



Determinación de la dosis óptima de Raizyner GNS para la producción de raíces en el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

Arias Choez, Alexis Fernando

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

Ph.D. Ulloa Cortazar, Santiago Miguel

22 de febrero del 2023



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, “**Determinación de la dosis óptima de Rayziner GNS para la producción de raíces en el cultivo de piña (*Ananas comosus*)**” fue realizado por el señor **Arias Choez, Alexis Fernando** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 22 de febrero del 2023.

Firma:
 FIRMADO DIGITALMENTE POR:
SANTIAGO MIGUEL
ULLOA CORTAZAR

Ph.D. Ulloa Cortazar, Santiago Miguel

C.C.: 1708421605



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Arias Choez, Alexis Fernando**, con cédula de ciudadanía N° 1716886104 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Determinación de la dosis óptima de Rayziner GNS para la producción de raíces en el cultivo de piña (*Ananas comosus*)”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 22 de febrero del 2023

Arias Choez, Alexis Fernando

C.C.: 1716886104



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Autorización de Publicación

Yo, **Arias Choez, Alexis Fernando** con cédula de ciudadanía N°1716886104, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Determinación de la dosis óptima de Rayziner GNS para la producción de raíces en el cultivo de piña (*Ananas comosus*)”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo, 22 de febrero del 2023

Arias Choez, Alexis Fernando

C.C.: 1716886104

Dedicatoria

Dedico esta tesis a todos aquellos que me apoyaron moral y económicamente.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes. Me formaron con reglas y libertades, y me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Agradecimiento

Gracias a Dios por permitirme disfrutar de su amor y bondad para con mi vida.

A mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero mencionar a mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Quiero agradecer a mi tutor Dr. Santiago Ulloa, por su orientación a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

De manera encarecida a Bioamecsa por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Muchas gracias a todos.

Índice de Contenido

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de Contenido	8
Índice de Tablas.....	14
Índice de Figuras	16
Resumen	19
Abstract.....	20
Capítulo I	21
Introducción	21

Objetivos	22
Objetivo General	22
Objetivos Específicos	22
Hipótesis Nula	22
Hipótesis Alternativa.....	23
Capítulo II.....	24
Revisión de Literatura	24
Origen	24
Clasificación taxonómica	24
Diversidad genética.....	25
Morfología	25
Descripción botánica de la planta	26
Raíz.....	26
Tallo	27
Hojas.....	27
Inflorescencia	28
Fruto.....	28

	10
Material de siembra.....	29
Selección y tratamiento del material de siembra	29
Requerimientos edafoclimáticos	30
Temperatura.....	30
Suelo	30
Precipitación.....	30
Altitud	31
Luminosidad	31
Fertilización.....	31
Curvas de absorción de nutrientes.....	31
Factores internos.....	32
Factores externos.....	32
Bioestimulantes.....	33
Efecto de los bioestimulantes	33
Enraizante a utilizar RAIZYNER 950.....	33
Propiedades y Usos	34
Composición y propiedades físico-químicas	34

	11
Capítulo III.....	36
Materiales y Métodos	36
Ubicación del Área de Investigación	36
Ubicación geográfica	36
Ubicación ecológica	36
Materiales	37
Instalación del ensayo.....	37
Recolección de muestras	37
Pesaje y Secado de Muestras Botánicas	38
Métodos	38
Diseño Experimental	38
Tratamientos a probar	38
Tipo de diseño.....	39
Características de las unidades experimentales	39
Croquis del diseño.....	40
Esquema del análisis de varianza	40
Análisis costo beneficio	41

	12
Variables evaluadas	41
Métodos específicos del manejo	43
Fase de campo	43
Capítulo IV	45
Resultados y Discusión.....	45
Biomasa fresca de las plantas de piña.....	45
Análisis de varianza	45
Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en biomasa fresca de piña	46
Biomasa seca de las plantas de Piña	48
Análisis de varianza	48
Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en biomasa seca de piña.....	50
Aumento de la masa radicular de las plantas de piña	52
Análisis de varianza	52
Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en masa radicular fresca de piña	53
Aumento de la masa radicular seca de las plantas de piña.....	56

	13
Análisis de varianza	56
Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en masa radicular seca de piña.....	57
Aumento del grosor de la corona de las plantas de piña.....	60
Análisis de varianza	60
Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento del grosor de la corona de piña.....	61
Evaluación del aumento de biomasa fresca, masa radicular y grosor de corona durante 45 días.....	64
Evolución del aumento de biomasa fresca en plantas de piña	64
Evolución del aumento de masa radicular en plantas de piña.....	67
Evolución del aumento de grosor de corona en plantas de piña	69
Análisis bromatológico	71
Análisis costo - beneficio.....	76
Capítulo VI	78
Conclusiones	78
Recomendaciones	79
Bibliografía.....	80

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición y propiedades físico-químicas de RAIZYNER-950.	35
Tabla 2. <i>Caracterización ecológica del sitio de investigación.</i>	37
Tabla 3. <i>Recursos utilizados para la instalación del ensayo.</i>	37
Tabla 4. <i>Recursos utilizados para la recolección de muestras.</i>	38
Tabla 5. <i>Materiales utilizados para el pesaje de muestras recolectadas de piña</i>	38
Tabla 6. <i>Descripción de los tratamientos a comparar.</i>	38
Tabla 7. <i>Esquema del análisis de varianza en la elaboración de pulpas congeladas de frutas para evaluar el efecto de distintas concentraciones de nisina como bio-conservante.</i>	40
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS</i>	45
Tabla 9. <i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.</i>	46
Tabla 10. <i>Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa fresca (g) en plantas de piña.</i>	47
Tabla 11. <i>Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días</i>	48

Tabla 12. <i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa seca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.....</i>	50
Tabla 13. <i>Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa seca (g) en plantas de piña.</i>	50
Tabla 14. <i>Análisis de varianza de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS.....</i>	52
Tabla 15. <i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días</i>	54
Tabla 16. <i>Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en de masa radicular fresca (g) en plantas de piña.</i>	54
Tabla 17. <i>Análisis de varianza de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS.....</i>	56
Tabla 18. <i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.</i>	57
Tabla 19. <i>Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en masa radicular seca (g) en plantas de piña.</i>	58
Tabla 20. <i>Análisis de varianza del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS.....</i>	60
Tabla 21. <i>Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.</i>	61

Tabla 22. *Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de aumento en el grosor de la corona (cm) en plantas de piña.....62*

Tabla 23. *Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa fresca (g) obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS cada 15 días durante 45 días.....64*

Tabla 24. *Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la masa radicular (g) obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS cada 15 días durante 45 días.....67*

Tabla 25. *Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del grosor de corona (cm) obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS cada 15 días durante 45 días.....69*

Tabla 26. *Costos de aplicación de los tratamientos.....76*

Índice de Figuras

Figura 1. *Ubicación geográfica del lugar de investigación.....36*

Figura 2. *Distribución de las parcelas dentro de la plantación de piña.....40*

Figura 3. *Prueba de Duncan al 5% de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS.45*

Figura 4. *Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.47*

Figura 5. Prueba de Duncan al 5% de la biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS	49
Figura 6. Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días	51
Figura 7. Prueba de Duncan al 5% de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS	53
Figura 8. Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	55
Figura 9. Prueba de Duncan al 5% de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS	56
Figura 10. Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	59
Figura 11. Prueba de Duncan al 5% del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS	60
Figura 12. Dosis óptima de Raizyner GNS en base al grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	62
Figura 13. Evolución del aumento en biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS durante 45 días	66
Figura 14. Evolución del aumento en masa radicular (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS durante 45 días.	68

Figura 15. *Evolución del aumento en el grosor de la corona (cm) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS durante 45 días.....70*

Figura 16. *Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado húmedo a los 45 días, bajo seis dosis de Raizyner GNS.....72*

Figura 17. *Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado seco a los 45 días, bajo seis dosis de Raizyner GNS.....74*

Resumen

Esta investigación se realizó en la propiedad llamada La Williams, ubicada en el Km 45 vía Santo Domingo – Quinindé, en la parroquia la Unión, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. En la presente investigación se tuvo como objetivo principal determinar la dosis óptima de Raizyner GNS para la producción de raíces en el cultivo de piña (*Ananas comosus*). Se planteó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, conformando 24 unidades experimentales, evaluando las dosis de un enraizante en 3 aplicaciones comparados con un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron biomasa obtenida cada 15 días durante los 45 días, biomasa fresca y seca a los 45 días, masa radicular cada 15 días hasta los 45 días, masa radicular fresca y seca a los 45 días, grosor de la corona cada 15 días hasta los 45 días y contenido bromatológico en fresco y seco a los 45 días. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos determinar que el tratamiento T3 (2 l/ha de Raizyner GNS) obtuvo el mejor resultado en las variables analizadas, considerando el aumento de la biomasa fresca y seca de las plantas de piña. Además, que, que el T3, fue la dosis que logró aumentar la masa radicular fresca y seca, y el grosor de la corona a los 45 días de evaluación, considerando también que la relación costo beneficio es sumamente favorable. Por lo que se recomienda el uso de Raizyner GNS, en dosis de 2 l/ha, a más de esto probar el producto en diferentes edades de la plantación y en la época lluviosa.

Palabras clave: Piña, enraizante, Raizyner GNS, dosis óptima.

Abstract

This research was carried out in the property called La Williams, located at Km 45 on the Santo Domingo - Quininde road, in the parish of La Unión, Quinindé canton, province of Esmeraldas. The main objective of this research was to determine the optimum dose of Raizyner GNS for root production in pineapple (*Ananas comosus*). A Completely Randomized Block Design (C.R.B.D.) was used, with 6 treatments and 4 replicates, forming 24 experimental units, evaluating the doses of a rooting agent in 3 applications compared to an absolute control. The variables evaluated were biomass obtained every 15 days for 45 days, fresh and dry biomass at 45 days, root mass every 15 days until 45 days, fresh and dry root mass at 45 days, crown thickness every 15 days until 45 days and bromatological content in fresh and dry at 45 days. According to the results obtained, we can determine that the T3 treatment (2 l/ha of Raizyner GNS) obtained the best result in the variables analyzed, considering the increase in fresh and dry biomass of the pineapple plants. In addition, T3 was the dose that managed to increase the fresh and dry root mass and crown thickness after 45 days of evaluation, considering also that the cost- benefit ratio is extremely favorable. Therefore, the use of Raizyner GNS is recommended, at a dose of 2 l/ha, in addition to testing the product at different ages of the plantation and in the rainy season.

Keywords: Pineapple, rooting agent, Raizyner GNS, optimum dosage.

Capítulo I

Introducción

Ecuador es un país mega diverso, que posee una gran variedad de climas, convirtiéndolo en un lugar sumamente privilegiado especialmente para la producción agrícola, ya que permite el cultivo de muchos productos a lo largo del año, en cada una de sus regiones. La piña (*Ananas comosus*) se destaca en el mundo por sus particularidades organolépticas, lo que le ha dotado de gran aceptación entre los consumidores mundiales, solamente después del banano y el mango.

Además, gracias a las condiciones favorables que ofrece la región que ocupa Ecuador en el mundo, es un producto de exportación, pero también logra abastecer el consumo nacional, según menciona (Líderes, 2022).

Ecuador se ha catalogado como el primer país sudamericano con el título de "exportador de piña" y ocupa además la octava posición en el mundo, bajo esta denominación, con ingresos cercanos a los USD 45,6 millones entre enero y noviembre de 2021.

Las zonas más representativas en producción de esta fruta son Guayas, Esmeraldas, el Oro y nuestra provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, que se se ha destacado hasta la actualidad debido a la producción de la piña MD2, que es la requerida por los mercados internacionales, por su alto valor nutricional, contenido de vitaminas y minerales, además de su gran sabor. Debido a ello el ministerio de agricultura afirma que la superficie cultivada en el país se incrementó a ser alrededor de 3.500 hectáreas sembradas (Pantoja, 2021).

El cultivo de esta fruta, demanda el desarrollo de diferentes tipos de tecnologías y una de las fases más importantes en su producción es la de propagación, que por practicidad y tiempo este cultivo se multiplica por asexualmente por estolones (hijuelos) principalmente, es por este motivo que es fundamental que el sistema radicular sea fuerte, este al ser de tipo adventicio necesita que se estimule la presencia de estas raíces, de la misma manera vigorizar su calidad y cantidad, ya que estas son el sostén de planta y la vía de ingreso de los nutrientes para su desarrollo.

Por lo mencionado el objeto de este estudio es la aplicación y evaluación del enraizante Rayziner gns, determinando su dosis óptima para el crecimiento radicular.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la dosis óptima de Rayziner gns para la producción de raíces en el cultivo de piña.

Objetivos Específicos

Establecer parcelas para la aplicación del enraizador en las dosis establecidas, de acuerdo a cada tratamiento

Analizar estadísticamente cada una de las variables medidas establecidas.

Determinar costos en base a la dosis óptima calculada de los diferentes tratamientos.

Hipótesis Nula

H₀: Ninguna de las dosis establecidas proporcionó una mayor producción de raíces en el cultivo de piña.

Hipótesis Alternativa

H₀: Por lo menos una de las dosis establecidas nos proporcionará una mayor producción de raíces en el cultivo de piña.

