

**Universidad Católica del Trópico Seco
“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”
Facultad de Ciencias Agropecuarias**



**Informe Final de Tesis para optar al título profesional de Ingeniero
Agropecuario**

**Evaluación de tecnología Regulación de la Dinámica Radicular
(RDR) en el cultivo de *Musa Spp* en el municipio de León, 2020**

Autores

Walter Aníbal Benavidez Hernández

Freddy Noé Bustamante Parrales

Tutor

M.Sc Harlin Demetrio García Cruz

Asesor

M.Sc Alejandro Parrales Chavarría

Estelí, noviembre de 2020

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por el Departamento de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE), y aprobado por el Honorable Sínoo Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de: **INGENIERO AGROPECUARIO**

Tutor

M.Sc. Harlin Demetrio García Cruz

Asesor

M.Sc. Maura Azucena Rodríguez Flores

Sínoo Evaluador

M Sc. Pablo Antonio Alfaro Dávila

M.Sc. José Rubén Sanabria Rodríguez

M.Sc. Rosa Xiomara Rivera Herrera

Sustentantes:

Walter Aníbal Benavidez Hernández

Freddy Noé Bustamante Parrales

ÍNDICE

Contenido	página.
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1 Tecnología de productos ECCA CARBOXY	5
4.2 Tecnología RDR	5
4.3 Ámbitos de acción de la RDR.....	6
4.4 Descripción de productos y componente activo.....	7
4.5 Generalidades del Cultivo de plátano	10
V. MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1 Ubicación Geográfica	12
5.2 Universo	12
5.3 Muestra.....	12
5.4 Definición de las variables y su operacionalización.....	14
5.5 Selección y aplicación de Técnicas o instrumentos para la recolección de datos	15
5.6 Diseño experimental	15
5.7 Procedimiento para el análisis de datos	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	17
6.1. Altura de la planta	17

6.2. Base de planta	18
6.3. Cuello de la planta.....	18
6.4. Número de Hojas	20
6.5. Peso de Raíz	21
6.6. Raíces Vivas.....	22
6.7 Raíces Oxidadas	23
6.8. Raíces Muertas	24
6.9. Clorofila	24
6.10. NO ₃	26
VII. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
VII. BIBLIOGRAFIA	30
VIII. ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	página.
Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de variables en estudio	14
Tabla 2. Efecto de la utilización de Tecnología RDR en la altura de la planta	17
Tabla 3. Efecto del uso de la tecnología RDR en la base de la planta.	18
Tabla 4. Efecto del uso de la tecnología RDR cuello de la planta	19
Tabla 5. Efecto de la Tecnología RDR en el Número de hojas.....	20
Tabla 6. Efecto del uso de la tecnología RDR en el peso de la raíz	21
Tabla 7. Efecto de la tecnología RDR en la presencia de raíces vivas.	22
Tabla 8. Efecto del uso de la tecnología RDR en Raíces Oxidadas	23
Tabla 9. Efecto el uso de tecnología RDR en presencia de raíces muertas	24
Tabla 10. Efecto de uso de tecnología RDR en absorción de clorofila	25
Tabla 11. Efecto del uso de la tecnología RDR en NO ₃	26
Tabla 12. Correlación Clorofila-NO ₃	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	página.
Anexo 1. Descripción de tratamientos.....	33
Anexo 2. Diseño BCA	33
Anexo 3. Prueba Shapiro Wilks Clorofila	33
Anexo 4. Prueba Shapiro Wilks NO ₃	34
Anexo 5. Prueba Shapiro Wilks Altura	34
Anexo 6. Prueba Shapiro Wilks Base.....	34
Anexo 7. Prueba Shapiro Wilks Cuello.....	34
Anexo 8. Prueba Shapiro Wilks Numero de hojas	34
Anexo 9. Prueba Shapiro Wilks Peso Raíz.....	34
Anexo 10. Prueba Shapiro Wilks Raices Vivas	35
Anexo 11. Prueba Shapiro Wilks Raíces Oxidadas.....	35
Anexo 12. Prueba Shapiro Wilks Raices Muertas.....	35
Anexo 13. Análisis de Varianza no paramétrica altura	35
Anexo 14. Análisis de Varianza no Paramétrica base	35
Anexo 15. Análisis de Varianza Cuello.....	36
Anexo 16. Análisis de varianza no paramétrica Numero de hojas.....	36
Anexo 17. Análisis no Paramétrica peso de raíz	36
Anexo 18. Análisis no paramétrica Raíces Vivas.....	36
Anexo 19. Análisis no paramétrica Raíces Oxidadas.....	37
Anexo 20. Análisis de varianza no paramétrica Raíces Muertas	37
Anexo 21. Análisis de Varianza Clorofila.....	37
Anexo 22. Análisis de varianza no paramétrica NO ₃	38
Anexo 23. Seguimiento fotográfico tratamiento 1	39
Anexo 24. Seguimiento Fotográfico Tratamiento 2	42
Anexo 25. Seguimiento Fotográfico Tratamiento 3	45
Anexo 26. Seguimiento Fotográfico Manejo convencional	48
Anexo 27. Fotografías	50

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de titulación primeramente a Dios, que nos ha dado la fortaleza y la sabiduría para poder sacar adelante esta investigación.

También se lo dedicamos a nuestros padres que han sido un pilar fundamental en nuestras vidas dándonos su gran apoyo, siendo nuestra gran motivación para conseguir nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la fortaleza y la sabiduría para poder culminar nuestra investigación.

A nuestros padres y familiares cercanos por brindarnos su apoyo incondicional, por sus consejos y por haber sido un pilar fundamental durante nuestras vidas.

A la empresa INNOVAK Global por brindarnos la oportunidad de trabajar nuestra investigación con una de sus tecnologías, y por brindarnos el apoyo para poder realizar la investigación.

A nuestro asesor M Sc. Alejandro Parrales por brindarnos sus conocimientos sobre el uso de la tecnología utilizada en nuestra investigación

A nuestro tutor M Sc. Harlin García por brindarnos su apoyo, así como sus conocimientos para poder llevar a cabo nuestra investigación.

A nuestros maestros que durante estos años nos han brindado sus conocimientos y experiencias que ahora son parte de nuestra formación profesional.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en una finca del municipio de León con coordenadas 12°24'02.0"LN 86°50'44.0"LW en el periodo comprendido entre febrero y agosto del 2020. El objetivo principal del estudio fue evaluar la regulación de la dinámica radicular en el cultivo de plátano (cuerno enano) en su fase vegetativa. Las principales variables evaluadas fueron variables biométricas: altura de la planta, base, cuello y número de hojas, también evaluar el desarrollo radicular, otra variable fue la absorción de nitratos y su relación con los índices de clorofila. Se implementó el diseño bloque completamente al azar (BCA) compuesto por cuatro tratamientos. T1: Nutrisorb + ATP + carboxy min L T2: Radigrow + ATP + carboxy min L Y T3: Nutrisorb + Radigrow +ATP + carboxy min L y T4: el manejo convencional y cuatro repeticiones o bloques. Se realizaron diferentes tomas de datos para cada variable para luego realizar prueba de normalidad Shapiro Wilks para posteriormente realizar prueba de Kruskal Wallis o análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia de los tratamientos y se realizó separación de medias por medio prueba de Tukey con $p \leq 0.05$. Respecto a las variables biométricas dos tuvieron efecto positivo con la utilización de la tecnología de regulación de la dinámica radicular (RDR) que fueron base y cuello. En la evaluación cuantitativa y cualitativa del desarrollo radicular la utilización de la tecnología (RDR) tuvo efecto positivo en todo el estudio. El tratamiento que presentó más raíces vivas (capacidad de absorción de nutrientes) fue el tratamiento 1, mientras que, en el peso de la raíz, presentó mejores resultados el tratamiento 3. En cuanto al análisis del índice de clorofila no fue afectado significativamente por ninguno de los tratamientos. El tratamiento 1 fue el más efectivo en la disminución de nitrato respecto a los demás tratamientos.

Palabras claves: Desarrollo Radicular, Índice de clorofila, variables biométricas, cultivo de plátano, dinámica radicular

I. INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad de la producción de alimentos y la salud ambiental para una población en constante crecimiento requiere que asumamos que la agricultura del futuro sea muy distinta a la actual. Algunas condiciones han cambiado tanto, por ejemplo, el aumento de las temperaturas, la degradación de los suelos y alta contaminación al medio ambiente, así que es necesario un cambio en el enfoque agrícola. Generalmente solo se aplican productos para combatir los efectos y no las causas. Por muchos años para suplir las necesidades de los cultivos y mantener un suelo fértil, los fertilizantes sintetizados químicamente se consideraban la mejor opción, pero debido a las problemáticas antes mencionadas que afectan los sistemas agrícolas, debemos asumir lo insostenible de este tipo de manejo en la actualidad, nuestra responsabilidad es dar salida a estos problemas con nuevos enfoques.

