Diferencias entre la variable número de dedos de la mano de sol y los tratamientos.	46

1. INTRODUCCION

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental en la economía del país, siendo un alimento básico que contribuye a la seguridad alimentaria de millones de personas en el Ecuador, además de proporcionar ingresos y empleos. “En la provincia de El Oro hay aproximadamente 43.352 hectáreas de banano sembradas que significan el 23% de la producción nacional” (Zhiminaicela Cabrera et al., 2020).

Este cultivo es considerado como uno de los que más nutrientes toma por hectárea por lo cual se debe tener un buen programa de fertilización, la nutrición es un aspecto muy importante en el manejo de banano debido a que las plantas de este cultivo son altamente eficientes y producen una gran cantidad de biomasa en un corto periodo de tiempo. (López M., 1995)

La fertirrigación es una técnica muy utilizada en la actualidad, se basa en un sistema de riego que se hace de manera localizada en la parte más activa del sistema radicular de la planta, lo cual favorece la absorción de nutrientes en una porción más pequeña del volumen del suelo. (Info Agro, 2013)

La fertilización edáfica se realiza para lograr la máxima eficiencia agronómica, con la correcta selección y dosificación de nutrientes, además considerando el desarrollo vegetal o etapa fenológica del cultivo, esta fertilización se ve influenciada por factores como la disponibilidad de materia orgánica, acidez del suelo o pH y la capacidad de suministrar nutrientes o CIC. (Valle, 2021)

Una correcta aplicación de fertirriego requiere conocer la demanda que exige un cultivo en sus diferentes etapas fenológicas, la calidad de agua, el consumo de agua por los cultivos, la eficiencia de riego, la solubilidad y compatibilidad de los fertilizantes empleados. (Peña Peralta et al., 2010 citado en Castro, 2021).

1.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de 3 tipos de fertilización: fertirriego, fertilización edáfica y la fertilización edáfica-fertirriego a través de sus parámetros agronómicos en la producción de banano.

1.2. Objetivo Especifico

Realizar un análisis de varianzas y pruebas post hoc de las diversas variables biométricas del cultivo de banano, producto de fertirrigación, fertilización edáfica y fertilización edáfica-fertirriego.

Implementar el uso de tecnología para una agricultura de precisión en el cultivo de banano.

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Diversas investigaciones discuten los efectos de las distintas técnicas de riego para cultivos en la producción bananera. En la Universidad Técnica de Machala, Castro (2021) realizó un trabajo con el propósito de analizar el efecto de diferentes tipos de fertilizantes mediante sus variables biométricas e impacto en la producción de banano, haciendo énfasis en la importancia de aplicar una agricultura de precisión. Los resultados obtenidos marcan la base para el presente estudio de investigación, debido a que se comparan las variables de producción determinando al Fertirriego como el que posee mayor incidencia en el desarrollo de los cultivos de banano.

2.2. Cultivo de banano en Ecuador

El banano se ha constituido como el principal cultivo en el país, con una creciente importancia agrícola, económica y social. La producción de esta fruta es la principal fuente de ingreso económico en el área de exportación agrícola en Ecuador (Zhiminaicela Cabrera et al., 2020)

Ecuador aporta con más del 30% de exportaciones de banano constantemente desde el 2009 (Torres & Santos-Ordóñez, 2020; Ulloa Cortazar et al., 2017). Así, el sector bananero es un eje transcendental en el país.

2.3. Fases fenológicas

En el crecimiento y desarrollo del banano, las fases fenológicas determinan los puntos críticos en un periodo de tiempo donde la planta expone su mayor sensibilidad a determinados factores meteorológicos. Es decir, dependiendo de los valores en estos factores,

se determina el rendimiento de un cultivo. Este intervalo de tiempo se utiliza para juzgar la eficiencia en la producción de una planta (Yzarra Tito & López Ríos, 2011).

2.3.1. Fase infantil

En la fase infantil, lo que se conoce como cormo germina, apareciendo los retoños que son dependientes a la madre. Estos al independizarse, comienzan a desarrollar hojas entre 7,5-12,5. Hasta que aparece una primera hoja de 10 cm de ancho, la cual es conocida como F10 la cual concluye la fase infantil (Soto, 2014, citado por Vargas Céspedes, et al., 2017).

2.3.2. Fase juvenil

Al aparecer la primera hoja F10, comienzan a aparecer hojas estrechas que van engrosando a medida de la etapa de desarrollo de la planta. Además, disminuye la relación ancho-largo (Lassoudière, 2007, citado por Mira Castillo & Sánchez Torres, 2013).

2.3.3. Fase vegetativa independiente

En esta fase, la planta desarrolla su primera hoja completa, también conocida como FM y después de esta se desarrollan entre 12 a 14 hojas antes de la inducción floral, que es cuando se termina la fase vegetativa. Además, la relación entre ancho y largo aumenta con una mayor estabilidad (Martínez Acosta & Cayón Salinas, 2011).

2.3.4. Fase reproductiva

La fase reproductiva se caracteriza porque la planta finaliza la producción de hojas, lo que quiere decir, que la producción y desarrollo de frutos de la planta depende únicamente de las hojas operativas formadas durante la etapa de inflorescencia (Arcila, 1995, citado por Martínez Acosta & Cayón Salinas, 2011). Se considera que la diferencia florar comienza con

la aparición de la hoja Fm, hasta la cosecha del fruto. En esta etapa se pueden catalogar dos tipos de hojas, la Fm a las F cuya etapa puede durar 125 días; y de la F a la C, la cual puede durar 84 días hasta la cosecha (Soto, 2014, citado por Vargas Céspedes, et al., 2017).

2.4. Características fisicoquímicas del suelo

Los rasgos físicos y químicos del suelo involucran diferentes factores a tomar en cuenta para tomar decisiones agrícolas. Es esencial conocer estas propiedades porque delimitan los usos y capacidades del suelo. Además de indicar el estado del suelo, estas características impactan considerablemente en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, influyendo en su productividad final (Urriola S., 2020).

Rucks, et al. (2004) informan que, por un lado, las propiedades físicas definen variables como la fuerza de sostenimiento, el nivel de absorción de las raíces, el almacenamiento y drenaje de agua, la aireación, entre otros. Mientras, los autores también comunican que las propiedades químicas están relacionadas con la disponibilidad a agua de calidad y nutrientes; cambiando la estructura atómica variando por naturaleza debido a cambios generados durante procesos como la meteorización, la recolección de masa orgánica y prácticas varias.

A modo general, estos indicadores fisicoquímicos brindan información relevante porque sirven para medir la calidad y estado del suelo sobre el que se desea trabajar. Por ello, Calderón-Medina, et al. (2018) resalta la importancia de establecer estas propiedades para medir el efecto que tienen las distintas aplicaciones en el suelo y la calidad final.

2.5. Características físicas

2.5.1. Textura

La Guía para la Descripción de Suelos de la FAO (2009) describe a la textura como propiedad del sistema edáfico hace referencia a las varias clases de tamaño de partículas representadas como separaciones o fracciones en el suelo establecidas en un volumen específico, teniendo como base de división a la arcilla, limo y arena en una forma triangular y a las proporciones de arena (muy gruesa, gruesa, media, fina, muy fina) como subdivisión (Bell et al., 2021; Olivares et al., 2022).

Teniendo esto en cuenta, la textura refleja el porcentaje que tiene el suelo de sus elementos. El método utilizado para calcular la composición granulométrica es el análisis mecánico o granulométrico y, a partir de este, se considera que el suelo posee una buena textura si la proporción de los elementos que lo conforman otorgan la oportunidad de ser un soporte que favorece el establecimiento del sistema radicular de las plantas (Rucks, et al., 2004).

De esta forma, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2009) especifica que las clases texturales contienen a texturas como: arena, areno francoso, franco arenoso, franco arcillo-arenoso, franco limoso, franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco, limoso, arcillo arenoso, arcillo limoso, arcilloso y arcilla pesada.

Según Ramírez Carvajal (1997), la importancia de esta propiedad es que tiene la particularidad de influir en la rapidez con que se infiltra el agua en el suelo, la facilidad con la que se prepara el suelo, el drenaje y almacenamiento de fluidos, etc.

2.5.3. Densidad aparente

Se detalla como la masa de la unidad de volumen en suelo seco. Al contrario del anterior, este volumen incluye sólidos y poros, entonces esta propiedad representaría la porosidad general del suelo (Niyasom & Tangboriboon, 2021). En casos de valores de densidad bajos (menos de 1.3 kg dm^{-3}) demuestran un estado poroso del suelo, es así que los indicadores de densidad son útiles para describir la función y calidad del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009).

En la misma línea, se define como la correlación entre la masa y el volumen, considerando el espacio poroso, de suelo. Por lo tanto, la densidad aparente permite conocer el estado del suelo calificando variables como la compactación, la disponibilidad de agua, la disponibilidad de oxígeno y la porosidad (Ramírez Carvajal, 1997).

2.6. Características Químicas

2.6.1. pH

La guía de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2009) establece que el pH representa en la solución del suelo, la actividad iónica de las partículas de hidrógeno, la cual define la facilidad en la asimilación de los nutrientes para las plantas (Zhang et al., 2019). Asimismo, menciona que su importancia como propiedad física-química reside en que, dependiendo de esta, los microorganismos se encargan de mineralizar la materia orgánica (Hong et al., 2020). Además, que está también determina diversos factores que intervienen a la fertilidad del suelo, como la presencia de iones tóxicos y la CIC (Ramírez Carvajal, 1997).

2.6.2. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del suelo es la cualidad que tiene un terreno para conducir corriente eléctrica, gracias a esta, se puede saber con relativa exactitud la cantidad de sales (Poojitha & Athmaselvi, 2018). Esta depende totalmente de la cantidad de iones tanto positivos como negativos en la solución del suelo. Además de estar condicionada por diferentes factores fisicoquímicos como la humedad y la capacidad de intercambio catiónico (Mayol, et al., 2012).