Capítulo II

Revisión de Literatura

Origen

La piña según indica (Araque, 1995), proviene de América, aunque no existen hasta hoy en día hallazgos de plantas silvestres de Ananas comosus. Al norte de Sudamérica en selvas y sabanas los piñales espontáneos son restos de lo que un día fueron siembras y ahora están abandonas, estas plantas pueden vivir durante más de 100 años sin la intervención del hombre gracias a la propagación vegetativa.

Es originaria del Sur de Brasil y Noroeste de Argentina y Paraguay. En Filipinas fue encontrada en el siglo XIV y establecida en Hawái en 1809. Actualmente se cultiva en todas las regiones tropicales del mundo (Hassan & Othman, 2011).

Pertenece a la familia de la bromeliáceas (subclase de las monocotiledóneas) y al género de Ananas, se compone de aproximadamente 2794 especies y 56 géneros que se han adaptado a diferentes hábitats (Bartholomew, Paull, & Rohrbach, 2003).

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

Clase: Angiospermophytas

Subclase: Monocotiledóneas

Orden: Farinosales

Familia: Bromeliaceae

Género: Ananas

Especie: *Comosus* (L) Merril.

Nombre científico: *Ananas comosus* (L) Merril. Nombre común: Piña, Anana
(Condemaita, 2010).

Diversidad genética

A día de hoy, es posible identificar cuatro tipos de piña con alto grado de aceptación entre los productores. **La** piña Cayenne se caracteriza por la producción de frutos de importante aceptación para el mercado externo ya sean estos destinados para el consumo en fresco o para la transformación industrial. Los tipos Spanish y Queen, por su parte, se consideran adecuados para la producción de enlatados; no obstante, la piñas Abacaxi no se consideran aptas para el manipuleo por lo cual, no sirven para el mercado exterior (Solórzano, 2013).

Algunas variedades botánicas son:

- *Ananas bracteatus* (LINDL) Schultes
- *Ananas ananassoides* (Bak) L. B. Smith que comprende
- *Ananas comosus* (L) Merr, comprende todas las variedades que se cultivan.

Morfología

La piña, se caracteriza por presentar un aspecto de hierba, que potencialmente alcanzan entre 1,20 m a 1,50 m de alto, sus raíces son adventicias y finas; su tallo es

erecto, relativamente corto y de porte robusto. Por otro lado, sus hojas son largas y pueden tener bordes lisos o con espinas. La inflorescencia emerge desde la parte central de la planta de dónde se desprenden flores que tienen una coloración violeta hasta blanca. En cuanto al fruto, este es una drupa protegida por un conjunto de folios de borde cerrado en el extremo superior (Agropecuario, 2004).

Descripción botánica de la planta

Raíz

(Bonilla, 2001), expone que la parte radicular de la piña, forma acumulaciones espesas de tipo esclerosa, profundas y delicadas. Las raíces se ubican hasta unos 15 centímetros del suelo, aunque en ocasiones pueden alcanzar 60 cm de profundidad, por lo cual, las raíces que alcanzan estos niveles edáficos poseen un vigor considerable; en la superficie del suelo conforman raíces adventicias donde originan las yemas axilares de las hojas basales, las cuales se lían en el contorno del tallo, desempeñando un papel importante en la asimilación de nutrientes.

La piña tiene dos tipos de raíces:

- Raíces primarias: se encuentran en plantas de piña originadas de semillas son de vida corta y se desprenden a los dos meses de edad.
- Raíces adventicias: se dividen en raíces del suelo y raíces axilares.

Estas raíces forman sistemas radiculares que ayudan a capturar y distribuir el agua en la piña junto con las hojas permitiendo a la planta de la piña tener características especiales para resistir sequías (Fundación de Desarrollo Agropecuario, 1992).

(Peña, Díaz, & Martínez, 1996), mencionan que en general el sistema radical es muy superficial y deben tenerse en cuenta la elevada necesidad de oxigenación del suelo, su poca distribución vertical y horizontal, en su mayoría las raíces están ubicadas en las cercanías de la superficie del suelo y su alta susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Tallo

Su tallo es vertical, robusto y corto de 30 a 40 centímetros de alto, este se prolonga en la parte superior de la planta hasta formar el eje central de la inflorescencia o pedúnculo, donde posteriormente forma el fruto. Presenta entrenudos de 1-10 mm, yemas aplanadas en las axilas

de las hojas y raíces adventicias alrededor (Vásquez, Saavedra, & Saavedra, 2012). Contiene una estructura carnosa, que almacena nutrientes para la planta, los carbohidratos procesados por las hojas son transportados y almacenados en el tallo para la conversión a almidón.

Después de la producción del fruto el tallo muere y es sustituido por un brote lateral, el que asume el papel de la planta madre (Pohlan, Gamboa, Salazar, & Collazos, 2001).

Hojas

Las hojas de la piña son nombradas, de acuerdo a su posición en el tallo. La planta usa sus hojas para la captación de nutrientes para su desarrollo y crecimiento ya que carecen de raíces especializadas, estas encierran al tallo son anchas en esta parte y forman una roseta alrededor de este, característica que hace que la planta recoja y absorba agua por las raíces aéreas o a través de la epidermis (Bartholomew, Paull, &

Rohrbach, 2003), y que estén expuestas al sol, esto ayuda a reducir la temperatura y la pérdida de humedad. Los tricomas de la base de las hojas absorben agua y soluciones nutritivas, mientras que los que cubren el lado inferior retienen un espacio de aire en el fondo en el que están las estomas que facilitan la economía del agua (Vásquez, Saavedra, & Saavedra, 2012).

Inflorescencia

(Pacheco, 1984) explica que las flores de la piña tienden a cruzarse entre sí incluyendo al tallo, a tal punto que es casi imperceptible diferenciar la porción donde finaliza la flor y comienza una nueva. Una inflorescencia común puede poseer entre 100 y 200 flores, distribuidas en forma espiral. Debido a que no todas las flores se abren en un solo día, la fase de floración puede alargarse hasta por 30 días.

La parte reproductiva de la planta posee la forma de panojas, son hermafroditas y actinomorfas trimeras, trisépala y tripétala, con dos pares de estambres y un pistilo tricarpelar (Bartholomew, Paull, & Rohrbach, 2003).

Fruto

El fruto está formado por un conjunto de frutos individuales consta de: eje de la inflorescencia denominado corazón, la corona de folios, la cáscara que recubre al ovario, la parte basal de los sépalos y sus respectivas brácteas (Peña, Díaz, & Martínez, 1996).

El fruto es un sincarpio: la parte comestible del mismo está formado por los tejidos externos del eje floral, los ovarios de las flores, las bases de los sépalos unidos y las bases de las brácteas, las cuales rodean cada flor. Con excepción del estilo, estambres y pétalos, marchitos, todo el resto de las partes de la flor y brácteas se

transforman en un frutillo en otras palabras cada flor se convierte en uno de los ojos o secciones en que se divide exteriormente el fruto de piña (Morin, 1967).

Material de siembra

(Villavicencia & Vásquez, 2008) declara que la piña se caracteriza por su propagación vegetativa a través de los hijuelos que se forman en diferentes secciones de la planta madre. No obstante, depende del material de siembra el éxito de la plantación; los tipos que se pueden citar son los siguientes:

- Corona: son aquellos que brotan de la parte apical del fruto.
- Basales: se producen en la parte basal del fruto e incluso en la longitud del pedúnculo floral.
- Chupones o puyones: se generan en la parte axilar de los folios.
- Retoños: nacen de la parte basal del tallo (Villavicencia & Vásquez, 2008).

Es importante, que el material de siembra provenga de plantaciones jóvenes, con alto nivel de sanidad, vigor y con un referente productivo alto. La recolección de los hijuelos debe efectuarse entre 1 a 2 meses posterior a la cosecha, con la finalidad de permitir un adecuado desarrollo con un tamaño entre 20 cm a 25 cm (Villavicencia & Vásquez, 2008). Los sorbatos se han implicado con poca frecuencia en reacciones adversas, especialmente por vía oral (Burks & Wesley, 2020); puede causar urticaria de contacto en la región perioral, especialmente en niños que se untan alimentos que contienen sorbato en la cara. En raras ocasiones, el ácido sórbico ha causado dermatitis de contacto (Ferri, 2022).

Selección y tratamiento del material de siembra

La clasificación se da en función del tamaño, puesto que de esta manera se podrá obtener una evolución y cosecha uniforme; estos deben tratarse mediante la acción protectora de insecticidas y fungicidas, para ejercer protección frente a hongos e insectos. (Villavicencia & Vásquez, 2008) especifica, que, para esta labor se puede utilizar el fungicida Alliete 5 g en combinación con Basudin o Diazinon a razón de 3 cc por litro de agua sumergiéndolas durante 2 a 3 minutos, mismas que finalmente deben dejarse secar para proceder a sembrarlas.

Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura

(Lucero, 2014), asegura que media anual promedio de 21 a 25 °C, con valores extremos absolutos que no bajen de los 20 °C, ni excedan los 35 °C.

Suelo

Los suelos con drenaje apropiado y con 1 metro de profundidad, de textura arenosa o areno-arcillosa; además, el pH debe situarse entre 4.5 y 5.5. Valores con pH más alto, provocan la pudrición de raíz. Por lo cual, los suelos húmedos y con un alto contenido de materia orgánica resultan beneficiosos (Lucero, 2014).

Precipitación

(El Productor, 2018), expresa que el requerimiento de agua en piña es relativamente bajo, ya puesto que su morfología permite aprovecharla mejor; sin embargo, es necesario que se den precipitaciones entre los 1 200 a 2 000 mm, distribuidas a lo largo del ciclo anual, la que permitiría una óptima utilización. La forma acanalada de las hojas, le permite recolectar el agua de mejor forma, para luego ser

llevada a su sistema radicular. Aunque la piña tolera periodos largos de sequía, el agua no debe faltarle en la siembra, floración y fructificación, en cambio el exceso de agua hace que la fruta sea pobre, con un bajo contenido de azúcar y una elevada acidez.

Altitud

(Lucero, 2014) la altitud recomendable es de hasta 250 metros, aunque en alturas mayores (hasta de 500 metros), sin excesos de nubosidad, existe la posibilidad de producir frutas de calidad aceptable.

Luminosidad

(Vásquez, Saavedra, & Saavedra, 2012), aseguran que la presencia de una alta luminosidad interviene marcadamente en los procesos de la fotosíntesis y de la transpiración, beneficiando el rendimiento del cultivo, produciendo frutas de mayor calidad y atractivas, siendo recomendable unas 1200 horas.

Fertilización

En cuanto a fertilidad, lo ideal es que esta se realice de la mano con un análisis del suelo; mismo que permitirá identificar el contenido de nutrientes en la solución del suelo, puesto que, a nivel nutricional, esta especie es bastante exigente, en cuanto a: K, N, Ca, Mg, S, P, Mn y Zn en diferentes niveles de acuerdo a la edad del cultivo, que por lo general ocurre en nueve meses. La aplicación, se puede realizar de diversas maneras; al voleo, mediante aspersiones foliares o en bandas (Villavicencia & Vásquez, 2008).

Curvas de absorción de nutrientes

Estos gráficos, representan el nivel de extracción nutrimental que posee un cultivo. Esta curva es el resultado de una correlación entre la variable extracción de nutrientes versus el ciclo del cultivo, que suele hallarse diferenciado por los días a la siembra o plantación (Pantoja, 2021). La extracción nutrimental varía de acuerdo a diversos factores de naturaleza interna o externa donde sobre salen los siguientes:

Factores internos

La genética de la planta. Alude a la calidad varietal de la planta que es esencial para la obtención rendimientos elevados, esta depende en gran parte de las condiciones ambientales y del manejo del cultivo.

Estado de desarrollo de la planta. La curva expone los cambios nutricionales en función de la fenología de la planta; puesto que, gracias a esto, es posible asociar las puntuaciones de absorción máxima con puntos claves que son clave durante el desarrollo, prefloración, floración, fructificación entre otros (Pantoja, 2021).

Factores externos

(Pantoja, 2021) menciona que los factores externos son aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta; tales como, humedad relativa, intensidad lumínica, temperatura, precipitaciones, entre otros.

Luego de identificar el comportamiento de la curva de absorción se determina la época donde más se absorben los elementos nutricionales durante el crecimiento. Dicho efecto, permitirá definir las épocas de fertilización para establecerlas en los programas de nutrición, que se debe incluir entre 1 a 2 semanas antes de que tenga lugar el pico de alto requerimiento de nutrientes. Con esto se busca maximizar el aprovechamiento de las fuentes fertilizantes (García, 1982).

Bioestimulantes

Se trata de sustancias de origen natural o sintético que permiten mejorar la eficiencia fisiológica de las especies vegetales, puesto que incrementan el rendimiento de los cultivos y en caso de que estas estén sometidas a algún tipo de estrés, permite que la planta supere estos problemas y que las secuelas por este estrés sea el mínimo.

Efecto de los bioestimulantes

(Bartholomew, Paull, & Rohrbach, 2003) indican que, la planta solo utiliza de 30 a 40% de las enzimas, pero pueden minimizarlas dentro de un lapso altamente variable, es decir; puede durar horas e incluso días. El rol de los bioestimulantes se centra en la permisibilidad que se le genera a la planta para que puedan aprovecharse más las enzimas oxidadas (50 a 60% mínimo) y disminuir el período de tiempo que ocupa la reducción de las enzimas (40 a 50%). Esto quiere decir que, se logra mejorar la eficiencia de síntesis de todos los procesos fisiológicos involucrados, lo que significa que la planta puede aprovechar todos los recursos que tiene a disposición como: agua, energía radiante, nutrientes, entre otros. Es por tal motivo, que el efecto de los bioestimulantes puede analizarse en etapas de estrés, cuando existe escasez de recursos.

