



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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

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

**Autor:**

Arias Choez Alexis Fernando

**Director:**

PhD Ulloa Cortazar Santiago Miguel

**Santo Domingo - Ecuador 2023**



# INTRODUCCIÓN



La piña se destaca en el mundo por sus particularidades

Organolépticas



Valor nutricional



Vitaminas y minerales



## Piña en Ecuador

Primer país sudamericano en exportar

### II Censo Agropecuario:

- Guayas, Esmeraldas, EL Oro, Sto Dgo
- Generó ingresos de \$45,6 millones en 2021

### MAGAP (2021):

- 3500 hectáreas sembradas en el país, aprox.

## Producción:

Requerimientos

Temperaturas más bajas o más altas reducen el rendimiento y calidad de la fruta.

Tolera la sequía  
pH entre 5.5 – 6.2

Suelos con buen drenaje

Manejo de cultivo

demanda el desarrollo de diferentes tecnologías

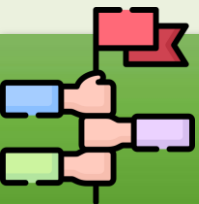
Principalmente en la fase de propagación



Se multiplica por asexualmente por estolones (hijuelos)



Al ser adventicias, se prioriza su vigorosidad, calidad y cantidad



# OBJETIVOS

## Objetivo General

Determinar la dosis óptima de Raizyner 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.

# MATERIALES Y MÉTODOS



## Ubicación Política:

- Provincia: Esmeraldas
  - Cantón: Quinindé
  - Parroquia: La Unión
- A la altura del km 45 vía Sto Dgo- Quinindé

- Zona de vida: Bosque Húmedo tropical (bh-t)
- Altitud: 240 msnm
- Temperatura media anual: 24 - 28°C
- Luminosidad: 1000 horas/luz año
- Humedad relativa: 87%

- Ubicación geográfica  
Latitud: 0.057500; Longitud: -79.420833

## Materiales

### Campo

- Flexómetro
- Canecas con agua
- Estacas de 100 cm
- Piola plástica
- Cinta color naranja
- Tijeras de podar
- Machete
- Cuchillos
- Bomba estacionaria



### Laboratorio

- Estufa de secado
- Balanza analítica



### Insumos

- Raizyner GNS - 950



## Metodología

### 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

### Características de las UE:

Parámetro	Cantidad
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Unidades experimentales	24
Ancho de la U.E	19 m
Largo de la U.E.	22 m
Área neta del ensayo	10032 m <sup>2</sup>
Área de la U.E.	418 m <sup>2</sup>

### Tipo de diseño:

- Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA).

### Croquis:

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

### Análisis de varianza:

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:

- Prueba de significancia de Tukey al 5%.

### Análisis económico:

- Se realizó tomando en cuenta los costos de instalación que varían entre los tratamientos a evaluar.

Se emplearon regresiones no lineales aplicando la ecuación de Weibull tipo 2 con cuatro parámetros

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

Se determinó la dosis óptima o efectiva del enraizador mediante el ED85 y ED90, los cuales son parámetros estándar, obteniendo el 85 y 90% del valor máximo que alcanza la curva de la regresión



## Variables a medir



### **Biomasa obtenida cada 15 días durante 45 días**

Se tomaron 4 plantas al azar dentro de cada unidad experimental en los tres muestreos, 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, se cortó a la altura de la corona de la planta, se pesó y 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





### **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



### **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.



### **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.

# Métodos específicos de manejo del experimento



Se delimitó cada tratamiento tomando en cuenta la siembra en camas dobles y distribuidas por bloques.



Para el retiro de la planta del suelo sin dañar la raíz, se quitaron las hojas con la ayuda de un cuchillo y de tijeras de podar

## Descripción del lugar del ensayo

Piña establecida de la variedad MD2, manejo tecnificado, 66000 plantas/ha, sembrada el 4/09/22.