El cultivo de plátano (*Musa Spp*) es una fruta tropical del sudeste asiático, perteneciente a la familia de las musáceas, es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. De acuerdo con la FAO, el Plátano se cultivaba en el sur de la india alrededor del siglo V, A.C. De ahí se distribuyó a Malasia, Madagascar, Japón y Samoa. Finalmente llegó al caribe y Latinoamérica. El plátano es de gran importancia económica y de seguridad alimentaria en la región centroamericana. (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2007).

La producción de plátano en Nicaragua se realiza todo el año y se concentra en la región del Pacífico principalmente en los departamentos de Granada, Rivas, Carazo, Masaya, León y Chinandega. Actualmente se estima que el área total de producción es de 10 mil hectáreas. (Serrano & Valdivia, 2015). El plátano es un cultivo potencialmente de alta rentabilidad, con aceptables índices de producción y calidad, representa un rubro alternativo de exportación en la región, principalmente para el mercado Centroamericano en donde es utilizado como materia prima para la elaboración de diferentes productos transformados (Blanco & Carcache, 2007).

Dentro de la aparición de nuevas tecnologías para garantizar una mejor producción en los cultivos se encuentra el uso de los productos biológicos. En este grupo se pueden citar a los microorganismos promotores del crecimiento vegetal y compuestos bioactivos (García, Rubio, & Peticari, 2010).

Los productos biológicos como los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés biótico y abiótico. A nivel del sistema radicular su acción está relacionada con la absorción y transporte de agua y nutrientes, mejorar el soporte de la planta, optimizar la síntesis de hormonas que regulan la división y diferenciación celular, además sirven como controladores de hongos, bacterias, nemátodos etc. (Morales, González, & Riquelme, 2017).

Mediante la incorporación de ECCA Carboxy en el programa de producción intensivo de plantas de plátano, se pretendió apoyar al cultivo para lograr expresar su mayor potencial en el desarrollo del sistema radicular. En la siguiente investigación se establece los tratamientos, metodologías y parámetros evaluados para demostrar la efectividad de la tecnología de regulación de la dinámica radicular (RDR) que contienen los Ácidos Carboxy y microorganismos cuyo objetivo es el de regular y potencializar los procesos metabólicos del cultivo.

Por tal razón se realizó el establecimiento del presente estudio a fin de realizar la evaluación de la Regulación de la Dinámica Radicular (RDR), en el cultivo de plátano (*Musa Spp*) en municipio de León, 2020.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la regulación de la dinámica radicular (RDR), en el cultivo de plátano (*Musa Spp*) en el municipio de León.

Objetivos Específicos

Determinar el impacto en variables biométricas del cultivo manejado con la tecnología RDR.

Estimar cuantitativamente y cualitativamente el desarrollo radicular en el cultivo de plátano para medir el efecto de la tecnología RDR.

Valorar la absorción de nitratos y su relación con el índice de clorofila.

III. HIPÓTESIS

Habr  un mejor desarrollo radicular y una mejor absorción de nutrientes consiguiendo así un mejor desarrollo en las plantas tratadas con la tecnología RDR en comparación con las plantas manejadas de manera tradicional por el productor.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Tecnología de productos ECCA CARBOXY

La tecnología Carboxy fue desarrollada en co-participación con la Universidad de Arkansas, liderada por el Dr. Charles Stutte desde el segundo lustro de los 80's y concluyendo en 1993 con las bases científicas del efecto fisiológico de extractos de cascarillas agrícolas, cuyos constituyentes mayoritarios eran ácidos polihidroxicarboxílicos.

La tecnología ECCA Carboxy es el conjunto de conocimientos y destrezas que Innovak Global ha desarrollado para la obtención de extractos a partir de cascarillas agrícolas. La tecnología también involucra el conocimiento de los mecanismos de acción de los principios activos contenido en las formulaciones, destacándose el efecto bioestimulante. (Parrales, 2016).

4.2 Tecnología RDR

La Regulación de la dinámica radicular (RDR) es la tecnología que tienen como objetivo promover el mayor provecho de la producción agrícola desde la raíz, considerando cada factor que compone el ambiente del suelo. Colocando un nuevo pensamiento que previene, cuida y procura el futuro de las producciones.

La tecnología RDR funciona debido a que en la agricultura moderna se presentan nuevos retos que implica el mejor conocimiento de las raíces para aprovechar su potencial y es gracias a alianzas con investigaciones el que esta tecnología acompaña al agricultor, generando conocimientos en general sobre los nuevos retos de producción que se presenten, diagnosticando la situación integral de los cultivos, implementando herramientas innovadoras para mejorar la condición de la raíz y evaluando su desempeño. Para llevar a cabo estas funciones de manera congruente con la situación de los sistemas de producción actuales, RDR lo hace a través de un acompañamiento de asesores expertos en el tema, utilizando metodologías de análisis de suelo donde se considera lo más importante que influye en el desarrollo radicular, además del monitoreo mediante tecnología moderna como la cámara rizoctónica que permite la observación de las estructuras que componen el sistema radicular. (INNOVAK Global, 2018)

4.3 Ámbitos de acción de la RDR

4.3.1 Limitantes del Suelo

Las características físico/químicas del suelo se dan dependiendo del proceso de formación del mismo y determinan su capacidad para sostener como medio de crecimiento de los cultivos. Específicamente serán la compactación y la salinidad los factores que generarán limitantes al desarrollo óptimo de la raíz ya que pueden interferir en el metabolismo o presentar una barrera física para el crecimiento. (INNOVAK Global, 2018)

4.3.2 Microbioma Radicular

Uno de los factores del ambiente radicular más afectado cuando se trabaja con la agricultura convencional y tecnificada es la fertilidad biológica del suelo. Este factor va más allá de las características físico/químicas del suelo y su relación con la disponibilidad de nutrientes para la planta. Se trata de la cantidad y variabilidad de microorganismos trabajando en conjunto con la raíz mediante una relación de simbiosis teniendo un efecto directo a la producción. (INNOVAK Global, 2020)

4.3.3 Sanidad Radicular

Si bien se han encontrado muchas especies de microorganismos en el suelo con diferentes comportamientos de respuesta al ambiente en que crecen, la raíz tiene la capacidad de exudar compuestos orgánicos que permiten un medio de crecimiento e interacción a nivel de la rizosfera adecuado. El ataque de patógenos a la raíz no es influenciado solamente por la falta de microorganismos benéficos, de hecho, su presencia va más por las condiciones ambientales que permiten este se desarrolle; esto va más por otros factores por eso es importante acondicionar apropiadamente el suelo para mantener los niveles de oxígeno óptimos, inocular la raíz con microorganismos que promueven el crecimiento radicular. (INNOVAK Global, 2020)

4.3.4 Nutrición Radicular

La eficiencia de los nutrientes para ser asimilados por las plantas y formar parte de su metabolismo está en su mayoría determinado por las características de los fertilizantes y las condiciones que son aportados a la planta. Este modelo es correcto pero incompleto porque se está dejando fuera la capacidad de la raíz para la asimilación de los nutrimentos. Además, la capacidad de estimular el metabolismo de la planta en cuanto la tasa de crecimiento, asimilación de nutrientes y la liberación de exudados a la rizosfera. (INNOVAK Global, 2018)

4.4 Descripción de productos y componente activo

4.4.1 NUTRISORB L (Ácidos Orgánicos)

Favorece el desarrollo radicular y el proceso de absorción activa de nutrientes. Los ácidos de ECCA Carboxy de tipo aromático de esta formulación influyen en el metabolismo de la raíz, que genera transportadores de las auxinas naturales de la planta, que mantienen la generación de pelos absorbentes; además de estimular el proceso de bombeo electro génico, que conduce a una mayor extracción de nutrientes de la solución del suelo y como consecuencia mejor desarrollo del cultivo (Parrales & Cruz, 2018).

Beneficios

- Induce una gran proliferación de las raíces absorbentes y dinamiza de su actividad metabólica.
- Hace más eficiente la absorción radical y regula la actividad nutricional de la rizósfera.
- Facilita la toma de N, P, K, Ca, Mg por la raíz y su translocación vía xilema a zonas de demanda, haciendo económicamente más redituable la fertilización.

Componente Activo

Los ácidos carboxílicos son compuestos de dos a ocho carbonos en su estructura básica, con un peso molecular menor a 200 g/mol. Estas características les permiten tener una amplia movilidad en el suelo y la planta; así como influir en los procesos de asimilación de nutrientes.

Los ácidos carboxílicos participan directamente en diversos procesos fisiológicos de la planta como respiración, fotosíntesis, y absorción de nutrientes, por lo que la aplicación de estos influye directamente en el rendimiento y la calidad de los cultivos, aportando además nutrientes como el calcio, proporcionando a las plantas tejidos firmes y fuertes, además las hace más resistentes al estrés por calor, el frío, a la sequía y a las enfermedades. (Álvarez, 2003).