Enraizante a utilizar RAIZYNER 950

RAIZYNER 950, estimula la zona radicular de las plantas; en su composición cuenta con N, P, K y B, en forma de quelatos y con algas marinas que generan primordios radiculares, por lo que favorece la función de anclaje y absorción nutricional que poseen las raíces. Además, dota de vigor a las plántulas, las fortalece y acelera su

establecimiento en campo; disminuye los niveles de estrés inherentes por el cambio climático existente debido al tras fase entre vivero y campo.

Propiedades y Usos

Aplicaciones en drench de RAIZYNER-950 ejercen su acción en zonas específicas de la planta para activar los primordios encargados de formación y desarrollo radicular.

Adiciona de manera exógena una carga de elementos nutritivos y enraizantes muy bien equilibrados y quelatados, a su vez se complementan con activadores metabólicos y algas marinas para acelerar la multiplicación radicular.

A partir de esa activación, la planta es capaz de explorar y absorber mayor cantidad de nutrientes, lo que provoca vigor de anclaje y velocidad de crecimiento. Se usa en todo cultivo, desde el vivero, trasplante y siembra directa, es el primer tratamiento obligado que se hace a los pocos días de la emergencia fortaleciendo raíces, tallos y hojas.

En cultivos establecidos que han sido afectados el sistema radicular, por ataque de plagas, enfermedades, nematodos y condiciones adversas agroclimáticas, RAIZYNER-950 forma nueva masa radicular a partir de yemas axilares que se encuentran en el cuello de la planta y raíces primarias en estado latente, las cuales se activan inmediatamente y forman nuevas estructuras radiculares de reposición.

Composición y propiedades físico-químicas

A continuación, se detalla la composición de RAIZYNER-950 en la tabla 1:

Tabla 1.*Composición y propiedades físico-químicas de RAIZYNER-950.*

Composición/Propiedades	Magnitud
Peso Nitrógeno total	7%
Fósforo disponible	45%
Potasio	5%
Boro	0,10%
Activadores metabólicos	3%
Algas marinas	10%
Complejo fitohormonal	950ppm
Aspecto	Sólido
Color	Café oscuro
Olor	Agridulce
pH al 10%	5
Densidad	0,79 g/cc
Solubilidad	100%

Capítulo III

Materiales y Métodos

Ubicación del Área de Investigación

El estudio se llevó a cabo en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas; en la parroquia “La Unión”, a la altura del km 45 vía a Santo Domingo-Quinindé.

Ubicación geográfica

Latitud: 0.057500; Longitud: -79.420833

Figura 1.

Ubicación geográfica del lugar de investigación.



Nota: Obtenido de (GAD Parroquial, La Unión de Quinindé, 2019)

Ubicación ecológica

Tabla 2.*Caracterización ecológica del sitio de investigación.*

Características	Descripción
Zona de vida:	Bosque húmedo Tropical
Altitud:	240 msnm
Temperatura:	24-28 °C
Precipitación:	2980 mm/año
Humedad relativa:	87%
Heliofanía:	1000 horas luz/año

Materiales*Instalación del ensayo***Tabla 3.***Recursos utilizados para la instalación del ensayo.*

Materiales	Reactivos
Flexómetro	Raizner-950
Canecas con agua	
Estacas de 100 cm	
Pirola plástica	
Cinta de color naranja	

Recolección de muestras

Tabla 4.*Recursos utilizados para la recolección de muestras.*

Materiales/Insumos	Muestras
Flexómetro	Muestras botánicas de piña
Cuchillo	
Machete	
Tijera de podar	
Grapadora	
Grapas	
Marcador permanente negro	

Pesaje y Secado de Muestras Botánicas**Tabla 5.***Materiales utilizados para el pesaje de muestras recolectadas de piña*

Materiales/Insumos	Equipos	Muestras
Libreta	Estufa	Muestras botánicas de piña
Esferográficos	Balanza analítica	

Métodos***Diseño Experimental***

Factores a probar. D: Dosis (0 l/ha, 1 l/ha, 1,5 l/ha, 2 l/ha, 2,5 l/ha, 3 l/ha).

Tratamientos a probar**Tabla 6.***Descripción de los tratamientos a comparar.*

Tratamientos	Descripción
T1	0 l/ha de Raizyner GNS
T2	1 l/ha de Raizyner GNS
T3	1,5 l/ha de Raizyner GNS
T4	2 l/ha de Raizyner GNS
T5	2,5 l/ha de Raizyner GNS
T6	3 l/ha de Raizyner GNS

Tipo de diseño

En esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Esta investigación contará de cuatro repeticiones por tratamiento.

Características de las unidades experimentales

Número de tratamientos: 6

Número de repeticiones: 4

Número de unidades experimentales: 24

Forma de la unidad experimental: Rectangular

Ancho de la unidad experimental: 19 m

Largo de la unidad experimental: 22 m

Área de la unidad experimental: 418 m²

Área neta del ensayo: 10032 m²

Área total del ensayo: 10234 m²

Croquis del diseño

Figura 2.

Distribución de las parcelas dentro de la plantación de piña.

D1R1	D3R2	D3R3	D2R4
D3R1	D5R2	D1R3	D6R4
D2R1	D4R2	D2R3	D5R4
D5R1	D1R2	D5R3	D4R4
D4R1	D2R2	D6R3	D1R4
D6R1	D6R2	D4R3	D3R4

Esquema del análisis de varianza

Tabla 7.

Esquema del análisis de varianza en la determinación de la dosis óptima de Ray.

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Bloque	B - 1	3
Dosis	D - 1	5
Error Experimental	(B - 1) (D - 1)	15
Total	n - 1	23

Análisis funcional. Se realizaron pruebas de significancia de rangos múltiples de Duncan al 5%, determinando si existió diferencia de las medias de cada variable evaluada. Se emplearon regresiones no lineales aplicando la ecuación de Weibull tipo 2 con cuatro parámetros empleando el siguiente modelo matemático:

$$f(x) = c + (d - c) \exp(- \exp \exp (b(\log \log (x) - \log \log (e))))$$

De las regresiones no lineales obtenidas, se determinó la dosis óptima o efectiva del enraizador aplicado mediante el ED85 y ED90, los cuales son parámetros estándar usados con frecuencia para describir la respuesta del rendimiento de un cultivo en campo, obteniendo el 85 y 90% del valor máximo que alcanza la curva de la regresión (Knezevic et al., 2007).

Análisis costo beneficio

Los costos totales se calcularon mediante la suma de los costos fijos y los costos variables, empleando la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT= Costos total

CF= Costos fijo

CV= Costo variable

Variables evaluadas

Biomasa obtenida cada 15 días durante 45 días. Se tomaron 4 plantas al azar dentro de cada unidad experimental en los tres muestreos, con ayuda de una balanza analítica se pesaron las plantas de piña sin la parte radicular.

Biomasa fresca a los 45 días. Se tomaron 4 plantas al azar al finalizar el ensayo, luego se cortó a la altura de la corona de la planta para obtener la parte aérea o

foliar de la planta, se pesó con ayuda de una balanza analítica y se registró el promedio de los pesos obtenidos.

Biomasa seca a los 45 días. De la parte aérea pesada para biomasa fresca, se repicaron las hojas y se colocaron en bolsas de papel para introducirlas a la estufa a una temperatura de 50°C durante 3 días, luego se registró el promedio de los pesos obtenidos de cada tratamiento.

Masa radicular cada 15 días hasta los 45 días. De las 4 plantas tomadas por muestreo, se limpió la parte radicular con agua, se cortó a la altura de la corona de la planta y se registró el peso radicular con la ayuda de una balanza analítica.

Masa radicular fresca a los 45 días. Para esta variable, se repitió el proceso anterior.

Masa radicular seca a los 45 días. Se repicaron las raíces y la corona, se colocaron en fundas de papel y se dejó secando en una estufa a 50°C durante 3 días, luego se registró los pesos con ayuda de una balanza analítica.

Grosor de la corona cada 15 días hasta los 45 días. De las plantas utilizadas por muestreo, se separó la corona de la parte foliar, y se midió el grosor con ayuda de un calibrador digital.

Grosor de la corona a los 45 días. De las 4 plantas empleadas a los 45 días por tratamiento, se midió el grosor de la corona de cada una de ellas con ayuda de un calibrador digital.

Contenido bromatológico de las plantas a los 45 días en estado fresco y seco. Se tomaron muestras adicionales de la parte foliar de las plantas para generar

una sola muestra homogénea por tratamiento, se empacó en bolsas herméticas y se mandó a un laboratorio de bromatología, solicitando los resultados tanto en muestra fresca como en muestra seca.

Métodos específicos del manejo

Fase de campo

Descripción del lugar del ensayo. La finca Williams cuenta con cuatro hectáreas de piña sembradas, con una densidad poblacional de 66000 plantas/hectárea, cuenta con un manejo tecnificado lo cual facilita las labores culturales durante la etapa de desarrollo, la piña establecida de la variedad MD2 fue sembrada el día 4 de septiembre del 2022.

Delimitación de unidades experimentales. Se delimitó el área experimental teniendo en cuenta la densidad de siembra de la piña de 66000 plantas/ha, sembradas en camas dobles y distribuidas por bloques, se cerró el perímetro con cinta tomatera, luego se dividió en cuatro bloques y se señaló cada tratamiento con estacas previamente pintadas y etiquetadas.

Aplicaciones de Raizyner GNS. Para la aplicación foliar de Raizyner GNS, se tomó en cuenta el valor de referencia de consumo de agua para piña de 3000 litros por hectárea, para la unidad experimental de 418 m² se obtuvo un consumo de 125,4 litros por tratamiento en una repetición, lo cual se requirió de una bomba estacionaria para abarcar rápidamente toda el área experimental. Cada tratamiento se diluyó dentro del reservorio de agua de la bomba conforme a la demanda de agua del tratamiento.

Se hicieron 3 aplicaciones, la primera se la realizó el 17 de septiembre del 2022, cuando la piña tenía 13 días desde la siembra, la segunda el 1 de octubre y la tercera el 15 de octubre del 2022.

Muestreo. Para el muestreo se emplearon machetes, para retirar la planta del suelo sin dañar la raíz, se quitaron las hojas con la ayuda de un cuchillo y de tijeras de podar, los muestreos se realizaron a partir del 1 de octubre, 15 de octubre y 29 de octubre del 2022.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Biomasa fresca de las plantas de piña

Análisis de varianza

Tabla 8.

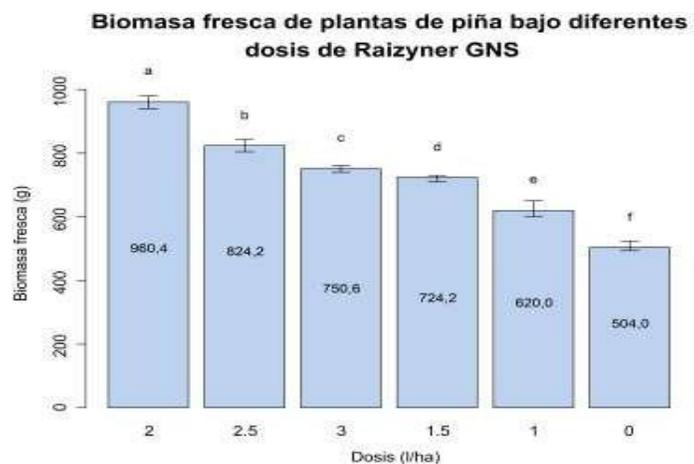
Análisis de varianza de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Fc	Valor-P
Bloques	3	314	78	0,296	0,877
Dosis	5	627949	125590	473,198	<2e-16 ***
Total	15	5308	265		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 3.

Prueba de Duncan al 5% de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS.



En la tabla 8, se muestra el análisis de varianza para el aumento en biomasa fresca de las plantas de piña, se muestra que el factor dosis tuvo una diferencia altamente significativa, por lo que las diferentes dosis de Raizyner si influyen en el aumento del rendimiento en biomasa fresca de piña.

En la figura 3 se observa la prueba de Duncan a 5% de significancia, se muestra que el rendimiento más alto en biomasa fresca de las plantas de piña a los 45 días fue de 960,4 g por planta, y corresponde a la dosis de 2 l/ha.

Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en biomasa fresca de piña

Tabla 9.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	3,88839	3,95890	0,9822	0,429566
Límite inferior (c)	514,42876	121,68956	4,2274	0,051659 .
Límite superior (d)	838,90617	66,50751	12,6137	0,006226**
Punto de inflexión (e)	1,37233	0,42266	3,2469	0,083190 .
Error estándar residual		113,5104		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 9 se visualizan los parámetros del modelo matemático de Weibull tipo 2 de 4 parámetros para la curva del aumento de la biomasa fresca de las plantas de piña, el límite superior presenta una diferencia estadística significativa, el valor máximo

del rendimiento en biomasa fresca, donde la curva se estabiliza, es en 838,91 g/planta de biomasa fresca.

Tabla 10.

Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa fresca (g) en plantas de piña.