## Delimitación de unidades experimentales



## Aplicaciones de Raizyner GNS

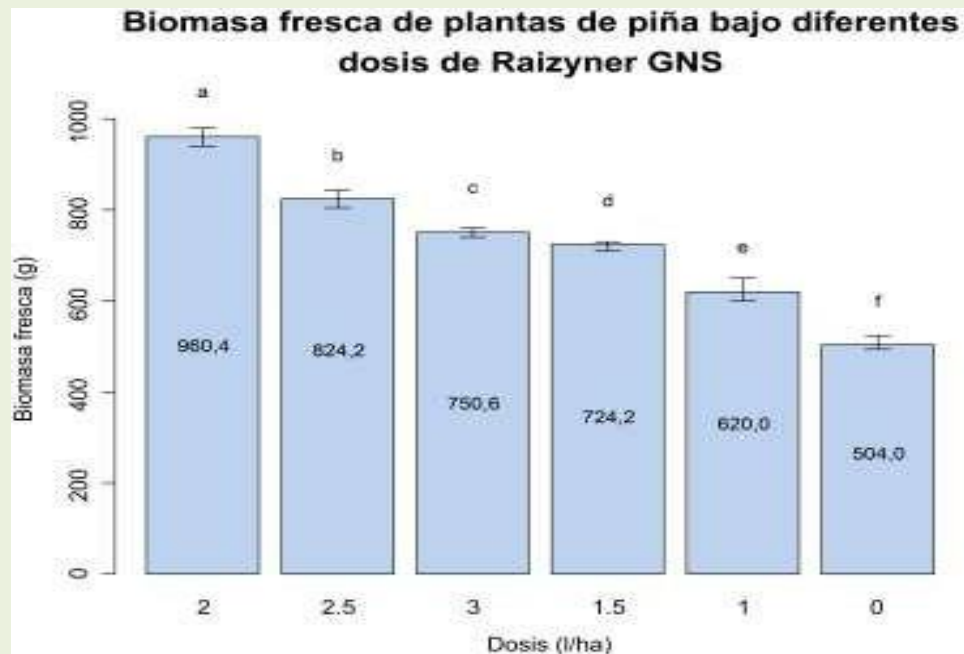
Se hicieron 3 aplicaciones, el requerimiento de agua por cada repetición fue de 125,4 lts/tratamiento, usando una bomba estacionaria.

## Muestreo



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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



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.

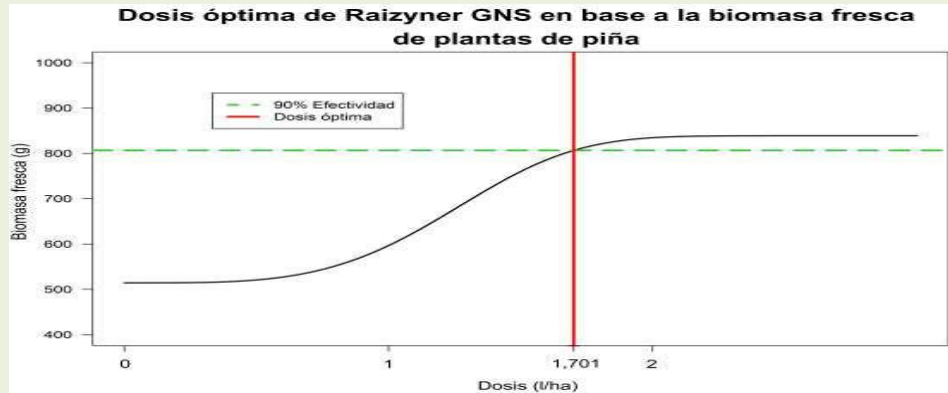
## Biomasa fresca de las plantas de piña

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

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

Se muestra 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).

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

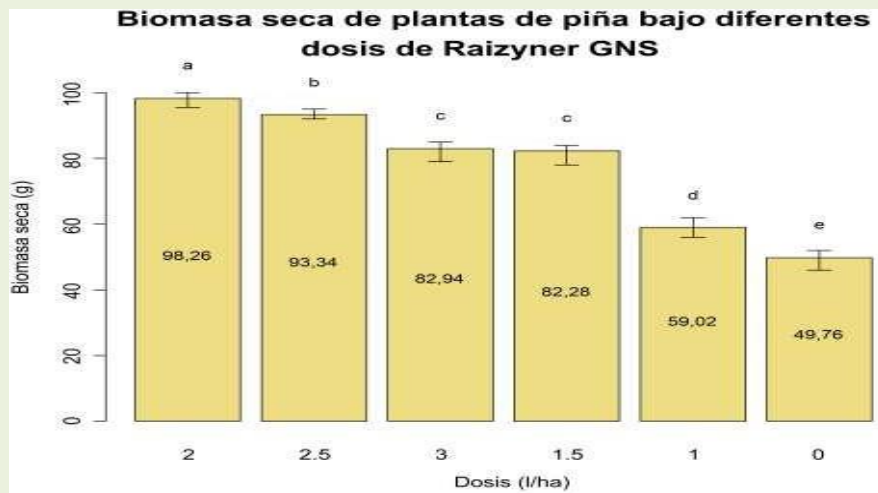


Desde la dosis de 1 l/ha la curva aumenta y se estabiliza en la dosis de 2 l/ha,

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.