Según Soriano Soto (2018), se ha demostrado que los suelos que conducen la electricidad de forma considerable contienen cantidades elevadas de sal, la cual interviene de forma directa en el desarrollo óptimo de las plantas. Sin embargo, algunos cultivos pueden sobrevivir a diferentes rangos de conductividad dependiendo del tipo de sales (Pothan et al., 2007).

Los niveles de sal en el extracto de saturación, no es la solución real ni exacta en el suelo. Es necesario obtener una CE del suelo que facilite estudiar cuales son las consecuencias de la salinidad de los suelos sobre los cultivos, que será la que estará en contacto con el sistema radicular de las plantas. Para establecer los límites de la salinidad del suelo es necesario a capacidad de campo y punto de marchitez, ya que la salinidad puede variar con la humedad de una extensión de terreno. Además, también es importante saber cuál es la porosidad, la capacidad de campo y el punto de marchites, puesto que quedan expuestos los límites de salinidad bajo los que las plantas podrían ser sometidas (Simón et al., 2013, citado por Castro, 2021) (Tabla 1).

Tabla 1 Conductividad Eléctrica de algunos fertilizantes comerciales en una disolución con 0.5 g/l de agua pura.

Fertilizante	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH
Nitrato de calcio	605	6.6
Nitrato de amonio	850	5.4

Sulfato de amonio	1033	7.5
Nitrato de potasio	693	6.2
Sulfato de potasio	880	5.0
Nitrato de magnesio	448	4.1
Cloruro de potasio	948	4.5

Fuente. Rodríguez & Guzmán, (2004)

2.7 Fertirriego

El fertirriego es una técnica que permite la aplicación simultanea de agua y fertilizante a través del sistema de riego, permitiendo así colocar los fertilizantes en la solución y cerca del sistema radicular de la planta y por ende facilita una mejor absorción y aprovechamiento de los nutrientes, los fertilizantes tienen que disolverse fácilmente en agua y se administran de forma directa en los cultivos junto al agua de riego (Deus et al., 2020).

El fertirriego permite que los nutrientes sean aplicados de forma directa, precisa e uniforme únicamente al volumen radicular humedecido, que es donde se encuentran las raíces activas. El objetivo primordial del fertirriego es priorizar el crecimiento y desarrollo de las plantas, suministrando la cantidad exacta de agua y nutrientes, la cual debe adaptarse según la época del año, la función del cultivo, el objetivo de la producción y otras condiciones (Senthilkumar et al., 2017). Conocer las características del agua la cual va a ser usada como fertirriego es necesario, pues permite definir la cantidad y como dotar a las plantas que les permita una absorción óptima de nutrientes (Salas y Urrestarazu, 2001, citado por Mazuela Águila & de la Riva Morales, 2013).

Al momento de suministrar el fertirriego en el banano, se prioriza la etapa de vegetativa. Puesto que, en esta fase, la planta desarrolla tanto las raíces como el pseudotallo, además que aparecen la mayoría de las hojas (Furcal & Barquero, 2014, citado por Aguilar Macas, 2021).

La conductividad del agua de riego está condicionada proporcionalmente con el volumen de lavado el cual se utilizará para mantener las condiciones óptimas de los nutrientes para las plantas en la rizosfera. Es decir, cuanta mayor conductividad, mayor volumen (Lima Neto et al., 2020). Además, al estar la nutrición mineral de las plantas poco influenciadas de la solución del suelo, es suficiente motivo para que, en estas condiciones, se recomienda que la disolución nutritiva se optimice para las plantas de forma individual, y de forma aún más específica, una solución óptima para el desarrollo fenológico (Mazuela Águila & de la Riva Morales, 2013).

Es importante saber cuáles son las necesidades de un cultivo según cada fase fenológica si se quiere implementar el método de suministro de fertirriego, pues de esta manera, así se podrá alcanzar el máximo rendimiento de un cultivo (Calvache, 2008, citado por Aguilar Macas, 2021).

2.7.1. Beneficios del fertirriego

El fertirriego permite que los nutrientes sean aplicados de forma directa, precisa e uniforme únicamente al volumen radicular humedecido, que es donde se encuentran las raíces activas. Asimismo, al tener un control exacto sobre la cantidad de la aplicación, los nutrientes llevan a cabo de forma eficiente la fertilización, y minimizando las probabilidades de contaminación del agua subterránea por el componente de los fertilizantes, el lixiviado (Valenzuela López & Lizárraga Jiménez, 2020).

2.7.2. Fertirriego en banano

La técnica de fertirriego es importante para el tratamiento de la planta y el propósito de producción. Según Castro García & Chiquillo Sánchez (2016), para los cultivos de

banano, este método contribuye con las consecuencias del exceso o déficit de fertilizante o agua en la planta. Del mismo modo, su estudio afirma que una de las mayores necesidades para las producciones de banano es la cantidad de fertilizante que requiere, sobre todo la de K^+ .

Existe una gran diferencia entre los cultivos de banano en campo abierto y los que están en invernaderos debido al manejo de riego y fertilización. Al contrario de los cultivos encerrados, los que están a campo abierto tienen suelos naturales que permiten la disponibilidad de agua y nutrientes. Por lo tanto, como manifiesta Calvache Ulloa (2008), este tipo de cultivos de banano no depende un fertirriego exhaustivo; por instancia, la producción de banano requeriría de fertirriego de una a dos veces a la semana.

Considerando esto, los sistemas de fertirriego para banano pueden ser sencillos, económicos y manuales, pero con resultados de calidad. Según, Calvache Ulloa (2008), las dosis aplicadas pertenecen a un método cuantitativo, donde se concentra el fertilizante según los nutrientes del suelo y otras propiedades, sin embargo, el factor controlado no es la dosis o su concentración, sino la cantidad final de fertilizante usado expresado en kg/ha. A decir verdad, el método cuantitativo es muy popular en el país.

2.7.3. Plan de Fertirriego para los cultivos de banano

Un adecuado plan de fertirriego, fertilización a través de riego, considera los pasos a continuación (Calvache Ulloa, 2008):

- **Identificar la fenología del cultivo:** Es importante conocer estas fases y su duración en días para calcular en qué tiempos se aplicarán más o menos nutrientes con el agua.
- **Definir la dosis necesaria de nutrientes:** Para delimitar la dosis, se realiza un cálculo con la fórmula de balance.

- **Demanda de la siembra o cultivo:** Es el grado de nutrientes en el cultivo, donde se considera la relación entre la materia seca del fruto por la concentración del nutriente en esta.
- **Aporte del suelo:** Se asume una relación lineal entre el volumen radicular y los nutrientes usados para medir el aporte real de los nutrientes aplicados en el cultivo.
- **Eficiencia de uso del fertilizante:** Es necesario medir la eficacia de la aplicación comparando la fertilización tradicional con el fertirriego, verificando los niveles nutricionales.
- **Distribución de fertilizantes en cada etapa del cultivo:** Se distribuyen todas las dosis en los riegos de cada etapa considerando que no exceda la tolerancia salina del cultivo.

2.8. Solubilidad y compatibilidad de fertilizantes

2.8.1. Compatibilidad entre fertilizantes

Al mezclar fertilizantes, se debe tomar en cuenta una característica en particular, la cual es la compatibilidad entre los fertilizantes. Es decir, cómo reacciona un componente al entrar en contacto con otro, ya que algunos compuestos pueden presentar características físicas nocivas para el cultivo (Casanova, et al., 2015, citado por Pérez López & Rodríguez Barrantes, 2017).

Los fertilizantes, al muchos tener sal en su compuesto, la mezcla entre unos puede crear un fenómeno llamado precipitación, el cual hace que forme compuesto insolubles y obstruya el sistema de regado, disminuyendo la distribución de nutrientes (Zelada, 2017, citado por Aguilar Macas, 2021).

	Nitrato amónico	Nitrato cálcico	Nitrato potásico	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Ácido fosfórico	Ácido nítrico	Sulfato potásico	Sulfato de magnesio	NPK líquidos	Sulfatos de Fe, Zn, Cu y Mn	Quelatos de Fe, Zn, Cu y Mn
Nitrato amónico	-	N	S	S	X	S	S	S	S	N	S	S
Nitrato cálcico	N	-	N	S	N	N	S	X	N	N	N	N
Nitrato potásico	S	N	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Nitrato de magnesio	S	N	S	-	S	N	S	N	S	S	S	S
Fosfato monoamónico	N	N	S	S	-	S	S	S	S	N	N	N
Ácido fosfórico	S	N	S	N	S	-	S	S	S	S	S	S
Ácido nítrico	S	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	S
Sulfato potásico	S	N	S	S	S	S	S	-	S	N	N	N
Sulfato de magnesio	S	N	S	S	S	S	S	X	-	N	N	S
NPK líquidos	N	N	N	N	N	S	S	N	N	-	N	N
Sulfatos de Fe, Zn, Cu y Mn	S	X	S	S	N	S	S	S	S	N	-	X
Quelatos de Fe, Zn, Cu y Mn	S	N	S	S	N	S	S	N	N	N	N	-

Figura. 2 Compatibilidad de fertilizantes solubles aplicados en fertirriego.

Fuente. Antúnez & Felmer, (2009)

2.8.2. Solubilidad

Se define como la capacidad de disolución que tiene un fertilizante en el agua de riego, la cual es influenciada por tres componentes: el pH, la presión y la temperatura. Según Martínez Sánchez (2020), las afecciones del pH indican que el valor óptimo en la solución debe ser entre 6 y 6.5 para conseguir una dilución y estabilidad evitando obstrucciones (McBeath & McLaughlin, 2014). Por otro lado, el autor también menciona el efecto de la temperatura en la solubilidad se evidencia en las reacciones endotérmicas que produce, y también las repercusiones en la mezcla de fertilizantes; reflejando que la solubilidad aumenta con la temperatura (Lombi et al., 2005; Rech et al., 2018).

Es así que todos los fertilizantes deben ser solubles en el agua de riego, presentándose de forma sólida o líquida. Los de forma sólida son materia prima cristalizada natural o sintética con uno o dos nutrientes; en cambio, los líquidos son derivados de procesos

automáticos para uso particular en el fertirriego: soluciones ácidas, suspensiones, mezclas (Guzmán & Díaz, 2004).