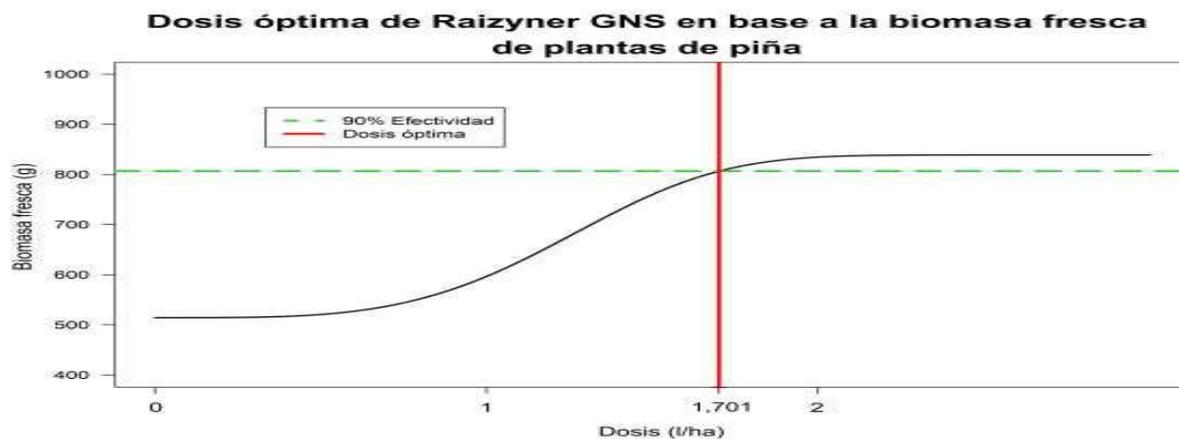
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
3,88839	3,95890	1,62 (± 0,38)	1,70 (± 0,40)

Nota: Detalles: “ED” Effective Dose, “SE” Standard Error

En la tabla 10 se muestra el ED o la dosis efectiva calculada de Raizyner GNS en función del aumento de la biomasa fresca de las plantas de piña, se muestra que para alcanzar el 90% del rendimiento máximo registrado en la tabla 7 fue de 1,70 l/ha (± 0,40 l/ha), mientras que la dosis para alcanzar el 85% del rendimiento máximo fue de 1,62 l/ha (± 0,38 l/ha).

Figura 4.

Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.



La figura 4 muestra la regresión no lineal obtenida para el aumento de la biomasa fresca de las plantas de piña en función de la dosis aplicada de Raizyner GNS, se observa como desde la dosis de 1 l/ha la curva aumenta y se estabiliza en la dosis de 2 l/ha, dando como la respuesta máxima de rendimiento en esta dosis, ya que al aplicar 3 l/ha o más, el rendimiento de biomasa fresca no va a aumentar.

Pantoja, (2021) menciona que la aplicación agroquímicos en su mayoría tienen una respuesta no paramétrica, es decir que llegará a un punto en que, si se desea aumentar la dosis, el resultado no va a variar porque ya alcanzó el pico de producción.

La dosis óptima que se muestra es de 1,70, obteniendo una estabilidad con 2,0 l/ha, para obtener un aumento del 90% en la biomasa fresca de las plantas de piña, esta dosis es más baja que la que recomienda la casa comercial Bioamecsa, (2017) de 3 a 4 litros por hectárea de Raizyner GNS para el cultivo de piña, con esto se reconoce que si se aplica la dosis recomendada más baja de 3 l/ha va a tener la misma respuesta que si se aplica una dosis de 2,0 l/ha, así se evita el uso excesivo del producto y se optimiza los productos durante la fase de desarrollo de la piña.

Biomasa seca de las plantas de Piña

Análisis de varianza

Tabla 11.

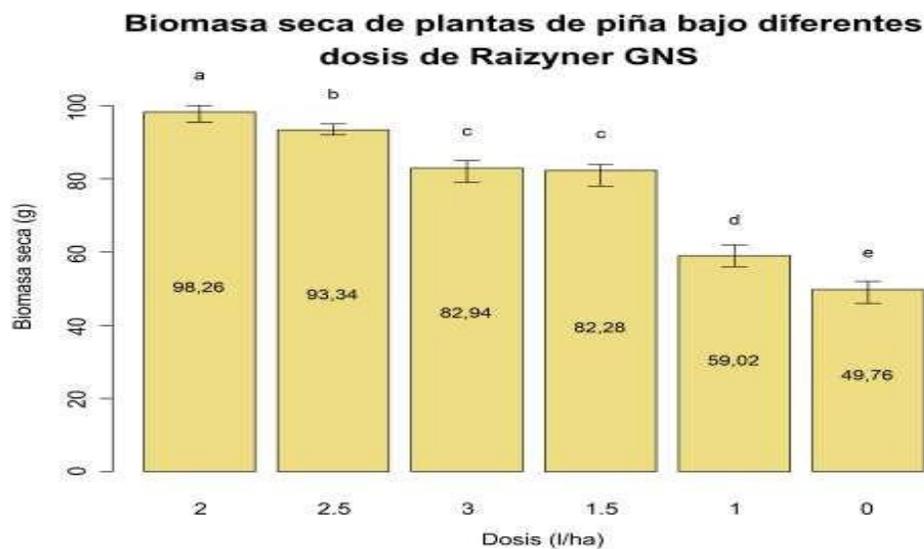
Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Fc	Valor-P
Bloques	4	1	0,3	1,052	0,406
Dosis	5	9226	1845,3	6489,098	<2e-16 ***
Total	20	6	0,3		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 5.

Prueba de Duncan al 5% de la biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS



En la tabla 11, se muestra el análisis de varianza para la biomasa seca de las plantas de piña obtenida bajo diferentes dosis de Raizyner, el factor dosis presenta una alta diferencia significativa, cada una de las dosis aplicadas tienen una respuesta diferente en el promedio de la biomasa fresca de las plantas de piña. La figura 5 muestra que la dosis de 2 l/ha de Raizyner se obtuvo el mayor promedio en biomasa seca de la piña, con un valor de 98,26 g/planta, la dosis más alta de 3 l/ha de Raizyner obtuvo 82,94 g/planta a los 45 días de evaluación.

Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en biomasa seca de piña

Tabla 12.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa seca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	4,68696	2,90046	1,6159	0,247485
Límite inferior (c)	49,96851	7,85262	6,3633	0,023818 *
Límite superior (d)	91,42994	4,54854	20,1009	0,002466 **
Punto de inflexión (e)	1,36246	0,18385	7,4109	0,017725 *
Error estándar residual		7,879963		

Nota: Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Los parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de la tabla 12, muestran que el límite inferior, el límite superior y el punto de inflexión tuvieron una respuesta significativa en función de la biomasa seca de las plantas de piña a los 45 días, el valor máximo de rendimiento de biomasa seca por planta de piña es de 91,43 g.

Tabla 13.

Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa seca (g) en plantas de piña.

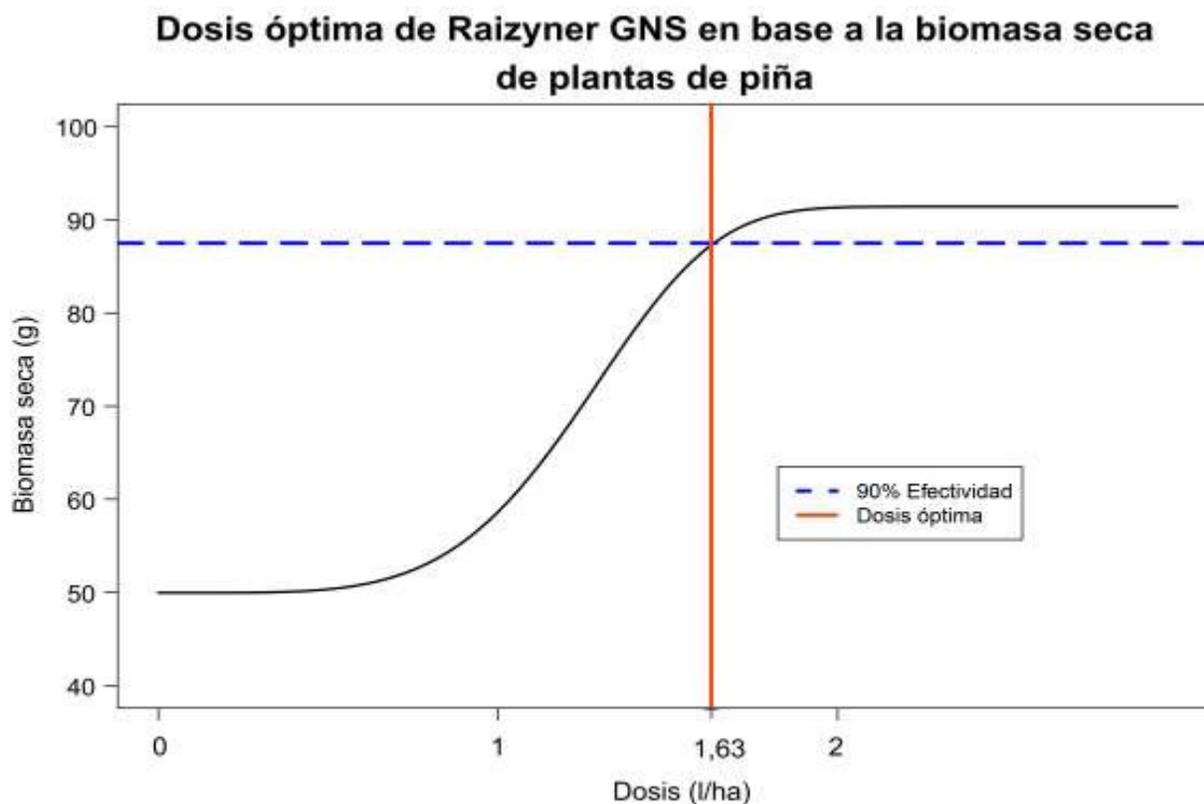
Pendiente (b)	Error estándar	ED₈₅ (± SE)	ED₉₀ (± SE)
4,68696	2,90046	1,56 (± 0,21)	1,63 (± 0,23)

Nota: Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error

El ED calculado en la tabla 12, conforme al aumento de la biomasa seca de las plantas de piña a los 45 días muestra que, para alcanzar un 90% del rendimiento en materia seca más alto registrado en este caso es de 1,63 l/ha, ($\pm 0,23$ l/ha), y para obtener un 85% del rendimiento en materia seca, se requiere de 1,56 l/ha ($\pm 0,21$ l/ha) de Raizyner GNS.

Figura 6.

Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días



La figura 6 muestra como la curva va creciendo conforme se va aumentando la dosis, pero al igual que en la figura 4, la curva llega a estabilizarse a partir de la dosis

de 2 l/ha. En cuanto a la dosis óptima calculada, para el 90% de aumento de la biomasa es necesario aplicar 1,63 l/ha de Raizyner, siendo menor a la dosis recomendada por (Bioamecsa, 2017) de 3 a 4 l/ha, además el aumento del rendimiento en materia seca de las plantas de piña reflejan que contiene una alta cantidad de aminoácidos, carbohidratos, enzimas, minerales, etc., y con esto se da una respuesta al mejoramiento fisiológico de la planta con la aplicación de bioestimulantes, como mencionan Bartholomew, Paull & Rohrbach (2003) donde se logra mejorar la eficiencia de síntesis de todos los procesos fisiológicos involucrados, lo que permite a la planta aprovechar más eficientemente todos los recursos disponibles.

Aumento de la masa radicular de las plantas de piña

Análisis de varianza

Tabla 14.

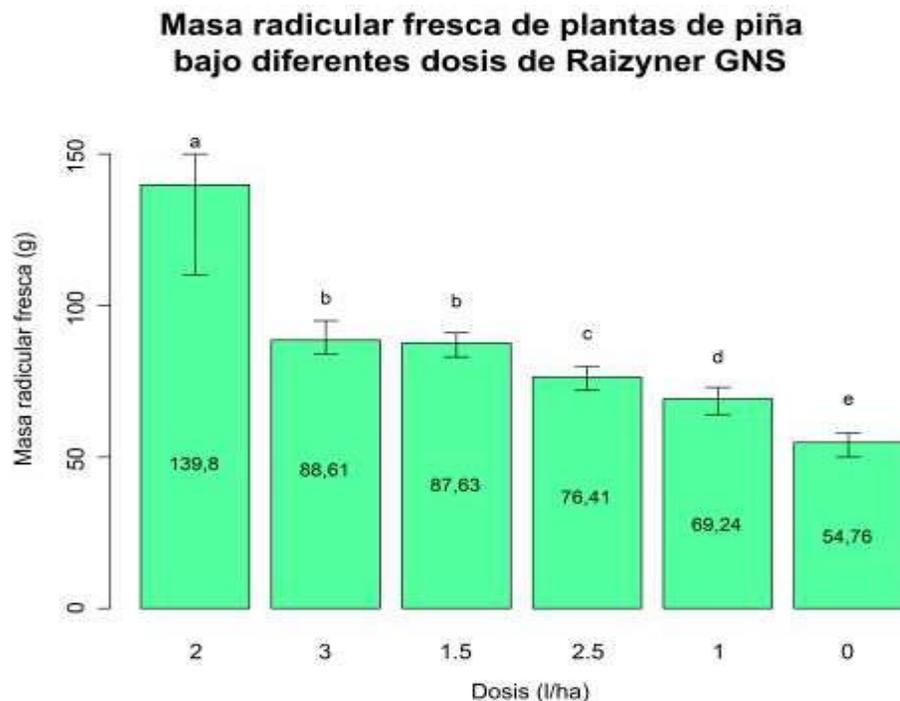
Análisis de varianza de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Fc	Valor-P
Bloques	4	174	43	1,642	0,203
Dosis	5	21258	4252	160,902	1,93e-15 ***
Total	20	528	26		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 7.