4.4.2 ATP UP (Adenosina Trifosfato)

Es una formulación líquida base de derivados de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy, nitrógeno y fósforo. Se usa para contrarrestar la detención del crecimiento vegetativo por estrés (calor, sequía, heladas, etc.). En la dosis adecuada acondiciona cambios fisiológicos positivos, prolonga la actividad fotosintética de la planta, que permite al cultivo soportar condiciones estresantes más severas bajo las que la planta, sin tratamiento alguno pudiera sobrellevar sin sufrir daño para disminuir las condiciones estresantes y, por ende, la disminución de las pérdidas por rendimiento y calidad ocasionadas por el estrés. (INNOVAK global, 2015)

Beneficios

- Rápida recuperación del estrés.
- Restablece eficazmente el metabolismo vegetal cuando se presenta algún factor estresante.
- Induce una adecuada funcionalidad de los tejidos foliares.
- Mejor fijación de CO₂ (Fotosíntesis) especialmente en mezclas con Carboxy Magnesio.
- Reduce la caída de fructificaciones provocada por el estrés.
- Mejora la maduración del fruto y llenado de azúcares.

4.4.3 Carboxy min L (Nutrientes de alta asimilación)

Los ácidos ECCA Carboxy de tipo alifáticos contenidos en la formulación forman quelatos de estabilidad intermedia con micronutrientes, es decir, los protege de las barreras de la cutícula y epidermis de la hoja o fruto, permitiendo su fácil flujo a través de los tejidos de conducción y eficaz ingreso a las células demandantes. (Diez, 2018)

Beneficios

- Eficaz inductor de llenado de frutos y concentración de azúcares en los mismos.
- Favorece translocación de los principios activos como: fertilizantes, foliares, hormonas para hacer más eficiente su respuesta.
- Evita pérdidas de rendimiento por deficiencia de micronutrientes.
- Previene y corrige amarillamiento y deformaciones de las hojas.
- Facilidad de manejo y aplicación.

4.4.4 Carboxy L (Nutrientes de alta asimilación)

Carboxy L es una formulación a base de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy, que bio-regulan la biosíntesis de los azúcares en la planta. Favorece la fijación de CO₂ y activa la fotosíntesis, activa los procesos de respiración, incrementa el flujo de los carbohidratos vía floema hacia los puntos de crecimientos, frutos y órganos almacenamiento, incrementa el rendimiento de los cultivos, tanto en condiciones adversas como en condiciones óptimas. (Agroklinge, S.F)

4.4.5 Radigrow (Auxinas)

Este es un producto que induce el crecimiento y desarrollo de nuevas raíces manteniendo la estimulación por periodos prolongados. Aporta un adecuado balance hormonal fosforo de acción inmediata sobre la raíz, además de los ácidos ECCA Carboxy promueven la biosíntesis de Myoinositol en cantidades suficientes para favorecer la eficiente translocación de las auxinas sintetizadas por la planta y las adicionadas por Radigrow, brindando seguridad de respuesta por un periodo prolongado en cualquier etapa fenológica de cualquier cultivo. (Uquiche & Vilchez, 2019)

Beneficios

- Induce la generación de nuevas raíces.
- Facilita el rápido establecimiento del cultivo después del trasplante o siembra.
- Mejora el aprovechamiento del agua y de los nutrientes.
- El doble modo de acción favorece un efecto inmediato de acción prolongada.
- Fortalece el cultivo con tallos gruesos y buena área foliar.

4.5 Generalidades del Cultivo de plátano

El plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Musáceas, que consta de un tallo subterráneo (Cormo o Rizoma) del cual brota un pseudotallo aéreo; el cormo emite raíces y yemas laterales que formarán los hijos o retoños. Morfológicamente, el desarrollo de una planta de plátano se comprende tres fases: Vegetativa, Floral y de Fructificación.

Fase Vegetativa: Tiene una duración de seis meses y es donde en su inicio ocurre la formación de raíces principales y secundarias, desarrollo de pseudotallo e hijos.

Fase Floral: Tiene una duración aproximada de tres meses a partir de los seis meses de la fase vegetativa. El tallo floral se eleva del cormo a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia.

Fase de Fructificación: Tiene una duración aproximada de tres meses y ocurre después de la fase floral, en esta fase se diferencia las flores masculinas y las flores femeninas y hay una disminución gradual del área foliar y finaliza con la cosecha, el tiempo desde inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días. (Guerrero, 2010).

4.5.1 Requerimientos Edafoclimáticos

Temperatura: los requerimientos oscilan entre los 26 a 30 grados Celsius, esta tiene un efecto relevante en el desarrollo del fruto ya que las temperaturas más bajas alargan la cosecha un poco más de un mes en comparación a lo normal.

Agua: requiere cantidades abundantes de agua entre los 1,800 y 2,500 mm distribuidos en todo el año. Las necesidades mensuales entre 150 y 250 mm y por día entre 5 y 10 litros diarios según la edad de la planta.

Luminosidad: el plátano requiere como mínimo 6 a 8 horas de sol al día; en la zona del pacífico de nuestro país se cuenta con buenas condiciones de luminosidad.

Viento: las plantaciones deben establecerse en zonas con velocidades no mayores de 20 km por hora, dado que se producen daños en el área foliar y pérdidas en la producción de hasta un 40 %, induciendo a una maduración precoz del racimo y volcamiento.

Suelo: se requieren suelos con profundidad no menor a 1.2 metros de textura franco o franco arcillo limoso. Para implementar un sistema platanero con riego eficiente la pendiente ideal

es no mayor a 2 %; para el plátano se recomienda un pH moderadamente ácido (5.8 a 6.5), en este rango e facilita la disponibilidad de nutrientes. (Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria INTA, 2019)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación Geográfica

El ensayo para la evaluación de la efectividad de la tecnología regulación de la dinámica radicular (RDR), se ubicó en la finca del productor Vicente Alegre del municipio de León con las siguientes coordenadas 12°24'02.0"LN 86°50'44.0"LW (Figura 1).

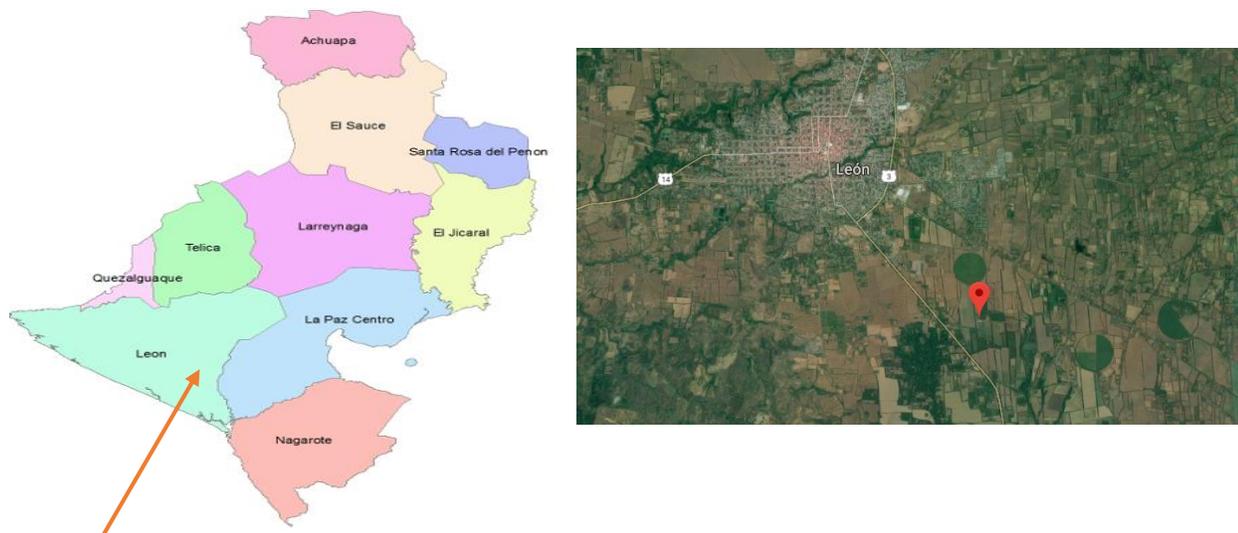


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

5.2 Universo

El experimento tuvo una población de 320 plantas de plátano (*Musa Spp*) en surcos dobles distribuidas en 4 bloques y 4 tratamientos. 80 plantas por bloque y 80 plantas por tratamiento divididas en cuatro repeticiones.

5.3 Muestra

El muestreo es una parte esencial del método científico para poder llevar a cabo nuestra investigación.

Se utilizó la fórmula “n” muestral para determinar el tamaño de la muestra

donde:

Z = Nivel de confianza;

N = es el universo;

p y q = probabilidades complementarias iguales a 0.05;

e = error de estimación;

n = tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Determinación del tamaño de Muestra en poblaciones finitas

Se debe conocer el tamaño de la Población N, definir el error "e" y automáticamente se calcula el "n"

N	Z2	pq	e	n	
320	4,84	0,25	0,03	258	Para un error del 3%
320	3,8416	0,25	0,05	175	Para un error del 5%
320	3,2761	0,25	0,07	110	Para un error del 7%
320	2,6896	0,25	0,10	56	Para un error del 10 %

Los datos arrojados en el cálculo de la muestra en poblaciones finitas indican que tomando un margen de error del 5% nuestra muestra estuvo constituida por 175 plantas.