2.9. Riego subfoliar

El riego subfoliar o también conocido como riego por aspersión, apareció últimamente en los años 30 con siglo XX dada con la aparición de aspersores. Desde entonces, este tipo de riego ha ido evolucionando y emergiendo con productos que extiendan el sistema de riego (Caicedo Camposano et al., 2015; Santacruz de León & Santacruz de León, 2020). Con estos cambios modernos, el método de riego subfoliar ha resaltado por ventajas como la mayor eficiencia al aplicar, el manejo de la lámina de agua y la oportunidad de automatizar este sistema (Salvatierra Bellido, 2020).

2.10. Nutrición: Función y Efecto de los principales nutrimentos del cultivo

2.10.1. Nitrógeno

Este elemento es esencial no sólo para el crecimiento vegetativo, sino por su papel en la composición de la clorofila. Es de este modo que depende el almacenamiento fotosintético. Además de esto, se menciona que el nitrógeno contribuye a la estimulación del follaje y el desarrollo del tallo, intensificación del verde y representa entre el 40% y 50% de materia orgánica del protoplasma de las plantas (Lalatta, 1998, citado por Cardona, 2017)

2.10.2. Fósforo

Según el manual integral de fertilidad de los suelos (1997) citado por Cardona (2017), el fósforo determina el crecimiento de la planta, pero su esencialidad reside en el hecho de que no puede ser sustituido por otro nutriente. En otras palabras, es indispensable porque contribuye a la formación de raíces, flores, hojas y frutos, pues aumenta la resiliencia a

sequías, heladas y enfermedades. Asimismo, Soria y Viteri (1999), citado por Cardona (2017), menciona su desempeño en la fotosíntesis y la transferencia de información genética.

2.10.3 Potasio

Este elemento se caracteriza por proporcionar rápidamente el flujo de productos de fotosíntesis en la planta (Chandler, 1995), de manera que permite almacenar energía, glucosa, oxígeno, etc. (Soria y Viteri, 1999, citado por Cardona, 2017). Sin embargo, su principal rol lo cumple al proveer de tolerancia al estrés generado por cambios y condiciones climáticas desfavorables, y, más importante aún, se define al potasio como un indicador de calidad de los frutos (Rodríguez, 2004, citado por Cardona, 2017).

2.10.4 Calcio

La calcificación del $N-NO_3$ se utiliza para la creación de proteínas, ya que esta se encarga de activar una gran cantidad de sistemas de enzimas que ayudan a la regulación del desarrollo de una planta (Elbagoury et al., 2021; Maduwanthi & Marapana, 2019). Es totalmente necesario para la el crecimiento de la pared celular y la división óptima de la célula. Además, que ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos producidos por la respiración de la planta (Soria y Viteri, 1999, citado por Cardona, 2017).

2.10.5. Azufre

La materia orgánica y los niveles de azufre están relacionados, cuando la materia orgánica disminuye, usualmente significa que hay una deficiencia de azufre en el suelo. Se deben tomar muestras a nivel del suelo o cerca de 40 cm de profundidad máximo para determinar el nivel de azufre en este (Bawadi et al., 2020). Al momento del uso de correctivos y

fertilizantes que posean azufre en sus fórmulas, se debe estar en constante mantenimiento del tenor y el nivel adecuado de materia orgánica (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

2.10.6 Boro

El boro, al no alterar ni poseer ninguna actividad enzimática, la función del Boro es incomprendida debido a su complejidad. El boro se encarga en efectivizar la transportación de azúcares, la síntesis en la pared celular o la respiración. Es decir, que este elemento está encargado de los procesos metabólicos o posee la función de una fitohormona. (Sumner et al., 2000, citado por Castro, 2021).

2.11. Absorción de nutrientes

La práctica más extendida entre los sistemas agrícolas para la fertilización de cultivos es la de aplicar los nutrientes en el suelo, para que las plantas absorban directamente desde la raíz (Nyombi, 2020). Este tipo de fertilización condiciona la eficacia que tiene la planta para movilizar los nutrientes desde la raíz hasta el resto de tejidos, órganos y organelos dependiendo de su propia capacidad, además de las condiciones del suelo y del fertilizante (Murillo Castillo, et al., 2013)

Además de la absorción a través de la raíz, también existe la fertilización foliar, la cual consiste aplicar los nutrientes correspondientes sobre el tejido de la hoja de una planta (Zhang et al., 2020). Este método se lleva a cabo cuando la planta está bajo estrés y no se pueden llevar las debidas condiciones necesarias para suministrar de forma eficiente los nutrientes (Weinbaum, et al., 2002, citado por Murillo Castillo, et al., 2013).

2.11.1 Sistema de inyección

Se trata de una de las muchas innovadoras tecnologías de riego aportando al procesamiento. Sea tradicional o fertirriego, continúa proveyendo nutrientes a las plantas. Por lo tanto, los sistemas modernos han significado una revolución en la agricultura, mejorando su desarrollo y optimizando sus procesos mientras se ahorra el recurso del agua (Peña Peralta et al., 2010, citado por Castro, 2021).

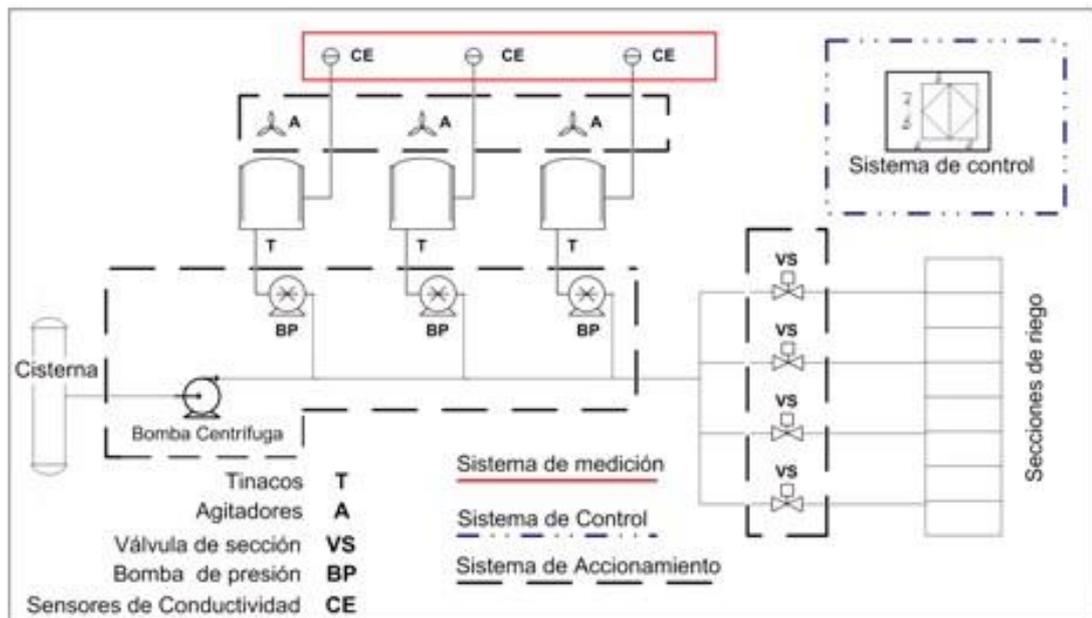


Figura. 3 Esquema de un sistema de fertirriego.

Fuente. Peña, et.al. (2010)

3.1.2 Características climáticas de la zona

El sitio de estudio corresponde a un bosque tropical, con una temperatura media mensual de 26°C, una precipitación que oscila entre 200 – 1000 mm anuales, 2.8 promedio de horas sol y una humedad relativa del 83%. En esta zona sus suelos son de origen aluvial por las afectaciones del río Jubones. (Cañadas, 1983)

3.1.3 Características del suelo

El suelo que se encuentra en el área experimental presenta las siguientes características taxonómicas (Villaseñor & Chabla, 2015):

- Orden Inceptisol
- Suborden: Ustepts
- Gran Grupo: Dystrustepts
- Subgrupo: Aquic Dystrustepts

3.2. Instalación del Sistema de Inyección de Fertilizantes

En la adecuación del sistema para fertirriego se colocó a manera de medidor Venturi dos tanques que se utilizarían para mezclar los fertilizantes en caso de que no sean compatibles y a partir de un sistema de flautas se inyecta agua a presión lo que permitirá que además de disolver los fertilizantes ayudará a homogeneizar las soluciones nutritivas aplicada al sistema de riego por aspersion (Kumar et al., 2020). Todo el sistema será controlado a través de válvulas que regulan la entrada del agua a los tanques, así como la salida de la solución nutritiva que será inyectada al sistema de riego por aspersion subfoliar. Para la aplicación de fertirriego se dividía el tiempo de riego en tres partes, el primer tiempo se lo utilizaba para el humedecimiento superficial del suelo, en el tercio medio se efectuaba la aplicación de los fertilizantes y en el tercio final se complementa el tiempo de riego además de limpiar las tuberías internas y que las soluciones nutritivas que caían sobre las hojas eran lavados y que los nutrientes se incorporen al suelo (Jeyabaskaran & Uma, 2020).

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es en bloques completos al azar cuyo objetivo consiste en mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque y maximizar las diferencias entre bloques.

Los bloques fueron constituidos por áreas compactas en la finca y dentro de cada bloque estaban los diferentes tratamientos de las unidades experimentales. De esta forma se reduce y controla la varianza del error experimental para tener una mayor precisión.

Se implementó 3 tratamientos de sistemas de aplicación de fertilizante, siendo: Edáfico, Fertirriego y Fertirriego + Edáfico en un área 0,9 ha.