Prueba de Duncan al 5% de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS



En la tabla 14, se muestra el análisis de varianza para la biomasa seca de las plantas de piña obtenida bajo diferentes dosis de Raizyner, el factor dosis presenta una alta diferencia significativa, cada una de las dosis aplicadas tienen una respuesta diferente en el promedio de la biomasa fresca de las plantas de piña. La figura 7 muestra que la dosis de 2 l/ha de Raizyner se obtuvo el mayor promedio en biomasa seca de la piña, con un valor de 98,26 g/planta, la dosis más alta de 3 l/ha de Raizyner obtuvo 82,94 g/planta a los 45 días de evaluación.

Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en masa radicular fresca de piña

Tabla 15.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	4,42295	8,99408	0,4918	0,67156
Límite inferior (c)	56,16726	36,00003	1,5602	0,25908
Límite superior (d)	100,74224	19,49861	5,1666	0,03548 *
Punto de inflexión (e)	1,35098	0,87344	1,5467	0,26199
Error estándar residual		33,93282		

Nota: Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 15 se muestra que solo el límite superior presenta diferencia significativa, la curva se estabiliza en valor de 100,74 g/raíz de las plantas de piña, por lo tanto, ese valor será el máximo aumento obtenido en masa radicular fresca.

Tabla 16.

Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en de masa radicular fresca (g) en plantas de piña.

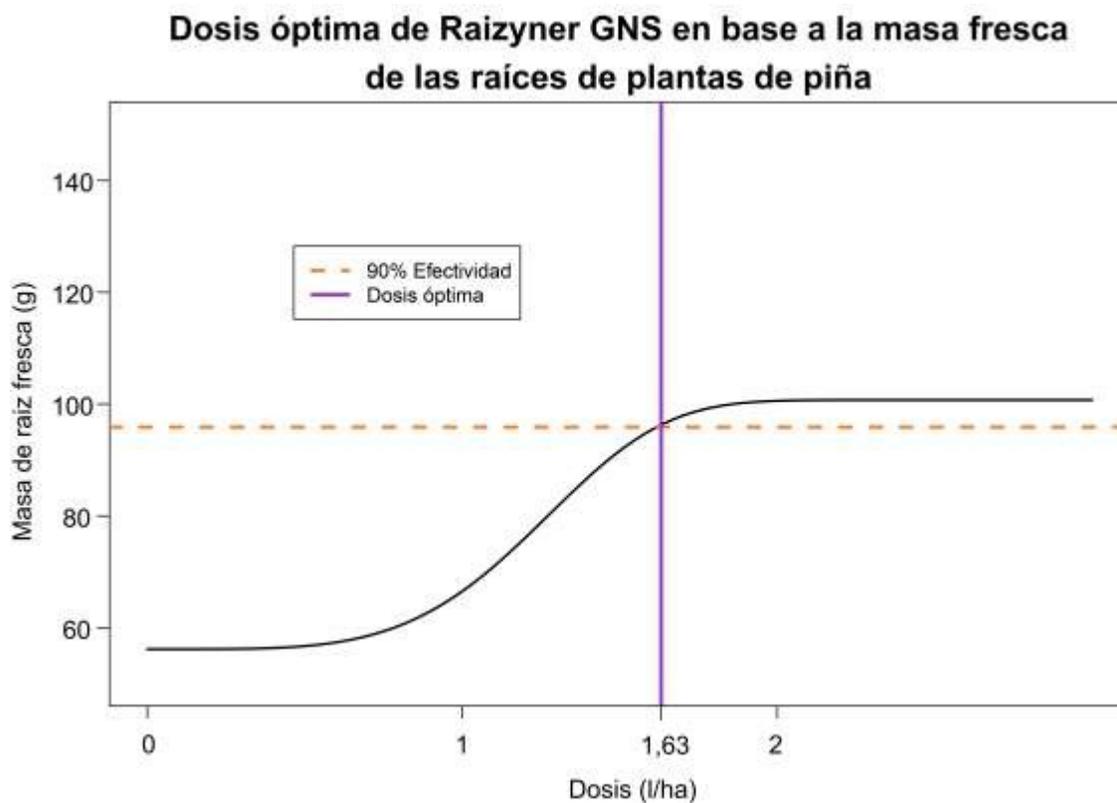
Pendiente (b)	Error estándar	ED₈₅ (± SE)	ED₉₀ (± SE)
4,42295	8,99408	1,56 (± 0,75)	1,63 (± 0,74)

Nota: Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error

El ED al 90% calculado en la tabla 16 fue de 1,63 ($\pm 0,74$) l/ha de Raizyner GNS, esta dosis para obtener el 90% de aumento en la masa radicular fresca a los 42 días de las plantas de piña, del mismo modo para obtener el 85% de la masa radicular fresca es con dosis de 1,56 ($\pm 0,75$) l/ha de Raizyner

Figura 8.

Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.



La respuesta a las diferentes dosis en Raizyner es similar a los casos del aumento de biomasa, como se puede observar en la figura 8, mientras más se aumenta la dosis, mayor aumento de masa radicular tendrá las plantas, pero se estabiliza en la dosis de 2 litros por hectárea de Raizyner, en la figura también se visualiza la dosis

óptima de Raizyner para alcanzar el 90% del aumento de masa radicular fresca de las plantas de piña, en la dosis de 1,63 l/ha, la cual fue marcada como la dosis óptima para esta variable, si bien como menciona Araque, (1995), en cuanto a que el sistema radicular de la planta es delicado, en las fases de desarrollo es de lento crecimiento, y está compuesto por raíces adventicias y secundarias suculentas muy frágiles, este producto logro un aumento considerable de la masa radicular, por lo tanto obtendría mayor eficiencia en el anclaje de la planta y la absorción de nutrientes, como menciona (Lucero, 2014).

Aumento de la masa radicular seca de las plantas de piña

Análisis de varianza

Tabla 17.

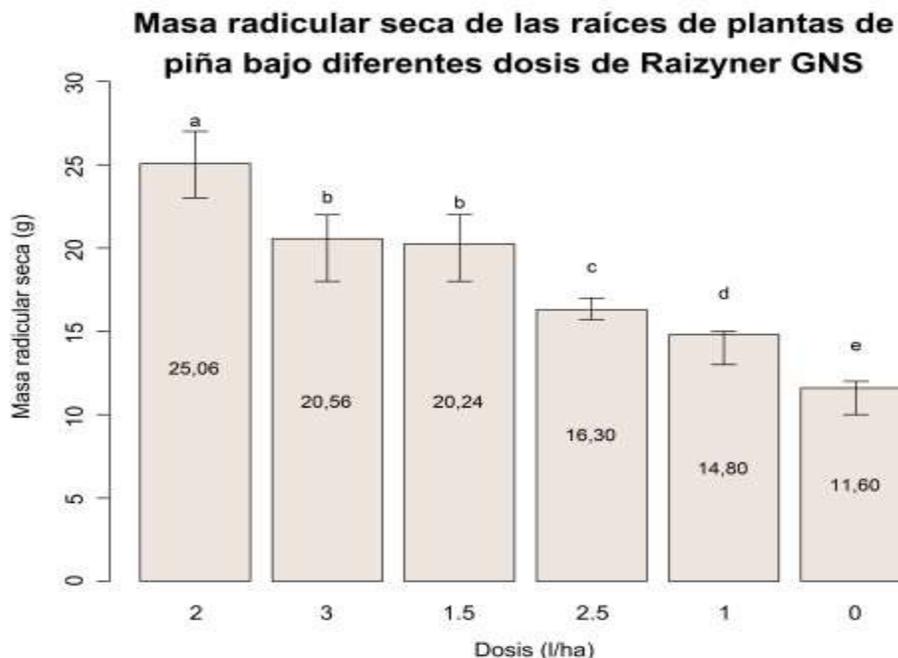
Análisis de varianza de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Fc	Valor-P
Bloques	4	3,2	0,81	0,906	0,479
Dosis	5	577,3	115,45	129,281	1,61e-14 ***
Total	20	17,9	0,89		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 9.

Prueba de Duncan al 5% de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS



Al igual que la masa radicular fresca, en la tabla 17 del análisis de varianza de la masa radicular seca de las plantas de piña a los 45 días, se muestra que tuvo una alta diferencia significativa en las dosis, en la figura 9, se observa, en la prueba de Duncan al 5%, que la dosis de 2 l/ha de Raizyner GNS, tuvo un promedio de 25,06 g/raíz seca de piña y fue el mayor promedio registrado, al igual que la figura de la prueba de Duncan para masa radicular fresca, se observa que las dosis de 1,5 y 3 l/ha de Raizyner GNS, tuvieron similitud estadística.

Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento en masa radicular seca de piña

Tabla 18.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	4,85265	10,50460	0,4620	0,68949
Límite inferior (c)	11,60021	4,38008	2,6484	0,11789
Límite superior (d)	20,63935	2,51924	8,1927	0,01457 *
Punto de inflexión (e)	1,18608	0,52722	2,2497	0,15339
Error estándar residual		33,93282		

Nota: Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 18, se muestra que solo el límite superior obtuvo diferencia significativa, además que la curva de la regresión no lineal se estabiliza cuando la masa radicular seca de las plantas de piña llega a los 20,64 g/raíz.

Tabla 19.

Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en masa radicular seca (g) en plantas de piña.

Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
4,85265	10,50460	1,35 (± 0,85)	1,41 (± 0,98)

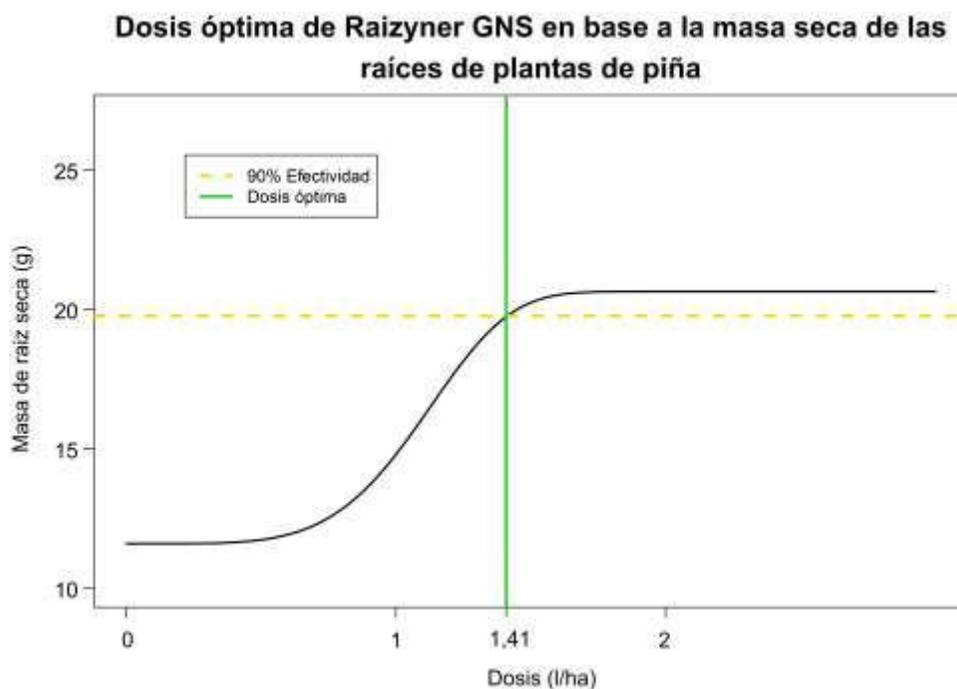
Nota: Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error

En la tabla 19, se muestra las dosis óptimas obtenidas para un 85 y 90% del aumento en masa seca de las raíces de piña a los 45 días con Raizyner GNS, para un 85% de aumento en

masa seca de raíces se necesita 1,35 l/ha ($\pm 0,85$ l/ha) de Raizyner, y para un 90% de aumento en masa seca radicular se requiere de 1,41 l/ha ($\pm 0,98$ l/ha) de Raizyner.

Figura 10.

Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.



En la figura 10 se muestra que mientras mayor es la dosis de Raizyner, mayor es el aumento en masa radicular seca, en este caso la curva se estabiliza en la dosis 1,5 l/ha. Se muestra la dosis óptima de 1,41 l/ha de Raizyner, la cual alcanza el 90% del máximo de aumento en masa radicular seca de las plantas de piña a los 45 días de evaluación. El aumento en la masa radicular seca es beneficioso (Bioamecsa, 2017) para la piña ya que, al ser raíces suculentas y frágiles en condiciones de manejo normal

(Araque, 1995), se logra un aumento en la estructura radicular y en la eficiencia de absorción de nutrientes, debido a que este producto según la casa comercial Bioamecsa, (2017), tiene algas marinas, ácidos fúlvicos y activadores metabólicos los cuales logran aumentar la tasa de enraizamiento de la planta.

Aumento del grosor de la corona de las plantas de piña

Análisis de varianza

Tabla 20.