5.4 Definición de las variables y su operacionalización

Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de variables en estudio

Variable	Definición	Indicador	Fuente	Herramienta
Desarrollo de pelos adsorbentes en la raíz	El desarrollo de la raíz se da en el ápice de la planta, la absorción de agua y minerales se da principalmente en pelos adsorbentes. (http://biblio3.url.edu.gt , 2011)	Observación de la masa radicular a través de seguimiento fotográfico.	Unidad experimental	Cámara Rhizotónica
Clasificación de la raíz	Las raíces son los órganos de las plantas que se encargan de la absorción de aquellas materias que precisa el vegetal para crecer y desarrollarse. Se pueden clasificar de distintas formas.	Se clasifico en raíces activas, vivas, raíces oxidadas y raíces muertas. Se extrajo masa radicular para ser pesada y obtener porcentaje de raíces, ya clasificadas	Unidad experimental	Hoja de campo Pesa digital Calicata
Índice de clorofila (Unidades SPAD):	Niveles de clorofila. La clorofila es el pigmento que permite a las plantas realizar la fotosíntesis. Altos niveles de clorofila son indicadores de la energía en la planta y bajos niveles de estrés . (COPERSA, 2018)	Se midieron los niveles de SPAD que tuvieron las plantas de plátano para correlacionar los niveles de clorofila con los tratamientos aplicados al cultivo.	Unidad experimental	SPAD 502- minulta Hoja de campo
VARIABLES Biométricas	Las variables biométricas las tienen que ver con el desarrollo vegetativo de la planta como son: altura de la planta, grosor del tallo, y numero de hojas	Se midieron la altura de las plantas, el grosor del tallo midiendo lo que es la base y cuello de las plantas	Unidad Experimental	Cinta métrica Hoja de campo observación

- **Seguimiento fotográfico:** de la masa radicular (color de raíces) del tratamiento y del testigo.
- **Calidad de raíz:** esta variable se midió al inicio y final del ensayo en campo. Se hizo una extracción de raíces en donde se evaluó el total de raíces y se clasificaron en raíces activas o vivas, raíces oxidadas y raíces muertas.

- **Índice de clorofila (Unidades SPAD):** Se midieron los niveles de SPAD que tuvieron las plantas de plátano para correlacionar los niveles de clorofila con los tratamientos aplicados al cultivo
- **Variables Biométricas:** Se midieron variables que se relacionan con el desarrollo vegetativo de las plantas como son: altura, grosor del tallo y número de hojas

5.5 Selección y aplicación de Técnicas o instrumentos para la recolección de datos

La hoja de campo fue uno de los principales instrumentos, permitió la recolección de los datos como la clasificación de la raíz y el índice de clorofila; obtenidos a lo largo del experimento.

Cámara Rhizotónica para el seguimiento fotográfico de la raíz, se tomaron en cuenta color y desarrollo de pelos adsorbentes.

Pesa digital, se calculó el peso total de la masa radicular en cada tratamiento, para poder clasificar las raíces en raíces vivas, oxidadas y raíces muertas.

SPAD 502- minulta permitió medir la cantidad de clorofila presente en la planta, que está estrechamente relacionado con las condiciones nutricionales del cultivo.

La cinta métrica permitió la medición de las variables biométricas como altura de la planta, y grosor del tallo, así también se midió el número de hojas a través de la observación.

5.6 Diseño experimental

El diseño metodológico seleccionado para esta investigación es un Bloque Completamente al Azar (BCA). Estuvo compuesto por cuatro tratamientos. T1: Nutrisorb (Ácidos Orgánicos) + ATP (Adenosina Trifosfato) + carboxy min (Nutrientes de alta asimilación) L T2: Radigrow (Auxinas) + ATP (Adenosina Trifosfato) + carboxy min L (Nutrientes de alta asimilación) Y T3: Nutrisorb (Ácidos Orgánicos) + Radigrow (Auxinas) +ATP (Adenosina Trifosfato) + carboxy min L (Nutrientes de alta asimilación) y T4: el manejo convencional del productor y cuatro repeticiones o bloques, para un total de 16 unidades experimentales.

Las dosis a utilizar en las aplicaciones de Nutrisorb L, en el cultivo de plátano fue de 1 lts por barril a razón de 200 litros de agua. Radigrow se utilizó medio litro por barril, y ya en el caso de lo que es el ATP UP y Carboxy Min L se utilizaron 1lt por barril de 200 lts de agua siendo este de aplicación foliar.

El área experimental consistió en 150m de largo a 17 de ancho, divididas en tres bloques, en cada uno de los bloques se establecerán cuatro tratamientos con cuatro repeticiones y 60 plantas por tratamiento

5.7 Procedimiento para el análisis de datos

La base de datos se realizó en hoja electrónica Excel. Los datos se procesaron en programa estadístico INFOSTAT a los cuales se les aplicó una prueba de normalidad Shapiro-Wilks, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia de los tratamientos y se realizó separación de medias por medio de prueba de Tukey con $p \leq 0.05$.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Altura de la planta

La tabla 2 presenta los resultados obtenidos en la variable de altura gracias a la realización de análisis de varianza en la que se denota que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos por valor $p < 0.05$, siendo el tratamiento 3 el que presenta una mayor media de 3.46, sin necesidad de presentar una gran diferencia con respecto al tratamiento 1 y 2 que presentan medias de 3.43; siendo así con el tratamiento que se presenta mayor diferencia con el tratamiento 4 siendo este el manejo convencional con una media de 3.27.

Al presentarse mayor media en los tratamientos en donde se utiliza la tecnología RDR, se denota que esta mejora el desarrollo vegetativo de la planta en lo que respecta a la altura. (Ver Anexo 13)

Tabla 2. Efecto de la utilización de Tecnología RDR en la altura de la planta

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional	3.27	±	0.33a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M	3.43	±	0.34a
Nutrisorb L + Radigrow + ATP	3.46	±	0.39a
Radigrow + ATP + Carboxy M	3.43	±	0.41a
N	80		
CV	3.36		
(F;df;P)	11.19, 3, 0.0001		

En otros estudios se evaluó el desarrollo vegetativo del cultivo de plátano luego de la aplicación Nutrisorb L con variación en tiempo de aplicación de este, producto que se encuentra dentro de la tecnología RDR, donde se encontró un comportamiento similar en el crecimiento del cultivo; al igual en este estudio no se presenta diferencia significativa en la altura entre los tratamientos en los que se presentó el bioestimulante Nutrisorb L. (Rodríguez, 2020)

6.2. Base de planta

La tabla 3 presenta los resultados de análisis de varianza en donde se ve que existe diferencia significativa entre los tratamientos por valor $p > 0.05$, en donde el tratamiento que presenta mayor media es el tratamiento 3 siendo esta 1.05, mientras tanto el tratamiento con menor media es el tratamiento 4 que corresponde al manejo convencional siendo esta de 0.90. (Ver Anexo 14)

Tabla 3. Efecto del uso de la tecnología RDR en la base de la planta.

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional	0.90	±	0.09a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M	0.97	±	0.05b
Nutrisorb L + Radigrow + ATP	1.05	±	0.04bc
Radigrow + ATP + Carboxy M	1.03	±	0.07c
N	80		
CV	5.70		
(F;df;P)	27.64, 3, 0.0001		

En otro estudio se evaluó la tasa de crecimiento (altura y base) en cultivo de plátano en donde el principal tratamiento constaba de producto Nutrisorb L y se observó un comportamiento similar en estas variables a comparación de las plantas testigo; mientras en este estudio en lo que respecta a la base se presenta una diferencia significativa entre los tratamientos. (Rodríguez, 2020)