Se suministró distintos productos agrícolas para cada tratamiento, trabajando con el mismo grado nutricional:

- Edáfico (Nitrato de Amonio, Boro, DAP, MOP, Sulfato de Zinc, Sulfato de Magnesio, YaraLive Tropicote, Sulfato de Potasio), se aplicó una vez al mes.
- Fertirriego (Yara Rega Azutek, Nitrato de Amonio, MOP, Sulfato de Magnesio, YaraLive Calcinit) se aplicó una vez a la semana
- Fertirriego + edáfico (Yara Rega Azutek, Nitrato de Amonio, MOP, Sulfato de Magnesio, YaraLive Calcinit) se aplicó una vez por semana por fertirriego y una vez al mes por fertilización edáfica

En cada tratamiento se utilizaron 3 repeticiones teniendo una densidad poblacional de 1400 plantas ha⁻¹ y a su vez los tratamientos se encontraban agrupados por 10 plantas por cada unidad experimental, teniendo la fertilidad como el factor no controlado del experimento.

3.4.Tratamientos

Se realizó un plan nutricional completo con mismo grado nutricional, el trabajo se realizó por módulos que abarcan 0.9 hectárea

Tabla 2 Tratamientos aplicados en el estudio.

Tratamientos	
T1	Edáfico
T2	Testigo
T3	Fertirriego
T4	Fertirriego + Edáfico

Fuente. El autor.

3.4.1. Tratamiento 1 (T1-EDAF)

Las concentraciones y fuentes de los elementos aplicados fueron las siguientes: Nitrato de Amonio con 42 kg ha⁻¹, Boro con 700 g ha⁻¹, DAP con 8 kg ha⁻¹, MOP con 29 kg ha⁻¹, Sulfato de Zinc con 318 g ha⁻¹, Sulfato de Magnesio con 28 kg ha⁻¹, YaraLive Tropicote con 44 kg ha⁻¹ y YaraLive Tropicote con 44 kg ha⁻¹ (Tabla 3).

Tabla 3 Factor de estudio en kg ha-1 para el tratamiento edáfico.

Fertilizantes	Edáfico	
	Kg ha ⁻¹	g ha ⁻¹
Nitrato de Amonio	42	
Boro		700
DAP	8	
MOP	29	
Sulfato de Zinc		318
Sulfato de Magnesio	28	
YaraLive Tropicote	44	
Sulfato de Potasio	53	

Fuente. El autor.

3.4.2. Tratamiento 3 (T3-FERTI)

Las concentraciones y fuentes de los elementos aplicados fueron las siguientes: Yara Rega Azutek con 22 kg ha⁻¹, Nitrato de Amonio con 3 kg ha⁻¹, MOP con 9 kg ha⁻¹, Sulfato de Magnesio con 7 kg ha⁻¹ y YaraLive Calcinit con 11 kg ha⁻¹ (Tabla 4).

Tabla 4 Factor de estudio en kg ha-1 para el tratamiento fertirriego.

Fertilizantes	Fertirriego	
	Kg ha ⁻¹	
Yara Rega Azutek	22	
Nitrato de Amonio	3	
MOP	9	
Sulfato de Magnesio	7	
YaraLive Calcinit	11	

Fuente. El autor.

3.4.3. Tratamiento 4 (T4-FERT+EDAF)

En el tratamiento fertirriego + edáfico se aplicaron la mezcla de 5 productos, siendo 2 fertilizantes solubles: Yara Rega Azutek y YaraLive Calcinit. Los 3 restantes fueron aplicados de manera edáfica: Nitrato de Amonio, MOP y Sulfato de magnesio su presentación es edáfica (Tabla 5).

Tabla 5 Factor de estudio en kg ha⁻¹ para el tratamiento fertirriego + edáfico

Fertirriego + Edáfico	
Fertilizantes	Kg ha ⁻¹
Yara Rega Azutek	22
Nitrato de Amonio	12
MOP	36
Sulfato de Magnesio	24
YaraLive Calcinit	11

Fuente. El autor

3.5. Croquis del experimento

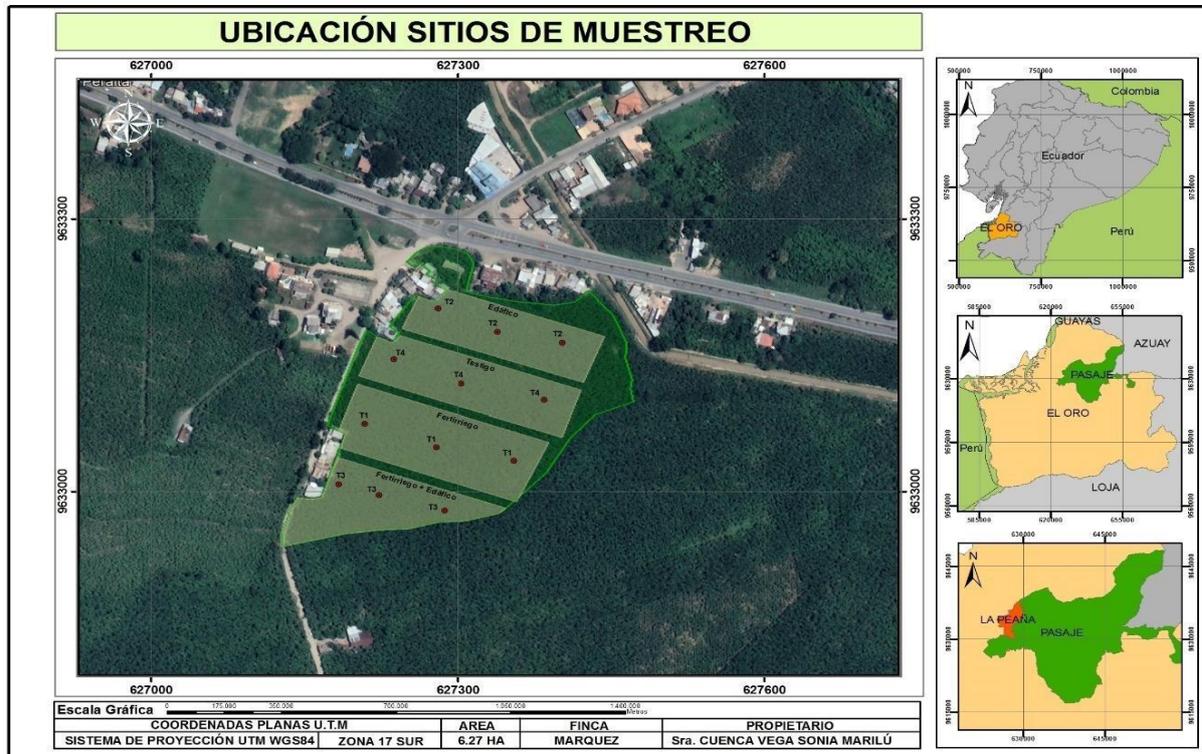


Figura. 5 Croquis del experimento.

Fuente: (Castro, 2021)

3.4.1 Especificidades del diseño

Número de Tratamientos: 4

Número de Repeticiones: 3

Número de Unidades Experimentales: 10

Tamaño de la parcela total: 2.7 ha

Plantas por parcela total (plantas): 1400

3.6. Manejo del experimento

Para realizar el experimento se utilizó los siguientes estudios:

-Análisis del Suelo

-Macro y Micronutrientes

-Dosis de riego

-Fertilizantes a utilizar y su composición química

3.5.1 Materiales y herramientas

Los materiales utilizados para la gestión del estudio fueron los siguientes:

- Estacas
- Escalera
- Etiquetas
- Piola
- Machete
- Libreta de apuntes
- Lápiz
- Cinta métrica
- Balde

3.5.2 Equipos

Los equipos utilizados para la gestión del experimento fueron:

- Balanza
- Sistema de Inyección de fertilizante para riego subfoliar
- Equipo motobomba
- Manómetro
- Calibrador

3.7. Variables medidas

– Emisión foliar (V1-EM)

(Aguilar, 2017), manifiesta que el desarrollo de la hoja candela se divide en 5 estadios según la escala de Brun implementada en 1963, la cual será valorada cada 7 días:

- **Estadio 0:** Hoja candela aproximadamente de 10cm de longitud.
- **Estadio 2:** Hoja candela más grande, pero aún no alcanza su desarrollo completo.
- **Estadio 4:** Hoja candela completamente libre.
- **Estadio 6:** El lado izquierdo ya está abierto y su apertura ocurre en extremo del ápice:
- **Estadio 8:** La parte superior de la hoja se abre y la base tiene la forma de una corneta abierta.



Figura. 6 Grados de emisión foliar.

Fuente. (Aguilar, 2017)

– Altura de la planta (V2-CR)

(Martínez, 2012), indica que la se debe realizar desde la base del pseudotallo hasta la intersección de la vaina de la hoja uno y dos. Este dato se registra cada 15 días hasta el día de la cosecha.



Figura 7. Altura de planta a la cosecha

Fuente. El autor

– **Diámetro de fuste (V3-FT)**

Durante el estudio, se procedió a medir la circunferencia cada 15 días con un flexómetro a una altura de 1 metro (Bravo, 2021). Y a su vez se registraron los datos en el cuadro del formato de evaluación.



Figura 8. Medición del diámetro del fuste

Fuente. El autor

– **Peso de racimo (V4-PRM)**

Una vez alcanzado el grado requerido se cosecho y se pesó cada racimo al llegar a la planta empacadora y sus valores fueron expresados en libras (Hurtado, 2013).



Figura 9. Peso de los racimos cosechados
Fuente. El autor

– **Peso de raquis (V5-PRQ)**

El peso del raquis se evalúa mediante una balanza digital. Se desmana el racimo para podreecer a pesar el raquis.



Figura 10. Raquis del banano
Fuente. El autor

– **Número de manos por racimo (V6-NM)**

Una vez que se cosecha el racimo, se cuenta el número de manos antes de realizar el desmane del racimo (Hurtado, 2013).



Figura 11. Número de manos por racimos
Fuente. El autor

– Número de dedos de mano de sol (V7-NDMS)

Se cuenta el número de dedos de la mano sol con grado y calidad exportable, al momento de realizar el desmane del racimo en la empacadora (Bravo, 2021).



Figura 12. Número de dedos de mano de sol
Fuente. El autor

– Número de dedos de última mano (V8-NDUM)

Una vez realizado el desmane en la empacadora, se procede a contar el número de dedos de la última mano con grado y calidad exportable (Bravo, 2021).