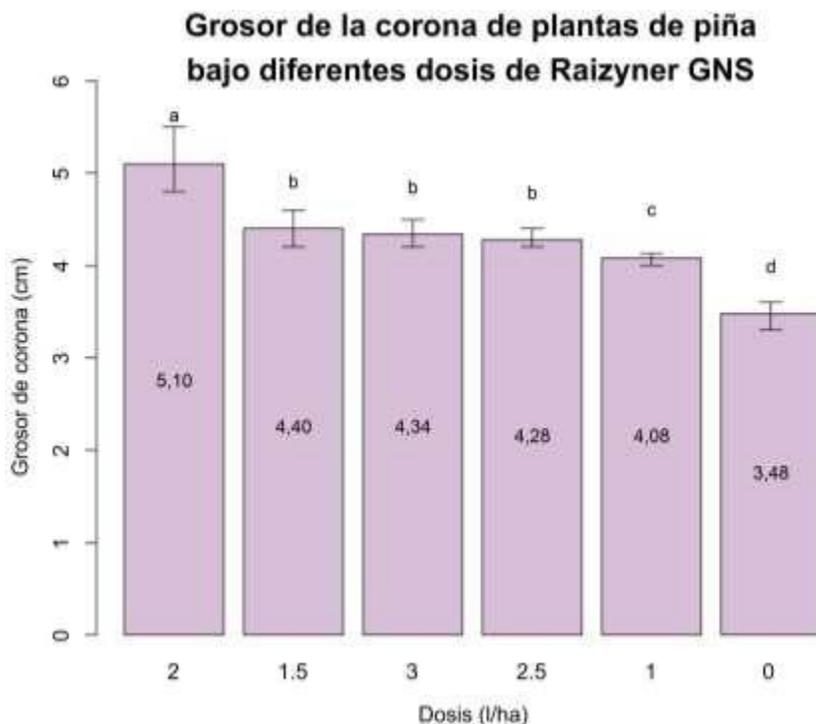
Análisis de varianza del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Raizyner GNS

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Fc	Valor-P
Bloques	4	0,078	0,0195	1,032	0,415
Dosis	5	6,852	1,3704	72,508	4,02e-12 ***
Total	20	0,378	0,0189		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 11.

Prueba de Duncan al 5% del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de seis dosis de Raizyner GNS



En cuanto al aumento del grosor de la corona de las plantas de piña a los 45 días con diferentes dosis de Raizyner, el análisis de varianza puesto en la tabla 18 muestra que existe diferencia significativa en las dosis aplicadas, en la prueba de Duncan al 5%, se muestra que las plantas con 2 l/ha de Raizyner alcanzaron el promedio mayor del grosor de la corona, con un valor de 5,10 cm, las dosis 1,5, 2,5 y 3 l/ha presentaron similitud estadística en sus promedios de grosor de corona.

Cálculo de la dosis óptima de Raizyner GNS para el 90% del aumento del grosor de la corona de piña

Tabla 21.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS a los 45 días.

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	2,93698	3,59768	0,8164	0,500066
Límite inferior (c)	3,48344	0,46416	7,5049	0,017295 *
Límite superior (d)	4,68852	0,25464	17,8865	0,003111 **
Punto de inflexión (e)	4,55454	0,47492	2,2920	0,148963
Error estándar residual		0,4622792		

Nota: Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En los parámetros del modelo de Weibull tipo 2 (tabla 21) muestran que los límites inferior y superior presentan diferencia significativa, en este caso la curva de la regresión alcanza el equilibrio máximo en 4,69 cm de grosor de la corona.

Tabla 22.

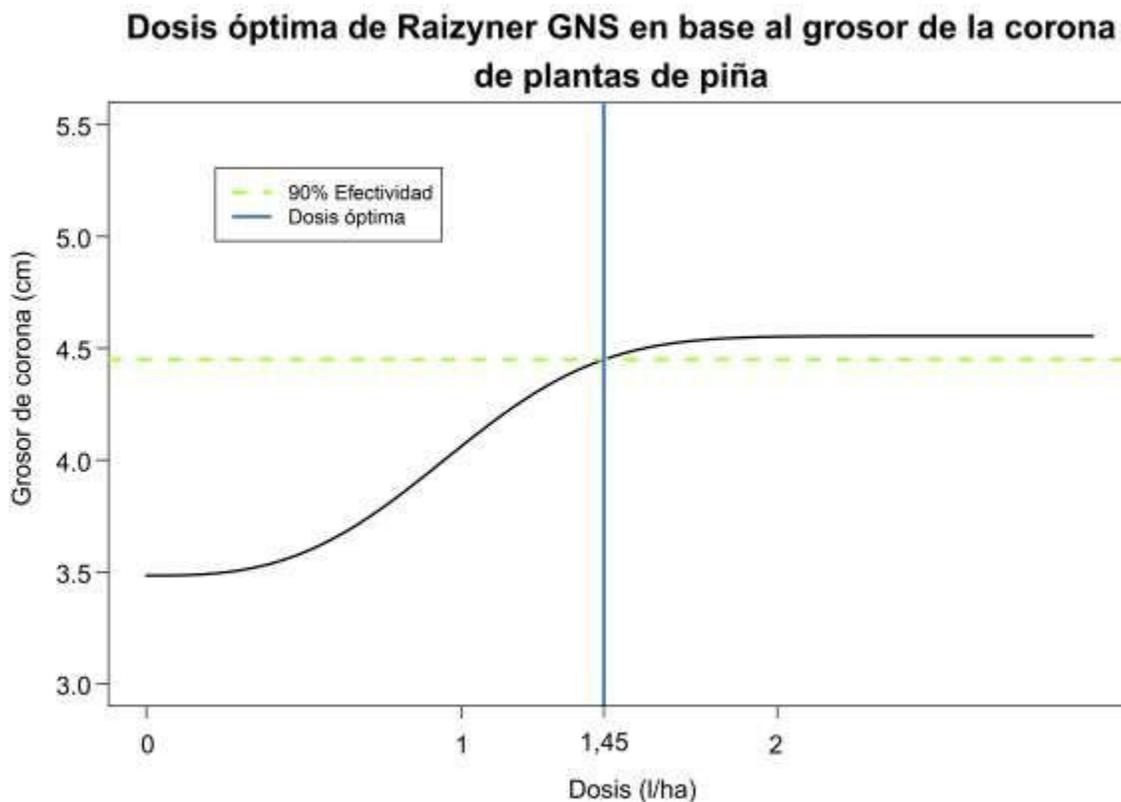
Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de aumento en el grosor de la corona (cm) en plantas de piña

Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
2,93698	3,59768	1,35 (± 0,58)	1,45 (± 0,66)

Nota: Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error.

Figura 12.

Dosis óptima de Raizyner GNS en base al grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.



En cuanto a la figura 12, la tendencia a que mientras mayor sea la dosis de Raizyner, mayor es en aumento en grosor de la corona se mantiene, en este caso la curva alcanza el límite en la dosis de 1,5 l/ha, la dosis óptima determinada para el grosor de corona de las plantas de piña es de 1,45 l/ha de Raizyner para el 90% y alcanza la estabilidad en dosis de 2,0 l/h, de aumento del grosor de la corona a los 45 días de aplicación, si bien, la corona de la planta de piña es considerada la parte más fibrosa y de reserva energética de la planta de piña según (Hassan & Othman, 2011),

Una planta de piña con un grosor de corona amplio permite una mayor emisión de raíces adventicias, las cuales además de absorber nutrientes en la parte superficial del suelo, sirven como anclaje para soportar frutos de gran tamaño y peso, por lo tanto es importante que una planta tenga más de 4 cm de grosor de corona durante la etapa vegetativa, y de 5 cm en la etapa reproductiva, como afirma (Lucero, 2014).

Comparando los valores obtenidos de dosis óptima al 90% de efectividad en las variables del rendimiento en materia fresca y seca, aumento en la masa radicular fresca y seca, y el grosor de la corona de las plantas de piña, se observa que una dosis efectiva más cercana es de 2,0 l/ha de Raizyner GNS, la cual es capaz de aumentar en gran parte la vigorosidad y calidad de la planta, esto en el cultivo de piña es muy importante ya que la etapa vegetativa o de desarrollo vegetativo es la etapa más crítica en la producción de piña, debido a que si en esta etapa, la planta no se desarrolla adecuadamente, la producción será pésima y no calificaría para exportación según Pohlan, et al, (2001).

La calidad del fruto de la piña depende en gran parte del desarrollo que haya tenido la planta desde la siembra hasta la inducción, porque después de ese tiempo, la planta deja de desarrollarse (Bonilla, 2001).

Evaluación del aumento de biomasa fresca, masa radicular y grosor de corona durante 45 días

Evolución del aumento de biomasa fresca en plantas de piña

Tabla 23.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa fresca (g) obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS cada 15 días durante 45 días.

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
15	Pendiente (b)	8,32179	15,78267	0,5273	0,650653

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
	Límite inferior (c)	437,87964	74,83979	5,8509	0,027991 *
	Límite superior (d)	647,76580	52,61512	12,3114	0,006533 **
	Punto de inflexión (e)	1,61739	0,26784	6,0387	0,026344 *
Error estándar residual			90,16976		

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
30	Pendiente (b)	4,18991	3,52832	1,1875	0,356945
	Límite inferior (c)	429,57535	91,73726	4,6827	0,042705 *
	Límite superior (d)	731,18342	52,09709	14,0350	0,005038 **
	Punto de inflexión (e)	1,61739	0,30553	4,2367	0,051449
Error estándar residual			91,50605		

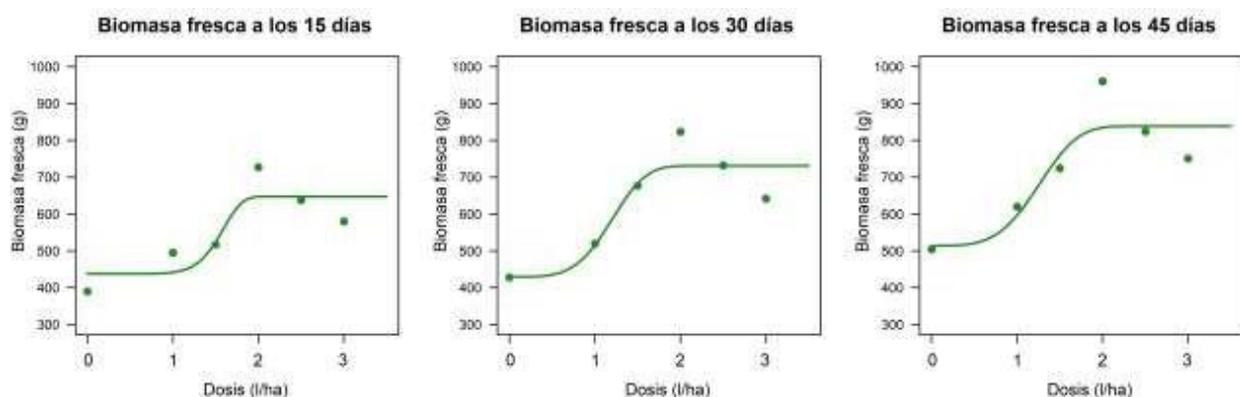
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
45	Pendiente (b)	3,88839	3,95890	0,9822	0,429566
	Límite inferior (c)	514,42876	121,68956	4,2274	0,051659 .
	Límite superior (d)	838,90617	66,50751	12,6137	0,006226 **

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
	Punto de inflexión (e)	1,37233	0,42266	3,2469	0,083190 .
	Error estándar residual		113,5104		

Nota: Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 13.

Evolución del aumento en biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS durante 45 días



En la figura 13 se muestra la evolución del aumento en biomasa fresca de las plantas de piña, se puede observar que en la primera toma de datos a los 15 días de aplicarse Raizyner GNS, ya existe una respuesta positiva del aumento en el rendimiento en biomasa de la planta, y poco a poco va en aumento con el pasar de los días, en el día 30 se ve un aumento en el rendimiento de biomasa, como respuesta a la segunda aplicación, Bartholomew, Paull, & Rohrbach, (2003) indican que la respuesta de la planta a un bioestimulante radicular se refleja en la ganancia de peso de la parte aérea,

al tener mejor calidad de raíces, aumenta la eficiencia en los procesos fisiológicos de la planta, por lo tanto, el aumento en la masa fresca y seca es evidente.

Evolución del aumento de masa radicular en plantas de piña

Tabla 24.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la masa radicular (g) obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS cada 15 días durante 45 días.