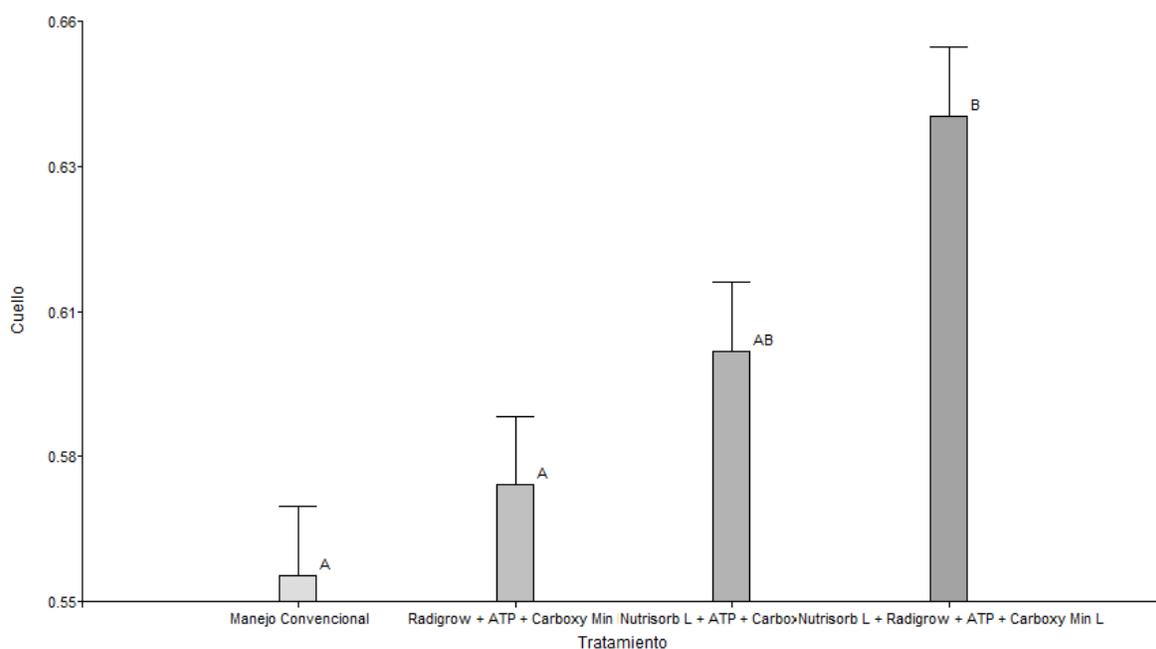
6.3. Cuello de la planta

Esta variable al presentar distribución normal en los datos obtenidos se realizó análisis de varianza (ANDEVA) en la cual se refleja una diferencia significativa entre los tratamientos siendo las medias las siguientes: T1 presenta una media de 0.60, el T2 una media de 0.57, el T3 presentando una media de 0.65, siendo esta la más alta entre los tratamientos; dejando ver que la utilización de los productos de la tecnología RDR en este caso Nutrisorb L y Radigrow mejoran con diferencia el desarrollo vegetativo de las plantas. (Ver Anexo 15)

Tabla 4. Efecto del uso de la tecnología RDR cuello de la planta

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional	0.56	±	0.04a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M	0.60	±	0.08a
Nutrisorb L + Radigrow + ATP	0.65	±	0.03ab
Radigrow + ATP + Carboxy M	0.57	±	0.06b
N	80		
CV	9.58		
(F;df;P)	8.54, 3, 0.0001		

Figura 2. Comparación de medias Cuello



Otros estudios evaluaron la aplicación de diferentes bioestimulantes en el cultivo de banano principalmente la parte de la altura y cuello en lo que respecta al desarrollo vegetativo, no presentando diferencia significativa entre los tratamientos. Estos resultados son diferentes a los de este estudio donde no se presentó diferencia significativa en la variable de altura

mientras tanto en lo que respecta a la variable de cuello se presenta diferencia significativa entre los tratamientos. (Tomalá, 2019)

6.4. Número de Hojas

La variable de número de hojas según el análisis de varianza realizado se denota que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento con mayor media el tratamiento 2 siendo esta 11.45; también se ve que los tratamientos 1 y 3 presentan medias 10.65 y 10.60 respectivamente, siendo el manejo convencional el de menos media con 10.00

Al ver que no existe diferencia entre los tratamientos con respecto al manejo convencional no se puede determinar la efectividad de la tecnología RDR en lo que respecta al desarrollo vegetativo de las plantas. (Ver Anexo 16)

Tabla 5. Efecto de la Tecnología RDR en el Número de hojas

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional	10.00	±	2.20a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M	10.65	±	2.01a
Nutrisorb L + Radigrow + ATP	10.60	±	2.44a
Radigrow + ATP + Carboxy M	11.45	±	1.93a
N	80		
CV	20.17		
(F;df;P)	1.53, 3, 0.2141		

Según otros estudios realizados en plátano con bioestimulantes radiculares al analizarse el número de hojas a los 30, 60 y 90 días, hubo diferencia significativa al utilizar los bioestimulantes versus el manejo convencional, en ese caso de estudio dos de los bioestimulantes obtuvieron resultados similares, sin embargo el presente estudio refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizando bioestimulantes y el manejo convencional (Uyaguari, 2018).

6.5. Peso de Raíz

En lo que respecta al peso de la raíz en esta no se presenta diferencia significativa entre los tratamientos 2 y 3, pero este si presenta diferencia con los otros tratamientos siendo el tratamiento que presenta mayor media el T3 en donde se dio una combinación de Nutrisorb L y Radigrow siendo la media de 1037.33; mientras el tratamiento que presentó menor media fue el manejo convencional.

Al existir diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos, se refleja a través de las medias que los tratamientos que incluyen los productos de la tecnología RDR presentan mejores resultados en comparación al manejo convencional. (Ver Anexo 17)

Tabla 6. Efecto del uso de la tecnología RDR en el peso de la raíz

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional	748.42	±	14.39a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M	1037.33	±	33.98b
Nutrisorb L + Radigrow + ATP	1052.00	±	21.02c
Radigrow + ATP + Carboxy M	909.75	±	14.20c
N	48		
CV	2.39		
(F;df;P)	475.49, 3, 0.0001		

Se realizó una evaluación cualitativa de la calidad de las raíces a través de un seguimiento fotográfico utilizando como instrumento la cámara rhizotónica en donde se logra observar el desarrollo de los pelos absorbentes de la raíz; esta se realizó en cada uno de los tratamientos en donde se logra observar la diferencia entre los tratamientos.

En un estudio realizado por (Mendoza, 2015) se evaluaron diferentes bioestimulantes en el cultivo de banano principalmente la parte del desarrollo radicular encontrando que los tratamientos con bioestimulante tuvieron un efecto positivo, estadísticamente significativo en el peso de las raíces en comparación al tratamiento testigo sin bioestimulante. En el presente estudio se obtienen resultados similares en donde el tratamiento que presentaba

bioestimulante Nutrisorb L + ATP + Carboxy M generaron un mayor desarrollo radicular a comparación al manejo convencional, estos resultados fueron estadísticamente significativos.

6.6. Raíces Vivas

En los resultados de la presencia de raíces vivas existe diferencia significativa entre los tratamientos esto de forma estadística, ya que en lo que respecta a las medias, el tratamiento que presenta una mayor media con 684.25 fue el Nutrisorb L + ATP + Carboxy M, mientras el manejo convencional presenta la menor media con 244.83. Viéndose así la utilidad de la tecnología RDR en las raíces vivas de la planta. (Ver Anexo 18)

Tabla 7. Efecto de la tecnología RDR en la presencia de raíces vivas.

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional	244.83	±	8.86a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M	684.25	±	13.27b
Nutrisorb L + Radigrow + ATP	455.17	±	11.06c
Radigrow + ATP + Carboxy M	415.25	±	7.76d
N	48		
CV	2.32		
(F;df;P)	3593.33, 3, 0.0001		

Según estudios realizados anteriormente en el país en donde se evaluó la calidad de las raíces, en cultivos de alto valor se reflejaron resultados en el que el porcentaje de raíces vivas están alrededor del 50 % teniendo un nivel por debajo de lo permisible de raíces activas. Del estudio analizado en el presente documento en algunos tratamientos se presentaron resultados de un mayor porcentaje de raíces vivas y por lo tanto más porcentaje de raíces activas y esto se puede inferir a la utilización de bioestimulantes que ayudan a un mejor desarrollo de la raíz como lo son Nutrisorb L y Radigrow. Además, estos incrementos son estadísticamente significativos al manejo convencional dándole relevancia a los resultados. (Parrales, 2017)

6.7 Raíces Oxidadas

Las raíces oxidadas presentes en las plantas analizadas se distribuyen de manera que existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados estadísticamente hablando; el tratamiento que presenta una menor media por tanto presenta mejores raíces en esta clasificación es el T4 con media de 227.75 a comparación con el tratamiento 3 que es el que presenta mayor cantidad de raíces oxidadas según la media que es de 331.08. Esto significaría que los tratamientos con los productos de Nutrisorb L y Radigrow no tuvieron un impacto positivo en cuanto a desarrollo de raíces oxidadas ya que los mejores resultados se vieron en el manejo convencional. (Ver Anexo 19)

Tabla 8. Efecto del uso de la tecnología RDR en Raíces Oxidadas

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional (T4)	227.75	±	7.74a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M (T1)	233.92	±	31.80a
Nutrisorb L + Radigrow + ATP (T3)	331.08	±	10.65b
Radigrow + ATP + Carboxy M (T2)	312.42	±	7.14b
N	48		
CV	6.36		
(F;df;P)	109.53, 3, 0.0001		

En otro estudio se utilizó Radigrow, producto que es parte de la tecnología RDR en el que no se evaluaron las raíces oxidadas, pero si el porcentaje de raíz en esquejes de clavel en que se obtuvieron resultados positivos con un mayor porcentaje de raíz en comparación a los demás bioestimulantes; en el presente estudio el tratamiento que presentó Radigrow fue uno de los que presento menor porcentaje de raíces oxidadas, sin ser el mejor de los tratamientos. (Neyra, 2018)