Figura 13. Última mano de banano
Fuente. El autor

3.8. Procedimiento estadístico

Se utilizó los análisis de pruebas paramétrica de medio del programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0.05$).

La aleatorización e independencia de observaciones, se efectuó al inicio del experimento, pues se distribuyó dentro de cada bloque todos los tratamientos aleatoriamente y se seleccionó 10 observaciones en cada repetición lo que nos da un total de 30 observaciones por cada tratamiento, esto con el fin de garantizar la aleatorización y asegurar la normalidad y homogeneidad de datos en el procesamiento estadístico previo a realizar el análisis de varianza.

El análisis de varianza factorial Inter grupos se efectuó utilizado en un diseño en bloque completos al azar, que contiene tres fuentes de variación, las cuales son: El factor de estudio, los factores no controlados y el error experimental. Se utilizó pruebas post hoc de subconjuntos homogéneos de Tukey para encontrar las diferencias significativas entre tratamientos (García et al., 2011).

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez que se identificó que en al menos uno de los tratamientos existió diferencias significativas de cada una de las variables, fue necesario realizar una prueba post-hoc, la cual indicó que el tratamiento 3 (T3-FERTI) fue el mejor y el tratamiento 2 (T2-TES) presentó los valores mínimos. Se muestra el resumen estadístico de los datos de las 8 variables estudiadas, la variable emisión foliar (V1-EM) con una media T1 0.59, T2 0.50, T3

0.70 y T4 0.65 alcanzando un valor máximo de 0.77 y un valor mínimo de 0.40. Crecimiento de la plata (V2-CR) con una media T1 4.19 m, T2 4.07 m, T3 4.29 m y T4 4.36 m alcanzando un valor máximo de 4.77 m y un valor mínimo de 3.38 m. Diámetro de fuste (V3-FT) con una media T1 66.61 cm, T2 65.56 cm, T3 69.28 cm y T4 69.05 cm alcanzando un valor máximo de 78 cm y un valor mínimo de 51.50 cm. Peso del racimo (V4-PRM) con una media de T1 67.71 lb, T2 60.74 lb, T3 75.74 lb y T4 70.23 lb alcanzando un valor máximo de 82.50 lb y un valor mínimo de 48.9 lb. Peso del raquis (V5-PRQ) con una media de T1 8.13 lb, T2 7.99 lb, T3 8.80 y T4 8.47 lb alcanzando un valor máximo de 10.2 lb y un valor mínimo de 6.2 lb. Numero de manos (V6-NM) con una media de T1 6.73, T2 5.93, T3 7.60 y T4 6.96 alcanzando un valor máximo de 9 y un valor mínimo de 4. Numero de dedos manos Sol (V7-NDMS) con valores de media de T1 18.23, T2 17.10, T3 19.03 y T4 17.83 alcanzando un valor máximo de 24 y un valor mínimo de 15. Numero de dedos ultima mano (V8-NDUM) con valores de media de T1 15.86, T2 14.43, T3 16.46 y T4 15.43 alcanzando un valor máximo de 20 y un valor mínimo de 12.

Realizadas las pruebas de ANOVA de un factor se presentó la estadística descriptiva de los tratamientos con el fin de conocer las variaciones que se presentan entre la fertilización edáfica, el tratamiento testigo, la fertiirrigación y finalmente la fertiirrigación + edáfico, en este sentido se identificó los siguientes resultados para cada tratamiento expresando la media, desviación estándar, el valor mínimo y el valor máximo (Tabla 6).

Tabla 6 Estadística descriptiva las variables evaluadas en los diversos tratamientos.

Variable	Tratamiento	Descriptivos				
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error	Mínimo	Máximo
Emisión Foliar	Edáfico	0,5983	0,05173	0,00945	0,52	0,7
	Testigo	0,5037	0,0414	0,00756	0,4	0,57
	Fertirriego	0,7097	0,03479	0,00635	0,63	0,77
	Fertirriego + Edáfico	0,653	0,03993	0,00729	0,55	0,73
Crecimiento	Edáfico	4,1963	0,21263	0,03882	3,74	4,54
	Testigo	4,078	0,23066	0,04211	3,38	4,48
	Fertirriego	4,2947	0,14607	0,02667	3,8	4,52
	Fertirriego + Edáfico	4,3683	0,22757	0,04155	3,8	4,77
Fuster	Edáfico	66,617	4,61012	0,84169	55	75
	Testigo	65,567	5,00471	0,91373	51,5	73,5
	Fertirriego	69,283	3,80717	0,69509	59	74
	Fertirriego + Edáfico	69,057	4,94903	0,90356	56,5	78

Peso de racimo	Edáfico	67,713	4,87136	0,88938	58,6	78,4
	Testigo	60,747	6,3338	1,15639	48,9	72,6
	Fertirriego	75,747	3,82124	0,69766	68,4	82,5
	Fertirriego + Edáfico	70,237	4,14475	0,75672	64,1	80,6
Peso raquis	Edáfico	8,1367	0,56415	0,103	7	9,3
	Testigo	7,9933	0,73341	0,1339	6,2	9,2
	Fertirriego	8,8033	0,71847	0,13117	7,3	10,2
	Fertirriego + Edáfico	8,47	0,64442	0,11765	7,2	10
Número de manos	Edáfico	6,7333	0,63968	0,11679	6	8
	Testigo	5,9333	0,78492	0,14331	4	7
	Fertirriego	7,6	0,67466	0,12318	6	9
	Fertirriego + Edáfico	6,9667	0,55605	0,10152	6	8
Número dedos mano de sol	Edáfico	18,233	1,16511	0,21272	16	22
	Testigo	17,1	1,24152	0,22667	15	20
	Fertirriego	19,033	2,07586	0,379	16	24
	Fertirriego + Edáfico	17,833	1,17688	0,21487	16	22
Número dedos última mano	Edáfico	15,867	1,10589	0,20191	14	18
	Testigo	14,433	1,50134	0,27411	12	17
	Fertirriego	16,467	1,54771	0,28257	13	20
	Fertirriego + Edáfico	15,433	1,25075	0,22835	12	18

Descrito los resultados obtenidos se realizó una prueba ANOVA con el fin de identificar si existen diferencias significativas entre las variables que se evalúan determinando que la variable emisión foliar, fuste, peso de racimo, número de manos, número de dedos de la última mano, crecimiento, peso raquis y número de dedos de la mano de sol presentaron diferencias significativas entre sí, estos supuestos se determinan debido a que la significancia expresada en la prueba es menor al Alpha propuesto de 0,05.

Tabla 7 ANOVA de un factor para las variables utilizadas en los diversos tratamientos.

Variable	ANOVA			
	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Emisión Foliar	0,692	0,231	128,283	0
	0,209	0,002		
	0,901			
Crecimiento	1,424	0,475	11,072	0
	4,975	0,043		
	6,399			
Fuster	13030,706	4343,569	1,179	0,004

	427482,792	3685,196		
	440513,498			
Peso de racimo	3486,422	1162,141	48,611	0
	2773,214	23,907		
	6259,636			
Peso raquis	11,779	3,926	8,786	0
	51,841	0,447		
	63,62			
Número de manos	42,692	14,231	31,806	0
	51,9	0,447		
	94,592			
Número dedos mano de sol	58,5	19,5	9,077	0
	249,2	2,148		
	307,7			
Número dedos última mano	66,033	22,011	11,839	0
	215,667	1,859		
	281,7			

Realizadas las pruebas estadísticas se va a identificar dentro de las variables como varían los resultados entre los tratamiento así la variable emisión foliar que presento diferencias estadísticas se evidencia que el tratamiento con fertirriego presento el valor más alto de los tratamiento y presento diferencia entre sí con una media de 0,71, seguido con fertirriego + edáfico con 0,65, el tratamiento edáfico con una media de 0,60 y el tratamiento testigo con la media más baja de una emisión foliar de 0,50 (Figura 7).

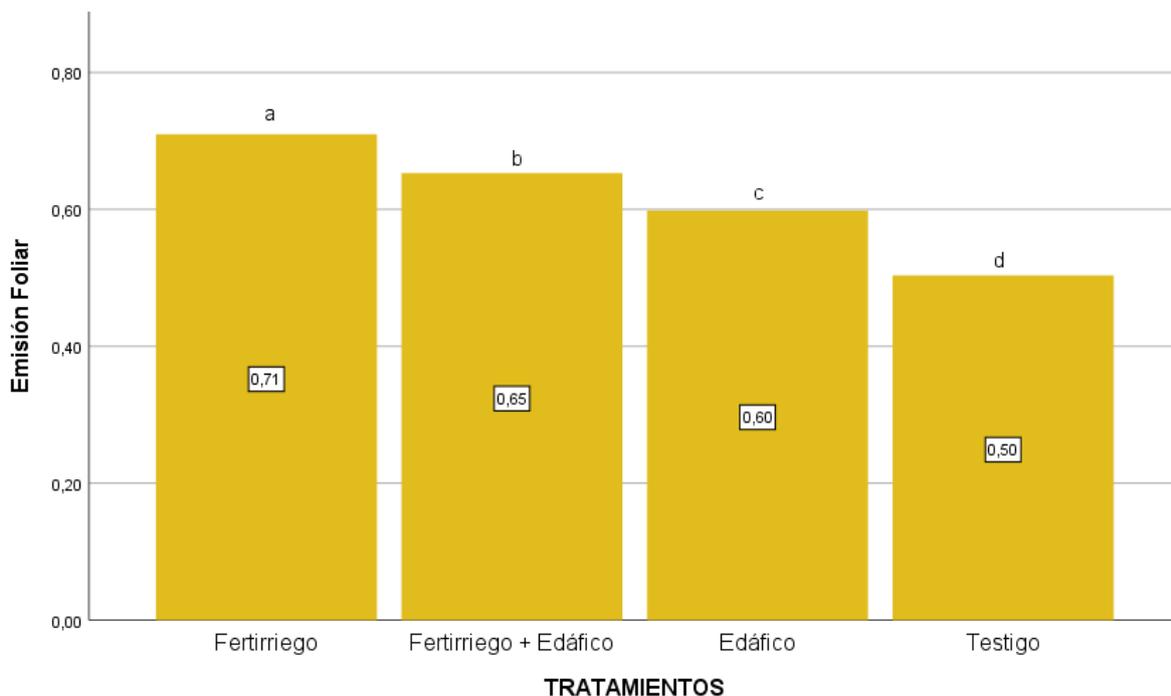


Figura. 7 Diferencias entre la variable emisión foliar y los tratamientos de fertilización.