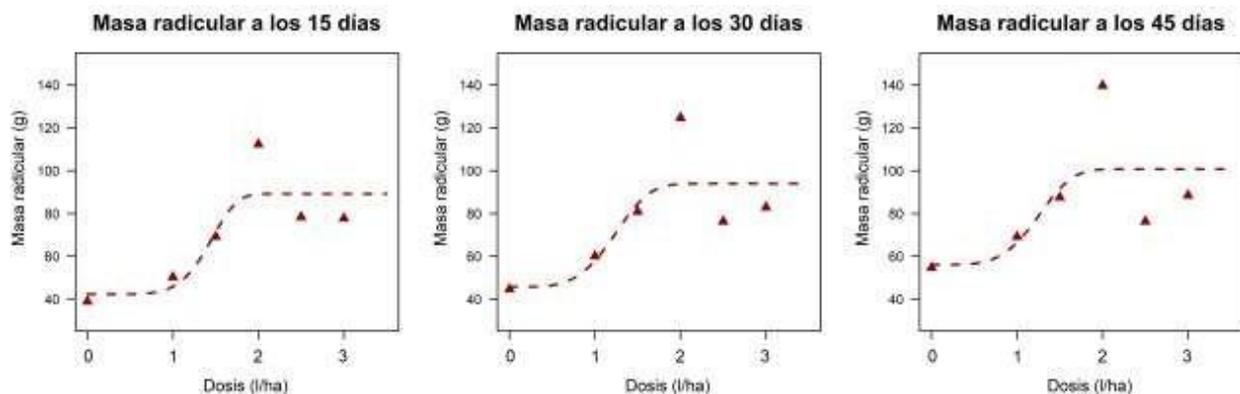
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
15	Pendiente (b)	6,15476	11,29215	0,5450	0,64038
	Límite inferior (c)	42,37485	20,08655	2,1096	0,16937
	Límite superior (d)	89,23328	11,99414	7,4397	0,01759 *
	Punto de inflexión (e)	1,50928	0,40334	3,7419	0,06458
Error estándar residual			20,34904		
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
30	Pendiente (b)	4,25401	6,08700	0,6989	0,55697
	Límite inferior (c)	45,85821	27,51437	1,6667	0,23750
	Límite superior (d)	93,98091	15,16752	6,1962	0,02507 *
	Punto de inflexión (e)	1,33663	0,60314	2,2161	0,15702

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
	Error estándar residual		26.54963		
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
45	Pendiente (b)	4,42295	8,99408	0,4918	0,67156
	Límite inferior (c)	56,16728	36,00003	1,5602	0,25908
	Límite superior (d)	100,74224	19,49861	5,1666	0,03548 *
	Punto de inflexión (e)	1,35098	0,87344	1,5467	0,26199
	Error estándar residual		33,93282		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 14.

Evolución del aumento en masa radicular (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS durante 45 días.



En la figura 14 se muestra el aumento de la masa radicular de las plantas de piña, hasta los 45 días de evaluación, al igual que en el aumento de la biomasa, la masa radicular también aumento a los 15 días de la aplicación de Raizyner, este enraizante logra tener una respuesta inmediata a la emisión de nuevas raíces y aumentar su calidad, según el fabricante (Bioamecsa, 2017), Raizyner contiene algas marinas, ácidos fúlvicos y activadores metabólicos los cuales logran aumentar la tasa de enraizamiento de la planta en poco tiempo, y a mayor cantidad de raíces en la planta de piña, mejor será su desarrollo vegetativo y por ende, tendrá una excelente producción (Bartholomew, Paull, & Rohrbach, 2003).

Evolución del aumento de grosor de corona en plantas de piña

Tabla 25.

Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros del grosor de corona (cm) obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS cada 15 días durante 45 días.

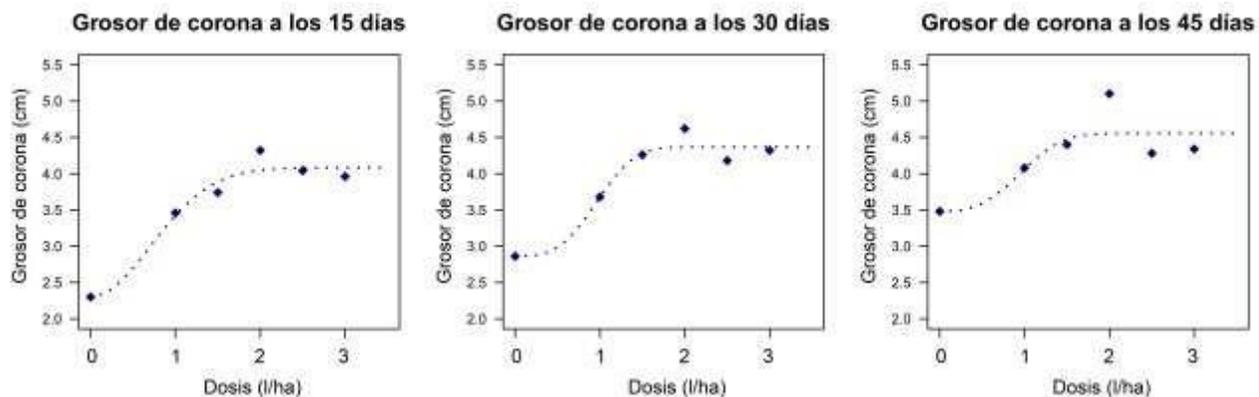
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
15	Pendiente (b)	1,97410	1,11902	1,7641	0,219759
	Límite inferior (c)	2,30400	2,3970	9,6119	0,010651*
	Límite superior (d)	4,08357	0,14898	27,4104	0,001328**
	Punto de inflexión (e)	1,00646	0,21241	4,7383	0,041770*
	Error estándar residual		0,2390423		

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
30	Pendiente (b)	3,15611	2,02075	1,5618	0,2587267
	Límite inferior (c)	2,86073	0,22609	12,6528	0,0061885**
	Límite superior (d)	4,36898	0,12738	34,2996	0,0008489***
	Punto de inflexión (e)	1,08252	0,47492	2,2920	0,148963
	Error estándar residual		0,2260158		
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
45	Pendiente (b)	2,93698	3,59768	0,8164	0,500066
	Límite inferior (c)	3,48344	0,46416	7,5049	0,017295*
	Límite superior (d)	4,55454	0,25464	17,8865	0,003111**
	Punto de inflexión (e)	1,08852	0,47492	2,2920	0,148963
	Error estándar residual		0,4622792		

Nota: Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Figura 15.

Evolución del aumento en el grosor de la corona (cm) de las plantas de piña bajo seis dosis de Raizyner GNS durante 45 días.



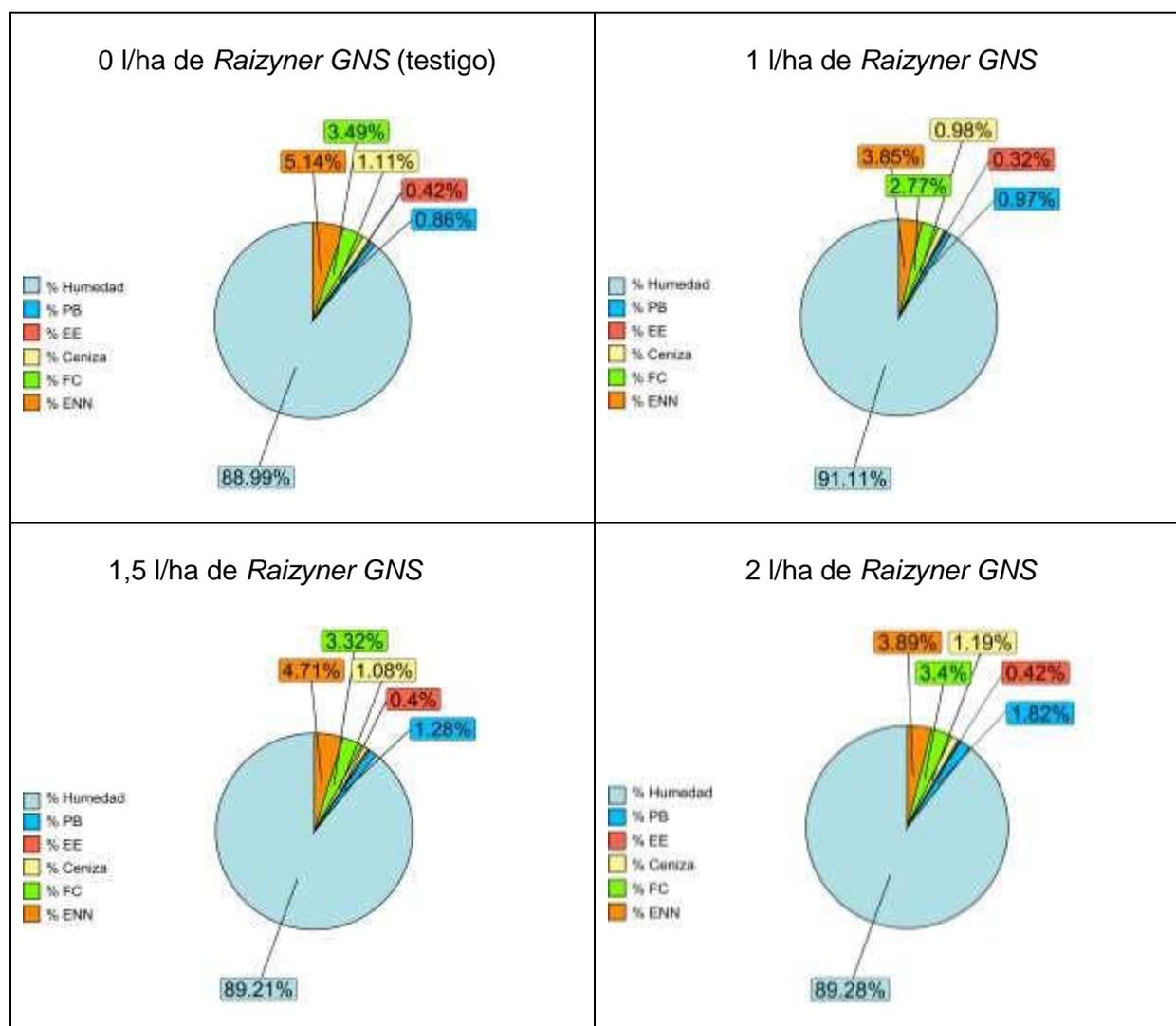
Al igual que la biomasa y la masa radicular, en el aumento del grosor de la corona (figura 15) se muestra que si hubo un aumento en el grosor a los 15 días después de la primera aplicación de Raizyn, además el grosor iba aumentando a la par de que el cultivo iba desarrollándose, (Lucero, 2014) menciona que la planta de piña tiene una tasa de desarrollo vegetativo alta, responde muy bien a fertilizaciones debido a que necesita establecerse antes de la producción, porque presenta un desarrollo vegetativo único, es decir que una vez que alcance la madurez, la planta dejara de desarrollarse y empezará a emitir brotes los cuales son empleados como hijuelos que nacen de la misma planta, por lo tanto el desarrollo se detendrá.

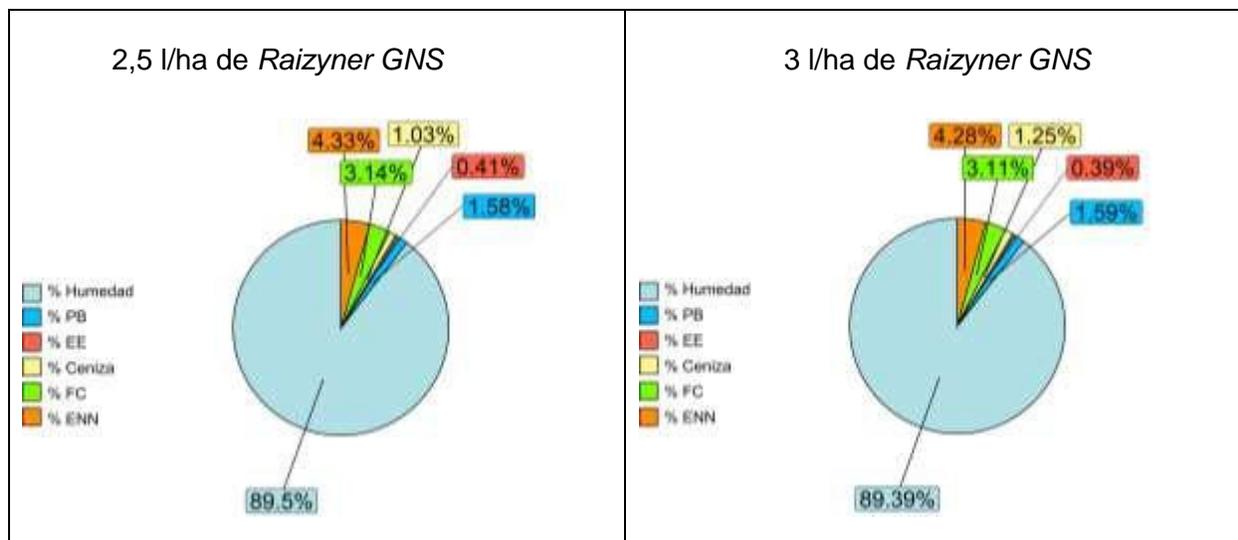
Dados estos resultados en cuanto a la evolución de la biomasa, la masa radicular y el grosor de la corona durante 45 días, se comprueba que solo es necesario 1 aplicación del producto, porque desde la segunda aplicación, a los 30 días no presento una diferencia notoria comparando con los 15 días de evaluación, afirmando lo que menciona Lucero (2014), que la planta responde muy bien a los fertilizantes y que tiene una tasa de crecimiento alta.

Análisis bromatológico

Figura 16.

Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado húmedo a los 45 días, bajo seis dosis de Raizyner GNS.





Detalles: “PB” Proteína cruda, “EE” Extracto etéreo (Lípidos), “FC” Fibra cruda, “ENN” Extracto no nitrogenado

El contenido bromatológico de muestras frescas de las plantas de piña 45 días después de la aplicación de Raizyner GNS presentado en la figura 16, muestra que el contenido de humedad es similar conforme se va aumentando la cantidad de Raizyner, del mismo modo se observa poca variabilidad en los porcentajes de proteína, ceniza, extracto etéreo, fibra y extractos no nitrogenados, por lo que no es recomendable hacer un análisis bromatológico de las plantas de piña con muestras húmedas. A continuación, se muestra el análisis bromatológico con muestras secas de piña.