6.8. Raíces Muertas

Las raíces muertas presentes en las plantas analizadas se distribuyen de manera que existe diferencia significativa entre los tratamientos de forma estadística; el tratamiento que presenta una menor media por tanto presenta menor cantidad de raíces muertas fue el tratamiento 1 con 119.17 mientras el que presenta mayor cantidad según la media es el tratamiento 4 con 275.83, por tanto, se denota que la utilización de la tecnología RDR disminuye la cantidad de raíces muertas. (Ver Anexo 20)

Tabla 9. Efecto el uso de tecnología RDR en presencia de raíces muertas

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional (T4)	275.83	±	8.97a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M (T1)	119.17	±	16.00b
Nutrisorb L + Radigrow + ATP (T3)	267.25	±	12.84c
Radigrow + ATP + Carboxy M (T2)	182.08	±	9.47c
N	48		
CV	5.76		
(F;df;P)	450.44, 3, 0.0001		

En un estudio elaborado por (Guevara & Lua, 2013) se estudiaron tres bioestimulantes orgánicos en donde se evaluó el desarrollo radicular de las plantas de banano obteniendo un porcentaje de raíces muertas de 59,91 % en las plantas testigo, siendo las plantas tratadas con bioestimulante las que presentaron menor porcentaje de raíces muertas. En este estudio se presentaron resultados similares en donde las plantas tratadas con la tecnología RDR presentaron menor media de raíces muertas a comparación a las plantas testigo.

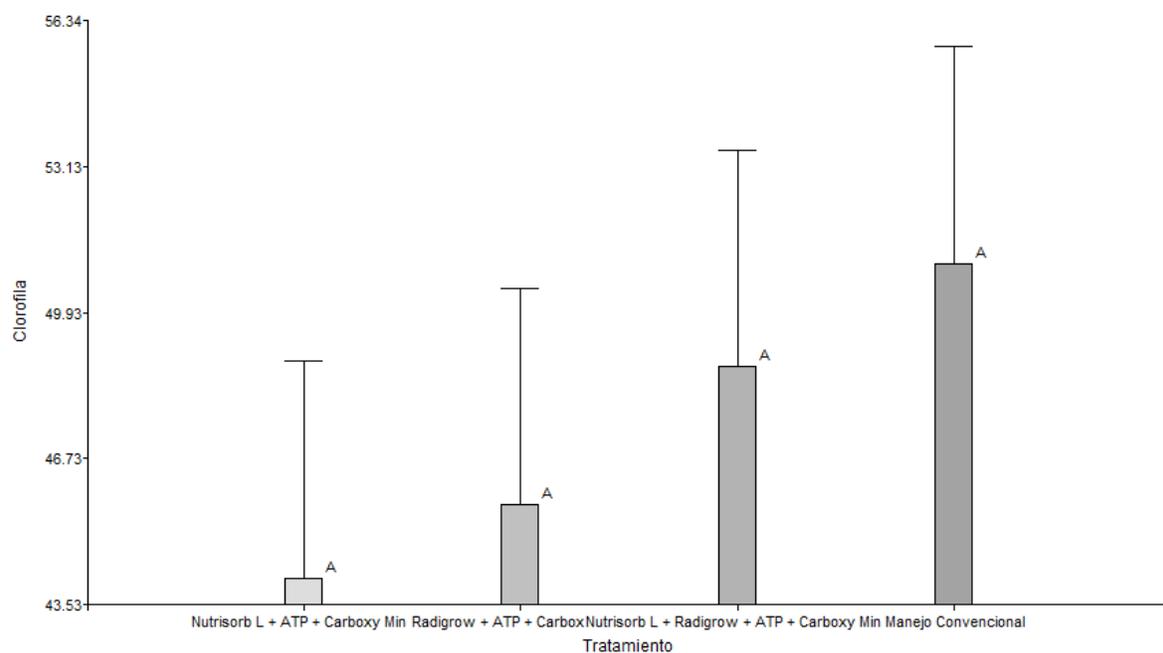
6.9. Clorofila

El índice de clorofila no presentó diferencia significativa entre los tratamientos presentando la mayor media el manejo convencional con 51.01 mientras el tratamiento que presenta una menor media es el T1 con 44.11 viéndose que no existe un efecto positivo con los tratamientos en comparación con el manejo convencional, esto en lo que respecta al índice de clorofila. (Ver Anexo 21)

Tabla 10. Efecto de uso de tecnología RDR en absorción de clorofila

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional (T4)	51.01	±	14.15a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M (T1)	44.11	±	9.26a
Nutrisorb L + Radigrow + ATP (T3)	48.75	±	14.08a
Radigrow + ATP + Carboxy M (T2)	45.73	±	15.33a
N	32		
CV	28.29		
(F;df;P)	0.42, 3, 0.7384		

Figura 3. Comparación de medias Índice de clorofila



En otro estudio realizado por (Moreno, 2018) se evaluaron diferentes bioestimulantes en el cultivo de café, evaluando la parte de absorción de clorofila encontrando que los tratamientos con bioestimulantes tuvieron una mejor asimilación de clorofila en comparación al testigo. En el presente estudio se presentaron resultados diferentes en donde el testigo presenta una mayor media con respecto al índice de clorofila, sin presentarse diferencia significativa entre los tratamientos.

6.10. NO3

La intención con respecto a los nitratos era disminuir su presencia dentro de las plantas tratados con la tecnología RDR, por lo tanto, al presentar una mayor media el T4 (Manejo convencional) fue el de peor resultado con 477.50, mientras que el T1 fue el que presentó menor media con 426.25; aun así, no existiendo una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos. (Ver Anexo 22)

Tabla 11. Efecto del uso de la tecnología RDR en NO3

Tratamiento	Medias	±	Error Estándar
Manejo Convencional (T4)	477.50	±	86.48 ^a
Nutrisorb L + ATP + Carboxy M (T1)	426.25	±	58.05a
Nutrisorb L + Radigrow + ATP (T3)	435.00	±	13.09 ^a
Radigrow + ATP + Carboxy M (T2)	433.75	±	15.98 ^a
N	32		
CV	11.98		
(F;df;P)	1.53, 3, 0.2278		

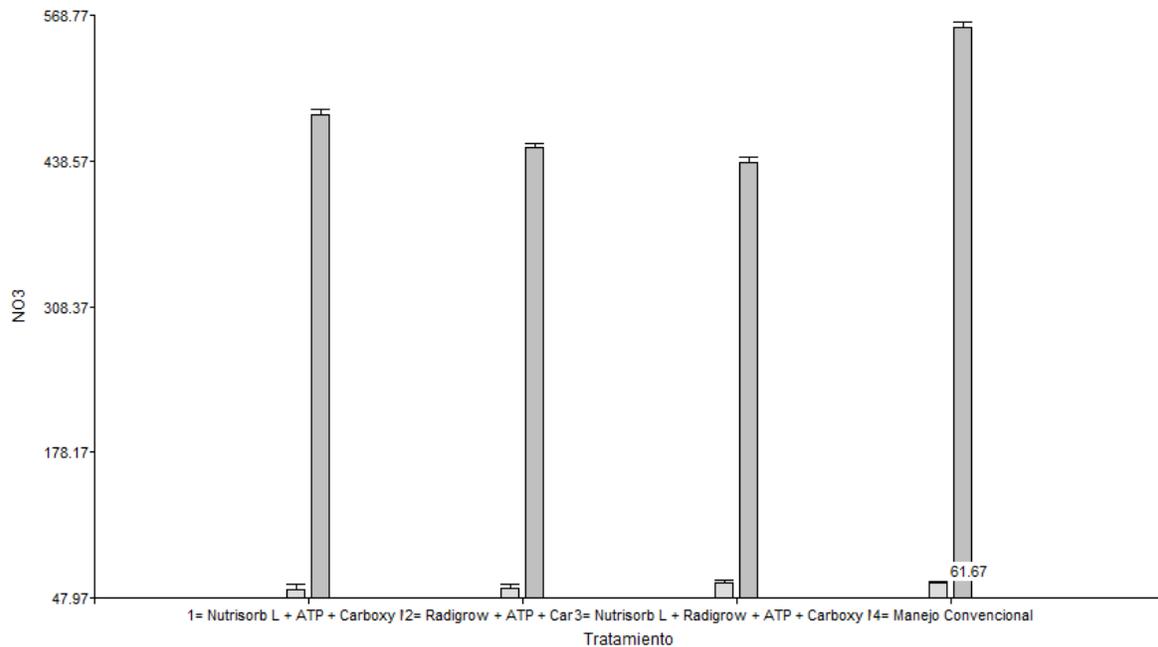
En un estudio realizado por (Moreno, 2018) se evaluaron diferentes bioestimulantes en el cultivo de café en donde se midió la cantidad de nitrógeno dentro de las plantas en donde se encontró más presencia con diferencia significativa entre los tratamientos que incluían bioestimulantes a comparación a las testigos; en el presente estudio lo que se midió fue la cantidad de NO3 siendo esta la forma más oxidada de nitrógeno, viéndose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 12. Correlación Clorofila-NO3

Coefficientes de correlación

Correlación de Spearman: Coeficientes\probabilidades

	Clorofila NO3	
Clorofila	1.00	0.59
NO3	0.15	1.00



En la correlación realizada entre las variables de índice de clorofila y nitrato se realizó a través de prueba de correlación spearman debido a que la variable de nitrato no presentó normalidad en sus datos y ya en esta se presentó una ligera correlación positiva entre las variables.