En cuanto al crecimiento del cultivo esta variable presento diferencias significativas entre los tratamientos e incluso presento una característica en la que los datos encontrados debido a que el tratamiento testigo presento la media más bajo con 4,06 el tratamiento edáfico de 4,20, el tratamiento con fertirriego 4,29 y el tratamiento de fertirriego + edáfico una media mayor a todas con 4,37, estos resultados presentan diferencias estadísticas de los tratamientos entre sí (Figura 8). (Carrera, 2011)

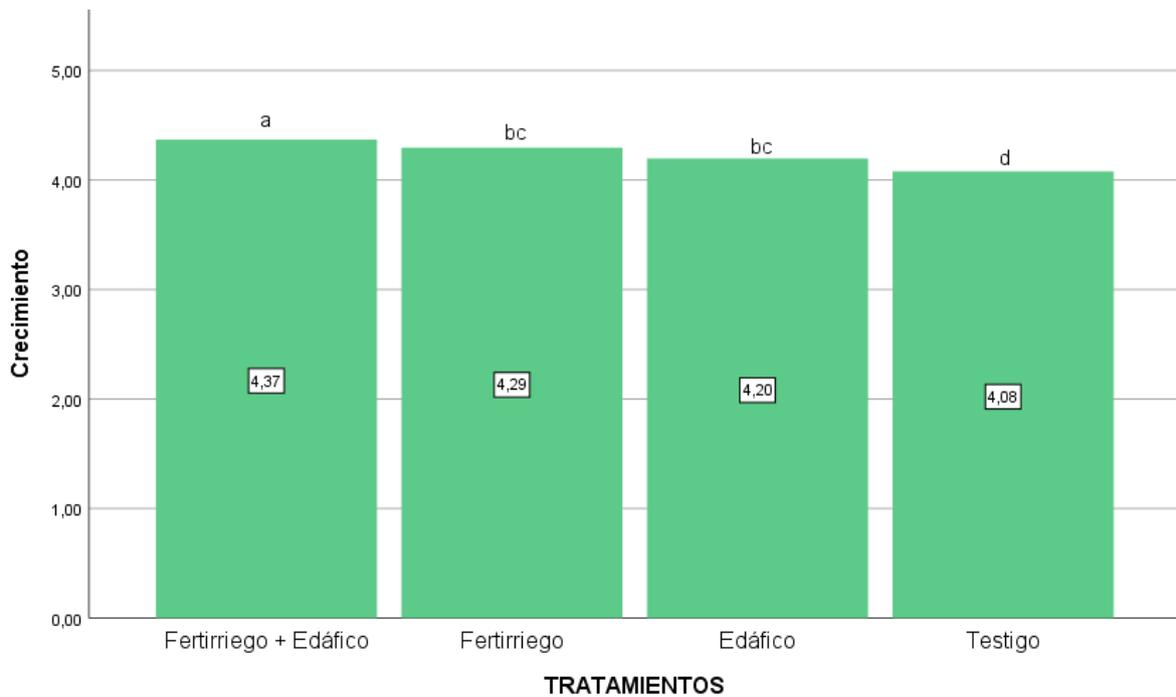


Figura. 8 Diferencias entre la variable crecimiento y los tratamientos de fertilización.

En este mismo sentido el diámetro del fuste presento diferencias significativas en el cultivo evidencian que la media más alta se presentó en el tratamiento fertirriego 69,28 seguido fertirriego + edáfico de 69,06 seguido por el edáfico 66,62, seguido por testigo con 65,57 (Figura 9). (Colina, 2021)

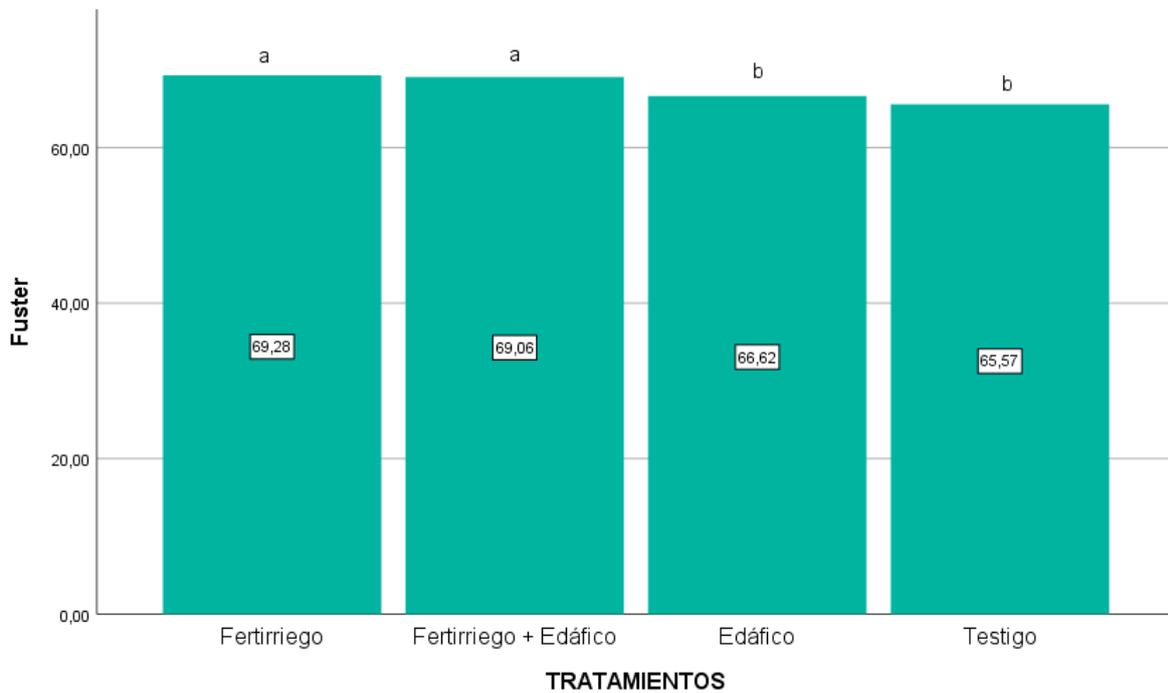


Figura. 9 Diferencias entre la variable fuste y los tratamientos de fertilización.

En cambio, en el peso del racimo de banano que es uno de los cultivos de mayor relevancia debido a la importancia económica y para medir la productividad de la misma se evidencio que el tratamiento con fertirriego presento la media más alta con 75,75, seguido por el tratamiento fertirriego + edáfico de 70,24, luego el tratamiento edáfico con 67,71 y finalmente el tratamiento con testigo con 60,75.

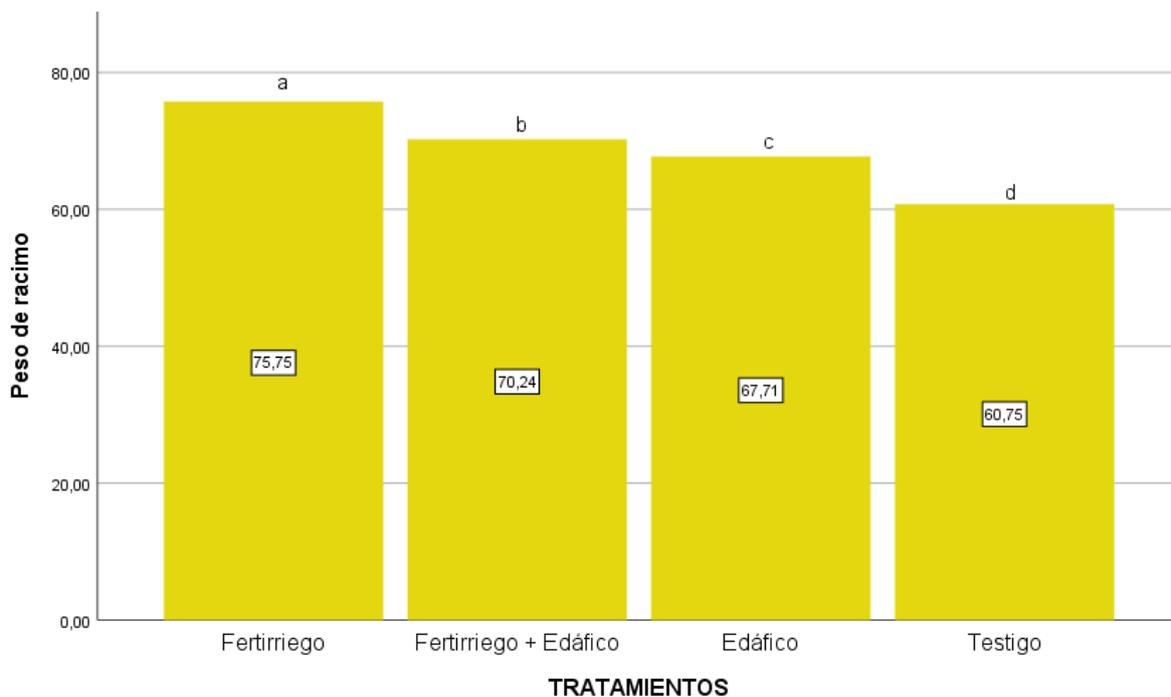


Figura. 10 Diferencias entre la variable peso de racimo y los tratamientos de fertilización.

La variable peso de raquis presento diferencias estadísticas entre los tratamientos la variable fertirriego presento la media más alta con 8,80, seguido por 8,47 mediante la variable fertirriego + edáfico, continuamente de 8,14 de edáfico y finalmente 7,99 para la variable testigo, las pruebas POST HOC de Duncan utilizadas en el estudio no presento diferencias significativas entre los tratamientos.