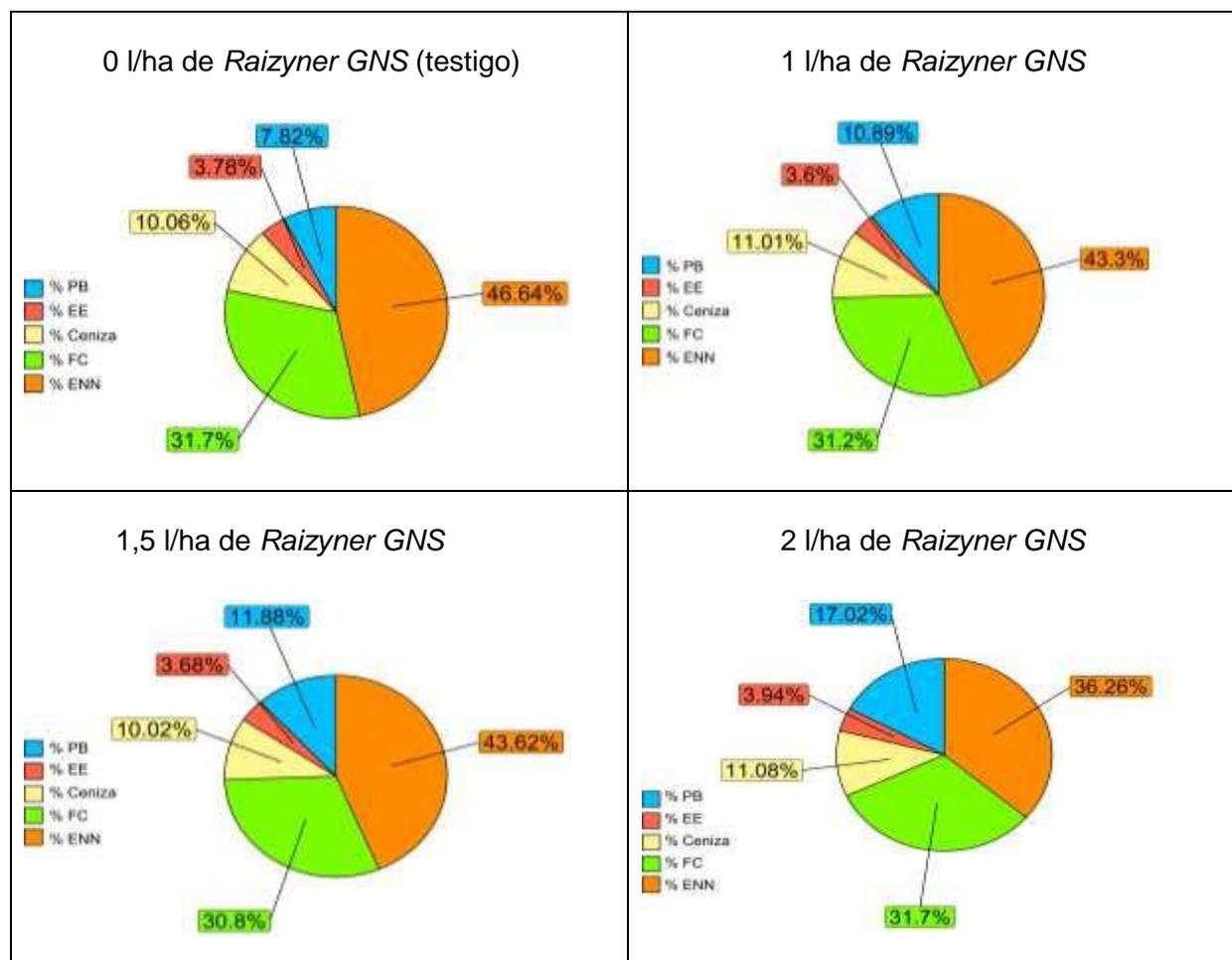
En la Figura 17 se muestra el contenido bromatológico de las plantas de piña bajo diferentes dosis de Raizyner a los 45 días, se observa que el contenido de proteína bruta es mas elevado mientras mayor sea la dosis al igual que la ceniza, los valores de extracto etéreo y fibra cruda tienden a ser menor.

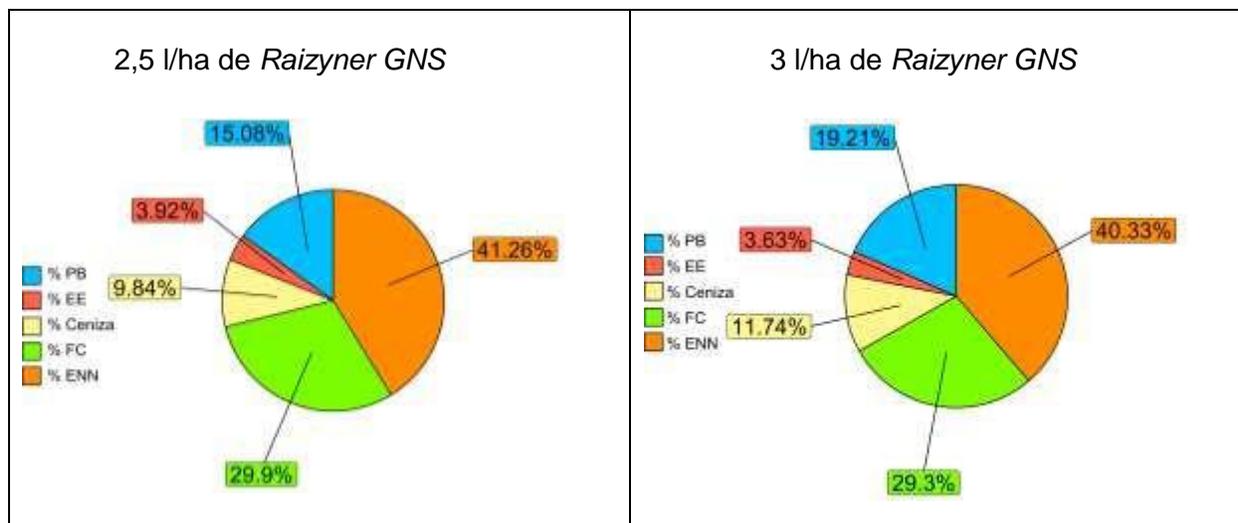
Como la plantación de piña donde se realizó el experimento se encontraba en plena fase de desarrollo, lo que le importa en ese momento a la planta es generar altos

contenidos de aminoácidos y enzimas para complementar su fase de desarrollo hasta que el cultivo alcance la madurez y entre en la etapa de floración, (Vásquez, Saavedra, & Saavedra, 2012). Entonces la aplicación de Raizyner GNS en esta etapa es beneficioso gracias a que contiene elementos como nitrógeno, fósforo y potasio, que suplementan los requerimientos nutricionales de la piña Condemaita, (2010), porque si la planta no se ha desarrollado lo suficiente, el rendimiento de la fruta será muy bajo y no califica para la exportación, según (Lucero, 2014).

Figura 17.

Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado seco a los 45 días, bajo seis dosis de Raizyner GNS.





Nota: Detalles: "PB" Proteína cruda, "EE" Extracto etéreo (Lípidos), "FC" Fibra cruda, "ENN" Extracto no nitrogenado

Descripcion	Cantidad	Costo	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Jornal	1	15,00	0,00	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Bomba estacionaria	1h	25,00	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
COSTO POR TRATAMIENTO PARA 3 APLICACIONES (\$)			47,25	104,7	127,8	150,9	174	197,1
COSTO POR APLICACIÓN (\$)			15,8	34,9	42,6	50,3	58,0	65,7

Capítulo VI

Conclusiones

Para los parámetros productivos, los cuales se reflejan en el aumento de la biomasa fresca y seca de las plantas de piña, se determinó que la dosis óptima que alcanza un aumento en la biomasa fresca y seca del 90% es de la dosis 1,70 l/ha y 1,63 l/ha de Raizyner GNS respectivamente, siendo dosis cercanas a la establecida que fue 2,0 l/ha.

En los parámetros de calidad de las raíces, para obtener una buena masa radicular y un grosor de corona efectivo en las plantas de piña, es en la dosis de 2,0 l/ha de Raizyner GNS, porque esta dosis fue la que logró aumentar la masa radicular fresca y seca, y el grosor de la corona a los 45 días de evaluación.

Se determinó que desde la primera aplicación de Raizyner GNS existió una respuesta positiva en el aumento de biomasa, masa radicular y grosor de corona evaluados cada 15 días durante 45 días, marcando de manera positiva la efectividad de este producto con una sola dosificación.

Se observó que mientras mayor fue la dosis de Raizyner GNS, mayor fue el incremento bromatológico en porcentaje de la proteína y cenizas de las plantas de piña, logrando que este producto aumente de manera considerable la calidad de la planta para asegurar una buena producción futura.

Recopilando la información obtenida de las variables productivas y de calidad de las plantas de piña, se determinó que la dosis óptima de Raizyner GNS para la etapa de

desarrollo en el cultivo de piña durante la época seca es de 2,0 l/ha, ya que valores cercanos a esta dosis lograron obtener un aumento del rendimiento al 90%, además la relación costo beneficio justifica ampliamente la inversión con la aplicación de esta dosis.

Recomendaciones

Incluir dentro de un plan de manejo del cultivo de piña la aplicación de 1,60l/ha de Raizyner GNS, para aumentar la calidad de la planta, obtener un buen establecimiento y cantidad de raíces y con esto, preparando al cultivo para la etapa de floración.

Realizar solo una aplicación de Raizyner GNS a los 15 días después del trasplante de la piña, con el objetivo de asegurar un buen enraizamiento y potenciar el rendimiento vegetativo de la planta.

Repetir este experimento, usando otro modelo matemático y probando el producto en diferentes edades de la plantación de piña antes de la inducción floral. Además de elaborar el mismo experimento durante la época lluviosa.

Bibliografía

Agropecuario, M. (2004). Biblioteca del Campo. Frutales. Capítulo 5. Quebecor World. Bogotá, Colombia, 816-818.

Araque, R. (1995). La Piña. Consejo de Bienestar Rura, Boletín No.5.

Bartholomew, D., Paull, P., & Rohrbach, K. (2003). The pineapple. Botany production and uses. Honolulu: CABI Publishing.

Bioamecsa. (2017). Obtenido de <http://bioamecsa.com/wp-content/uploads/2017/01/FICHA-TECNICA-RAIZYNER-950.pdf>

Bonilla, L. (2001). Piña (Ananas comosus). Fundación de desarrollo agropecuario - República Dominicana.

Condemaita, J. (Abril de 2010). Repositorio UTE. Obtenido de EVALUACIÓN DE TRES ENRAIZANTES EN DOS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN:

http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/20023/5213_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

El Productor. (Diciembre de 2018). El cultivo de la piña y el clima en Ecuador . Obtenido de Noticias Agropecuarias: <http://elproductor.com/articulostecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/el-cultivo-de-la-pina-y-el-clima-enecuador/>

Fundación de Desarrollo Agropecuario. (1992). Cultivo de Piña.

GAD Parroquial, La Unión de Quinindé. (2019). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, PARROQUIA LA UNIÓN. Quinindé: GAD

PARROQUIAL LA UNIÓN. Obtenido de:

https://app.sni.gov.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860038720001_PDOT_Parroquial_La_Union_2015_30-10-2015_20-21-28.pdf

García, J. (1982). Edafología y fertilización agrícola. Fertilización foliar . Edt. AEDOS, 240. Hassan, N., & Othman, Z. (2011). Pineapple (Ananas comosus L. Merr.). E. Yahia ,Postharvest

Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote, 194-217.

Líderes. (10 de Febrero de 2022). La exportación de piña ecuatoriana superó los niveles de los países sudamericanos. Líderes, 15-16. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/exportacion-pina-ecuatoriana-crecimiento-mercados.html#:~:text=El%20a%C3%B1o%20pasado%2C%20Ecuador%20se,enero%20y%20noviembre%20de%202021.>

Lucero, A. (2014). Periodos fenológicos del cultivo de piña, cv. MD2, con nutrición mineral, zona Machala. Universidad de Técnica de Machala.

MAGAP. (2010). Boletín situacional de la provincia de Esmeraldas. Quito: Coordinación General del Sistema de Información Nacional.

Morin, C. (1967). Cultivo de frutas tropicales. Cultivo de frutas tropicales.

Pacheco, J. (1984). El cultivo de la piña. Curso de floricultura. Curso de floricultura, 33 - 40.

Pantoja, G. (25 de Febrero de 2021). El Productor. Obtenido de MERCADO Internacional de la piña CRECE en Ecuador: <https://elproductor.com/2021/02/mercado-internacional-de-la-pina-crece-en-ecuador/>

Peña, H., Díaz, J., & Martínez, T. (1996). Fruticultura tropical - Primera parte. Santafé de Bogotá D.C: Félix Varela.

Pohlan, J., Gamboa, W., Salazar, W., & Collazos, M. (2001). El cultivo orgánico de la Piña. La fruticultura Orgánica en el Cauca. Colombia- Un manual para el campesinado, 155-174.

Solórzano, J. (2013). repositorio.uteq.edu.ec. Obtenido de BIOESTIMULANTES RADICULARES EN EL CULTIVO DE PIÑA:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/547/1/T-UTEQ-0082.pdf>

Vásquez, H., Saavedra, R., & Saavedra, S. (2012). Piña (*Ananas comosus* L. Merr. En G. Fischer, Manual para el cultivo de frutales en el trópico.

Villavicencia, A., & Vásquez, W. (2008). Guía técnica de Cultivos. Manual No.73, 444.