En la medición de la absorción de nutrientes se realizó una medición en comparación con el Manejo convencional y el tratamiento de Nutrisorb L; estas las cuales se presentarán a través de fotografías.

VII. CONCLUSIONES

En lo que respecta a las variables biométricas en las que se incluyen la altura de la planta, base, cuello y número de hojas, dos de estas tuvieron un efecto positivo con la utilización de la tecnología de regulación de la dinámica radicular (RDR) que son la base y el cuello.

En la evaluación del desarrollo radicular la utilización de la tecnología de la regulación de la dinámica radicular tuvo un efecto positivo en la media de las raíces siendo este estadísticamente significativos. En la última toma de datos el tratamiento que presentó más raíces vivas fue el tratamiento 1, mientras tanto en lo que respecta al peso de la raíz el que presentó mejores resultados fue el tratamiento 3.

En cuanto al análisis de factores químicos de la planta el índice de clorofila no fue afectado significativamente por ninguno de los tratamientos. El tratamiento Nutrisorb L + Radigrow fue el más efectivo en la disminución de nitrato en el cultivo en comparación a los demás tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

Incrementar la cantidad de muestras tomadas para reducir la problemática de falta de distribución normal en los datos y poder hacer un mejor análisis de los resultados.

Incluir en el análisis la absorción de otros nutrientes (K, CE, Ca,) así como el efecto de los productos presentes en el estudio sobre el fruto y el rendimiento.

Medir variables productivas, como calidad, rendimiento y vida de anaquel.

Incluir análisis foliar en futuros ensayos, para conocer la adsorción de nutrientes.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Agroklinge. (S.F). <https://www.agroklinge.com>. Obtenido de <https://www.agroklinge.com>:
<https://www.agroklinge.com/wp-content/uploads/2020/04/Ficha-T%C3%A9cnica-Carboxy-Min-L.pdf>
- Álvarez, J. (2003). *Evaluación de un Programa de Nutrición Base de Ácidos Carboxílicos sobre la Productividad de un Huerto de Palto (Persea americana Mill)*. Quillota, Chile: Universidad Católica de Valparaíso.
- Blanco, F., & Carcache, M. (mayo de 2007). *Análisis Multisectorial para Identificar Brechas Tecnológicas y Retos para el Desarrollo del Sector Musáceas en Nicaragua*. Nicaragua: Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario Forestal de Nicaragua. Obtenido de <http://www.funica.org.ni/docs/Analisis-musaceas.pdf>
- COPERSA. (2018). <http://www.copersa.com/>. Obtenido de <http://www.copersa.com/>:
http://www.copersa.com/es/catalogo/spectrum-gestion-de-nutrientes/medidores-de-clorofila-spad-502-plus/_p:262/
- Diez, F. (Noviembre de 2018). Regulación dinámica de las raíces. (E. r. 360, Entrevistador)
- García, M., Rubio, J., & Peticari, A. (2010). Microorganismos Promotores del Crecimiento Vegetal Empleados Como Inoculantes en Trigo. *INTA-Estación Experimental Agropecuaria Rafaela*, 6. Obtenido de http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/116/misc116_39.pdf
- Guerrero, M. (2010). *Guía Técnica del Cultivo de Plátano*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Guevara, F., & Lua, R. (2013). *Comportamiento agronómico del retoño del banano (Musa spp.) variedad Williams con el uso de tres bioestimulantes orgánicos*. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- <http://biblio3.url.edu.gt>. (2011). *La raíz, el tallo y las hojas: el cuerpo vegetal primario*. <http://biblio3.url.edu.gt>.
- INNOVAK global. (2015). <https://www.resusa.co.cr/>. Obtenido de <https://www.resusa.co.cr/>:
<https://www.resusa.co.cr/images/material/Bioestimulantes/ATP%20UP/FOLLETO%20ATP%20UP.pdf>
- INNOVAK Global. (Diciembre de 2018). *Innovakglobal.com*. Obtenido de [Innovakglobal.com](https://www.innovakglobal.com): <https://www.innovakglobal.com/nuevos-retos-para-la-raiz/>
- INNOVAK Global. (Febrero de 2020). *www.innovakglobal.com*. Obtenido de www.innovakglobal.com: <https://www.innovakglobal.com/rdr/>

- Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria INTA. (2019). *Guía Técnica Establecimiento y Manejo del Cultivo del Plátano con Plantas in vitro*. Managua, Nicaragua: Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria INTA.
- Mendoza, E. (2015). *Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (Musa sp.)* Valencia, Provincia de los Ríos. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. (Septiembre de 2007). <http://cenida.una.edu.ni>. Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni>: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01N583.pdf>
- Morales, C., González, A., & Riquelme, J. (2017). <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/06%20Manual%20Arandanos.pdf>. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40913.pdf>: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/06%20Manual%20Arandanos.pdf>
- Moreno, J. (2018). *Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo*. Manabi, Ecuador: Universidad Estatal del sur de Manabi.
- Neyra, M. (2018). *Efecto de tres enraizantes en la propagacion asexual de esquejes de clavel en condiciones de invernadero*. Huancavelica, Peru: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Parrales, A. (2016). Tecnología Ecce Carboxy, "energía para tu cultivo desde la raíz". *Revista de gira*.
- Parrales, A. (2017). *Evaluación de variables biometricas de cultivos de alto valor*. Managua, Nicaragua: INNOVAK Global.
- Parrales, A., & Cruz, R. (2018). *Evaluación de Tecnología anti estresante y Bio estimulación Radicular de ECCA CARBOXY en el cultivo del café Robusta- Nueva Guinea*. Nueva Guinea, Nicaragua: INNOVAK GLOBAL.
- Rodriguez, C. (2020). *Efecto de la Aplicación del bioestimulante Nutrisorb sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano*. Puntarena, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Serrano, V., & Valdivia, A. (2015). *Evaluación Fenológica y productiva de Plantas Superiores en el Cultivo de Plátano Hartón enano (AAB) en el municipio de Telica, 2 ciclo periodo 2014-2015*. León. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Tomalá, J. (2019). *Efecto a la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de banano en la zona de la union*. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.

Uquiche, S., & Vilchez, S. (2019). *Efecto de tres productos enraizadores y niveles de fosforo en el trasplante de rocoto (Capsicum Pubescens L.) en el distrito de rio Tambo*. La merced, Peru: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.

Uyaguari, D. (2018). *Efectos de la aplicacion de bioestimulantes despues de la roturacion del suelo en el cultivo de banano (Musa sp.)*. Machala: Universidad Tecnica de Machala.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de tratamientos

Tratamiento 1	Nutrisorb L + ATP + Carboxy min L
Tratamiento 2	Radigrow + ATP + Carboxy min L
Tratamiento 3	Nutrisorb L + Radigrow + ATP + Carboxy min L
Tratamiento 4	Testigo (manejo convencional)

Anexo 2. Diseño BCA

BLOQUES

	I Bloque
	II Bloque
	III Bloque
	IV Bloque

Independencia de los tratamientos

T3	T1	T2	T4	I Bloque
T2	T3	T4	T1	II Bloque
T4	T2	T1	T3	III Bloque
T1	T4	T3	T2	IV Bloque

Anexo 3. Prueba Shapiro Wilks Clorofila

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Clorofila	32	47.40	13.03	0.92	0.0844

Anexo 4. Prueba Shapiro Wilks NO3

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
NO3	32	443.13	54.44	0.89	0.0093

Anexo 5. Prueba Shapiro Wilks Altura

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Altura	80	3.39	0.37	0.94	0.0055

Anexo 6. Prueba Shapiro Wilks Base

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Base	80	0.99	0.09	0.93	0.0010

Anexo 7. Prueba Shapiro Wilks Cuello

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Cuello	80	0.59	0.06	0.96	0.1481

Anexo 8. Prueba Shapiro Wilks Número de hojas

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Nº de hojas	80	10.68	2.17	0.95	0.0240

Anexo 9. Prueba Shapiro Wilks Peso Raíz

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Peso Raíz	48	936.88	125.24	0.83	<0.0001

Anexo 10. Prueba Shapiro Wilks Raíces Vivas

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Raíces Vivas	48	449.88	158.67	0.83	<0.0001

Anexo 11. Prueba Shapiro Wilks Raíces Oxidadas

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Raíces Oxidadas	48	276.29	49.49	0.84	<0.0001

Anexo 12. Prueba Shapiro Wilks Raíces Muertas

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Raíces Muertas	48	211.08	66.23	0.84	<0.0001