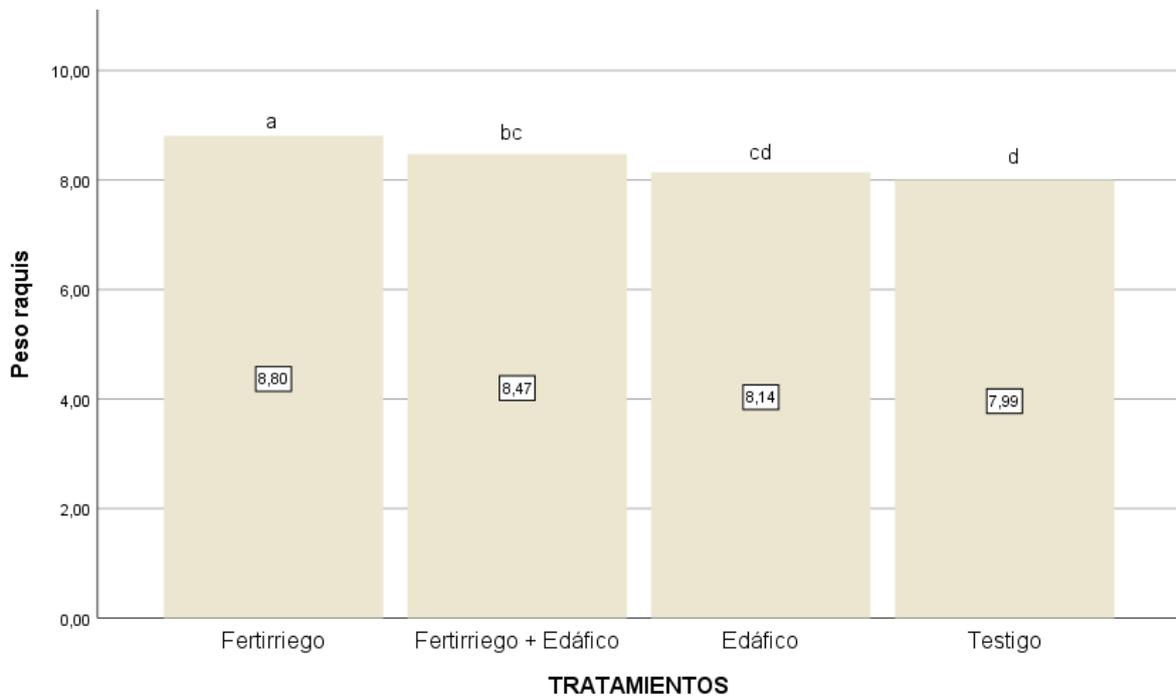


Figura. 11 Diferencias entre la variable peso de raquis y los tratamientos de fertilización.

Dentro de los tratamientos evaluados para la variable número de mano se identificó que el tratamiento con fertirriego presento la media más alta con 7,60, seguido por la variable fertirriego + edáfico con 6,97 como media, edáfico con 6,73 la cual se agrupo estadísticamente dentro del tratamiento testigo 5,93.

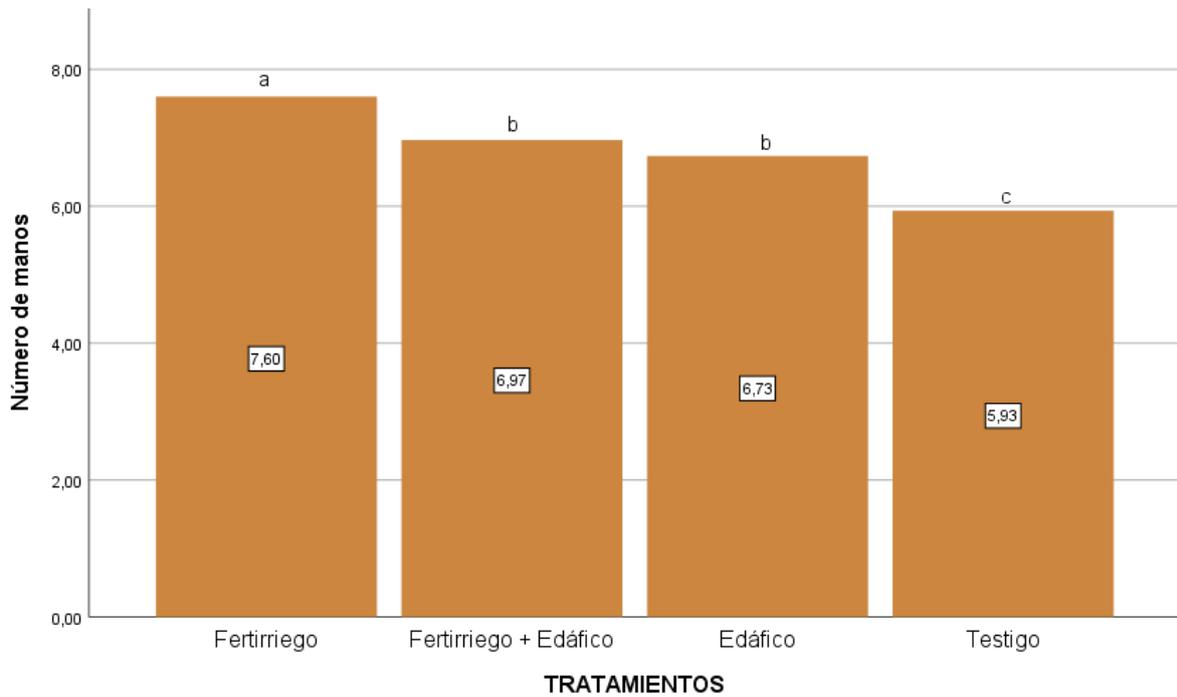


Figura. 12 Diferencias entre la variable número de manos y los tratamientos de fertilización. El número de dedos en la mano de sol indica que de acuerdo con las pruebas POST HOC se presentaron diferencias significativas entre sí siendo la media más alta la variable fertirriego 19,03, edáfico con 18,23, fertirriego + edáfico 17,83 y finalmente el tratamiento testigo con la misma media de 17,10 entre sí.

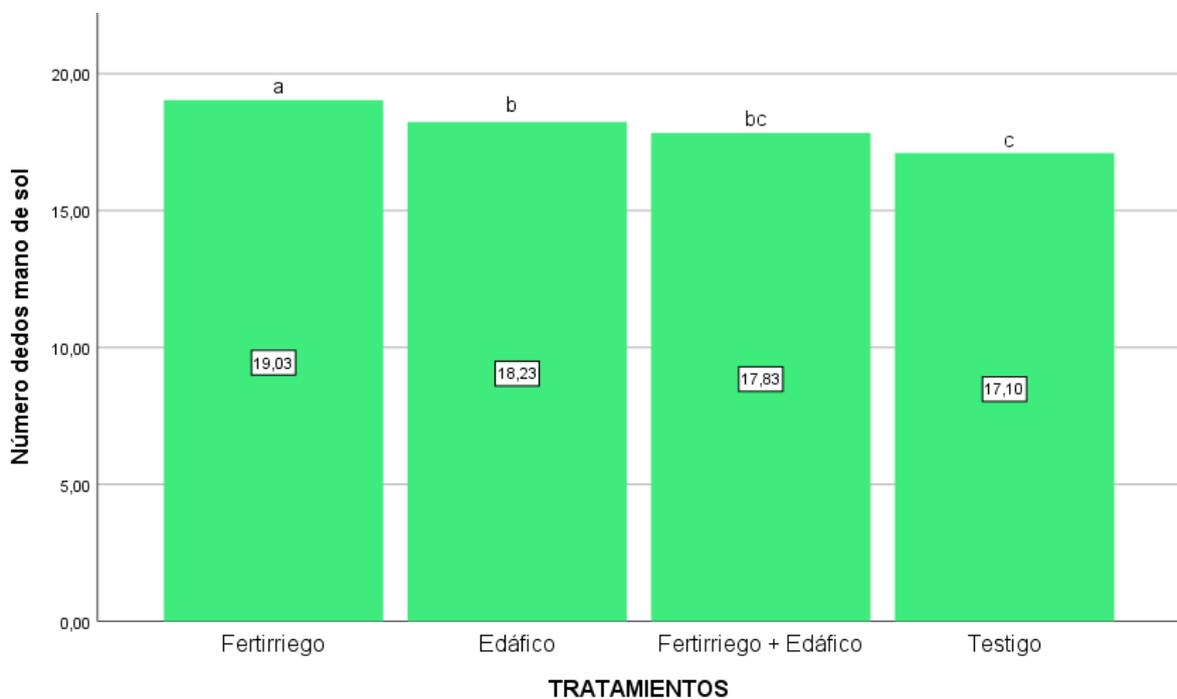
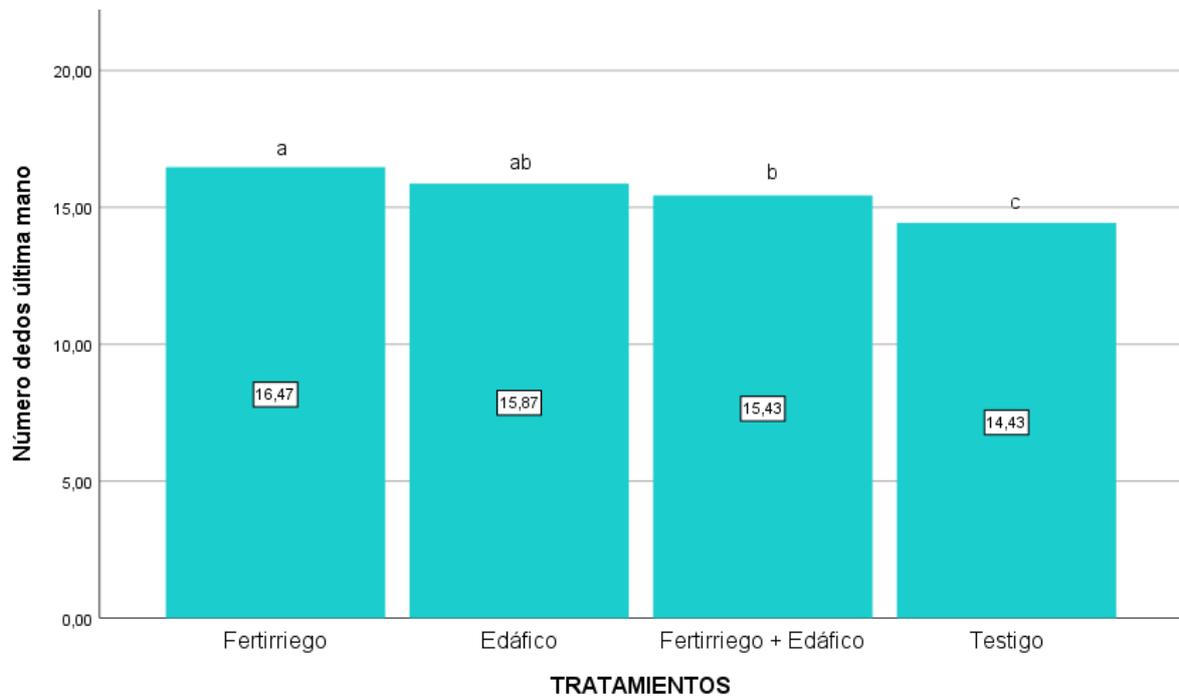