Anexo 13. Análisis de Varianza no paramétrica altura

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura	Manejo Convencional	20	3.27	0.33	3.29	3.34	0.3414
Altura	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	20	3.43	0.34	3.44		
Altura	Nutrisorb L + Radigrow + A..	20	3.46	0.39	3.45		
Altura	Radigrow + ATP + Carboxy M..	20	3.43	0.41	3.53		

Anexo 14. Análisis de Varianza no Paramétrica base

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Base	Manejo Convencional	20	0.90	0.09	0.92	37.01	<0.0001
Base	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	20	0.97	0.05	0.97		
Base	Nutrisorb L + Radigrow + A..	20	1.05	0.04	1.06		
Base	Radigrow + ATP + Carboxy M..	20	1.03	0.07	1.05		

Anexo 15. Análisis de Varianza Cuello

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cuello	80	0.25	0.22	9.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	3	0.03	8.54	0.0001
Tratamiento	0.08	3	0.03	8.54	0.0001
Error	0.25	76	3.2E-03		
Total	0.33	79			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04729

Error: 0.0032 gl: 76

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Manejo Convencional	0.56	20	0.01 A
Radigrow + ATP + Carboxy M..	0.57	20	0.01 A
Nutrisorb L + ATP + Carbox..	0.60	20	0.01 A B
Nutrisorb L + Radigrow + A..	0.64	20	0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 16. Análisis de varianza no paramétrica Número de hojas

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
N° de hojas	Manejo Convencional	20	10.00	2.20	10.00	3.69	0.2879
N° de hojas	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	20	10.65	2.01	10.50		
N° de hojas	Nutrisorb L + Radigrow + A..	20	10.60	2.44	10.50		
N° de hojas	Radigrow + ATP + Carboxy M..	20	11.45	1.93	11.00		

Anexo 17. Análisis no Paramétrica peso de raíz

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso Raíz	Manejo Convencional	12	748.42	14.39	747.00	39.89	<0.0001
Peso Raíz	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	12	1037.33	33.98	1022.50		
Peso Raíz	Nutrisorb L + Radigrow + A..	12	1052.00	21.02	1056.00		
Peso Raíz	Radigrow + ATP + Carboxy M..	12	909.75	14.20	910.00		

Anexo 18. Análisis no paramétrica Raíces Vivas

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Raíces Vivas	Manejo Convencional	12	244.83	8.86	245.50	44.08	<0.0001
Raíces Vivas	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	12	684.25	13.27	682.50		
Raíces Vivas	Nutrisorb L + Radigrow + A..	12	455.17	11.06	457.00		
Raíces Vivas	Radigrow + ATP + Carboxy M..	12	415.25	7.76	413.00		

Anexo 19. Análisis no paramétrica Raíces Oxidadas

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Raíces Oxidadas	Manejo Convencional	12	227.75	7.74	227.00	38.37	<0.0001
Raíces Oxidadas	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	12	233.92	31.80	220.50		
Raíces Oxidadas	Nutrisorb L + Radigrow + A..	12	331.08	10.65	331.50		
Raíces Oxidadas	Radigrow + ATP + Carboxy M..	12	312.42	7.14	310.50		

Anexo 20. Análisis de varianza no paramétrica Raíces Muertas

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Raíces Muertas	Manejo Convencional	12	275.83	8.97	276.50	40.60	<0.0001
Raíces Muertas	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	12	119.17	16.00	118.00		
Raíces Muertas	Nutrisorb L + Radigrow + A..	12	267.25	12.84	267.00		
Raíces Muertas	Radigrow + ATP + Carboxy M..	12	182.08	9.47	181.00		

Anexo 21. Análisis de Varianza Clorofila

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Clorofila	32	0.04	0.00	28.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	227.89	3	75.96	0.42	0.7384
Tratamiento	227.89	3	75.96	0.42	0.7384
Error	5036.23	28	179.87		
Total	5264.12	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=18.30864

Error: 179.8654 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Nutrisorb L + ATP + Carbox..	44.11	8	4.74 A
Radigrow + ATP + Carboxy M..	45.73	8	4.74 A
Nutrisorb L + Radigrow + A..	48.75	8	4.74 A
Manejo Convencional	51.01	8	4.74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 22. Análisis de varianza no paramétrica NO3

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
NO3	Manejo Convencional	8	477.50	86.48	485.00	0.79	0.8497
NO3	Nutrisorb L + ATP + Carbox..	8	426.25	58.05	425.00		
NO3	Nutrisorb L + Radigrow + A..	8	435.00	13.09	435.00		
NO3	Radigrow + ATP + Carboxy M..	8	433.75	15.98	435.00		

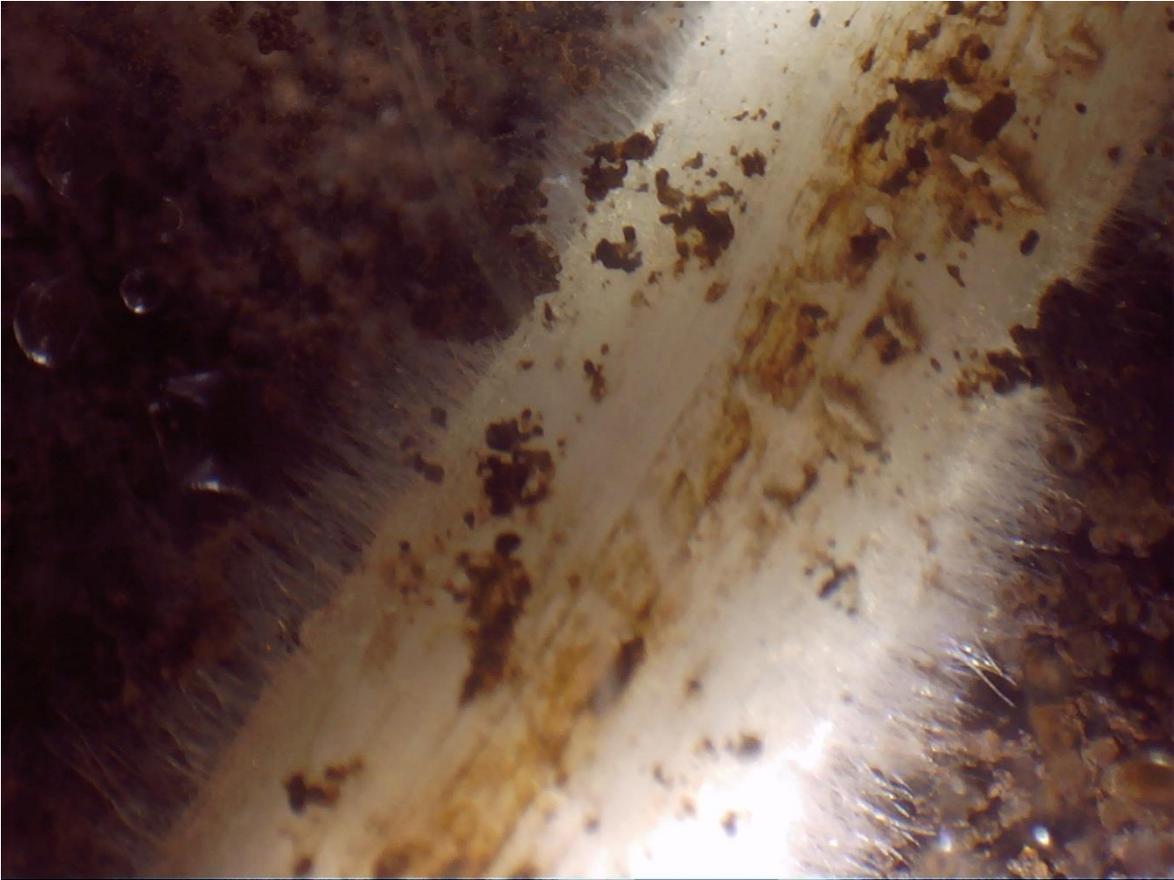
Anexo 23. Seguimiento fotográfico tratamiento 1



Fotografía 23.1: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 1



Fotografía 23.2: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 1



Fotografía 23.3: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 1

Anexo 24. Seguimiento Fotográfico Tratamiento 2



Fotografía 24.1: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 2



Fotografía 24.2: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 2



Fotografía 24.3: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 2

Anexo 25. Seguimiento Fotográfico Tratamiento 3



Fotografía 25.1: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 3



Fotografía 25.2: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 3



Fotografía 25.3: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 3

Anexo 26. Seguimiento Fotográfico Manejo convencional



Fotografía 26.1: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 4



Fotografía 26.2: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 4



Fotografía 26.3: Seguimiento Fotográfico, tratamiento 4

Anexo 27. Fotografías del estudio



Medición de absorción de nitrato



Instalación de cámara rizotónica para seguimiento fotográfico



Área de cultivo - Diseño



Medición de índice de clorofila



Clasificación de raíces



Medición de índice de clorofila



Aplicación de los productos