Figura. 13 Diferencias entre la variable número de dedos de la mano de sol y los tratamientos.

Finalmente, el número de dedos de la última mano indican como en todas las variables previamente evaluadas el tratamiento con fertirriego presento la media más alta de 16,47, seguido por el tratamiento con el edáfico 15,87 agrupado de acuerdo con las pruebas POST HOC con una media de 15,43, finalmente el tratamiento de fertirriego + edáfico con una media menor a los demás tratamientos con una media de 14,43.



5. CONCLUSIONES

El tratamiento con fertirriego en todas las variables biométricas analizadas, presento las medias más altas con relación a los demás tratamientos a excepción de la variable de crecimiento (CR), que obtuvo la media más alta en el tratamiento fertirriego + edáfico, presentado diferencias significativas entre tratamientos

Se evidencio, que en el tratamiento de fertirriego los fertilizantes fueron mejor asimilados por las plantas, determinado en un aumento en su emisión foliar y diámetro de fuste de 0.5 hojas por semana en el testigo a 0.71 con fertirriego y de 65.57 cm en el testigo a 69.28 cm con fertirriego, respectivamente.

Se obtuvo un aumento del peso del racimo de 60,75 lb en tratamiento testigo a 75,75 lb con el tratamiento de fertirriego, determinándose una diferencia significativa a través de la prueba de ANOVA, donde el Alpha calculado, fue menor al Alpha propuesto de 0,05.

El sistema de fertirriego implementado bajo el principio Venturi en la inyección de los fertilizantes al sistema de riego por aspersion presento un efecto significativo en la producción, dando así un aporte al sector productivo bananero.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Macas, H. F. (2021). Incidencia del intervalo de riego en sistema de irrigación subfoliar, aplicando fertirriego y fertilización edáfica en la producción de banano. *Universidad Técnica de Machala*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16535/1/TTUACA-2021-IA-DE00001.pdf>
- Aguilar, A. (18 de 08 de 2017). *www.dspace.espol.edu.ec*. Obtenido de www.dspace.espol.edu.ec: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/12496ca3-f9d7-4c97-b4d4-81748fc627a1/D-65748.pdf>
- Beltrán Magallanes, J. L. (2018). Propiedades físicas de los suelos, un. *Universidad Autónoma de Sinaloa*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323906391_Propiedades_fisicas_de_los_suelos_un_recurso_natural_prestador_de_servicios_biologicos_y_ambientales
- Bravo, E. (28 de 6 de 2021). *cia.uagraria.edu.ec*. Obtenido de cia.uagraria.edu.ec: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRAVO%20FREIRE%20ERIKA%20ANDREA.pdf\(FERTILIZACIÓN EDAFICA EN DRENCH CON ORMUS\)](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRAVO%20FREIRE%20ERIKA%20ANDREA.pdf(FERTILIZACIÓN EDAFICA EN DRENCH CON ORMUS))
- Calderón-Medina, C. L., Bautista-Mantilla, G. P., & Rojas-González, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *ORINOQUIA*, 22(2), 141-157. doi:10.22579/20112629.524
- Calvache Ulloa, M. (2008). *Fertirriego en Ecuador, Presente y Futuro*. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301766196_FERTIRRIEGO_EN_EL_ECUADOR
- Cañadas, L. (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Mag-Pronareg, 0(0).
- Cardona, W. A. (2017). *Requerimientos nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) en etapa vegetativa y reproductiva de un cultivo de mora (Rubus glaucus Benth.), ubicado en el municipio de Sylvania (Cundinamarca)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59275/1053794741.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrera. (2011). *repositorio.ug.edu.ec*. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1592/1/MANUEL%20ANTONIO%20CARRERA%20RAM%c3%8dREZ.pdf>
- Castro García, G., & Chiquillo Sánchez, H. P. (2016). Evaluación de tres alternativas de fertirriego en el establecimiento del cultivo de plátano (musa paradisiaca/harton cv) en el Yopal, Casanare. *Ingeniería Y Región*, 16(2), 49-55. doi:<https://doi.org/10.25054/22161325.1298>
- Castro, V. (2021). Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17467>

- Castro, V. (2021). *http://repositorio.utmachala.edu.ec*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec>: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17467>
- Colina. (2021). *lacolina.com.ec*. Obtenido de lacolina.com.ec: https://lacolina.com.ec/fichas/rse/Vidminerals_bananos.pdf
- Diego, V., & Julio, C. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de. *Cumbres*, 28-34.
- Guzmán, M., & Díaz, R. (2004). *Tecnologías y Programación en Agroplasticultura*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/257416472_CHARACTERISTICAS_DE_LOS_FERTILIZANTES_PARA_SU_USO_EN_LA_FERTIRRIGACION
- Hurtado, D. (20 de 12 de 2013). *repositorio.uteq.edu.ec*. Obtenido de [repositorio.uteq.edu.ec](https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2803/1/T-UTEQ-0354.pdf): <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2803/1/T-UTEQ-0354.pdf>
- Info Agro. (2013). *www.infoagro.go.cr*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/fertirrigacion.pdf>
- López M., A. (1995). *http://nla.ipni.net*. Obtenido de <http://nla.ipni.net>: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf)
- Martínez Acosta, A. M., & Cayón Salinas, D. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2), 6055-6064. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Martínez Sánchez, C. (2020). *Fertilizantes para fertirriego: conceptos y propiedades*. Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco, Tabasco. Obtenido de <https://www.riego.mx/files/webinars/webinar13.pdf>
- Martínez, A. (22 de 3 de 2012). *www.scielo.org.co*. Obtenido de www.scielo.org.co: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Mayol, M. B., Costa, J. L., Cabria, F. N., & Aparicio, V. C. (2012). Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de sodio del suelo. *Ciencia del Suelo*, 30(2), 95-105. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/285773017_Relationship_between_spatial_variability_of_electrical_conductivity_and_soil_sodium_content
- Mazuela Águila, P. C., & de la Riva Morales, F. (2013). *Manual de Fertirriego*. Arica: Universidad de Tarapacá. Obtenido de <http://sb.uta.cl/libros/30846%20manual%20fertirriego%20web.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Quito. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>

- Mira Castillo, J., & Sánchez Torres, J. D. (2013). *Principios para la nutrición del cultivo de banano*. Medellín: AUGURA. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12593>
- Murillo Castillo, R. G., Piedra Marín, G., & León, R. G. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*, 27(1), 232-244. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4945327>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Cuarta ed.). Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>
- Pérez López, E., & Rodríguez Barrantes, D. (2017). Estudio físico-químico para la formulación de un fertilizante líquido de composición completa. *Revista Pensamiento Actual*, 17(29), 51-68. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/31551/31282>
- Ramírez Carvajal, R. (1997). *Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Suelos* (Primera ed.). Santafé de Bogotá: PRODUMEDIOS. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo: Universidad de la República. Obtenido de <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Salvatierra Bellido, B. (2020). *Evaluación de la distribución del agua en sistemas de riego por aspersión estacionarios con viento*. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/94149/TESIS%20BENITO%20SALVATIERRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). *Sector Bananero Ecuatoriano*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/Sector-bananero-ecuatoriano-final.pdf>
- Soriano Soto, M. D. (2018). Conductividad eléctrica del suelo. *Riunet Mòvil*. Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/105110>
- Urriola S., L. (Octubre de 2020). ¿Por qué estudiar las propiedades físicas del suelo? *Revista Semilla Del Este*, 1(1), 23-26. Obtenido de https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/2020
- Valenzuela López, M., & Lizárraga Jiménez, R. (1 de Junio de 2020). *HortiCultivos*. Obtenido de Las ventajas de la Fertirrigación: <https://www.horticultivos.com/nutricion/fertirrigacion/las-ventajas-de-la-fertirrigacion/>

- Valle. (2021). <http://semillasvalle.com>. Obtenido de <http://semillasvalle.com/site/blog/la-importancia-de-una-fertilizacion-edafica-justa-y-balanceada/>
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>
- Villamar , L. (Octubre de 2011). <http://repositorio.ug.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3558/1/Villamar%20D%c3%adaz%20Liliana%20Estefan%c3%ada.pdf>
- Villaseñor Diego, C. J. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de. *Cumbres* , 28-34.
- Villaseñor, D., & Chabla, J. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de. *Revista Científica Cumbres*, 28-34.
- Yzarra Tito, W. J., & López Ríos, F. M. (2011). Manual de Observaciones Fenológicas. Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Zhiminaicela Cabrera, J. B., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (Septiembre de 2020). La producción de banano en la Provincia de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189-195. Obtenido de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/327>