## Biomasa seca de las plantas de Piña

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



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.

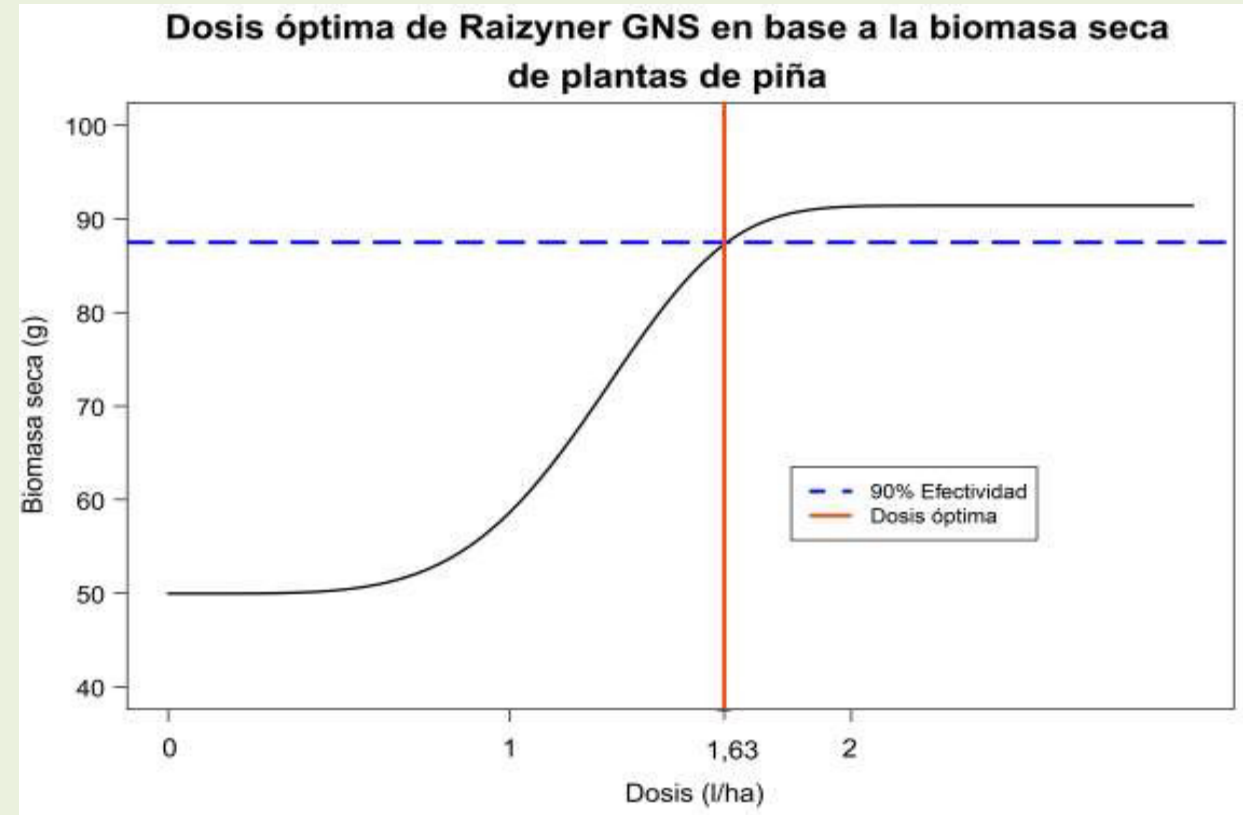
Dosis de Raizyner GNS (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa seca (g) en plantas de piña.

Pendiente (b)	Error estándar	ED <sub>85</sub> (± SE)	ED <sub>90</sub> (± SE)
4,68696	2,90046	1,56 (± 0,21)	1,63 (± 0,23)

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, (± 0,23 l/ha), y para obtener un 85% del rendimiento en materia seca, se requiere de 1,56 l/ha (± 0,21 l/ha) de Raizyner GNS.

Bartholomew, Paull & Rohrbach (2003) si existe la eficiencia de síntesis de todos los procesos fisiológicos, la planta podrá aprovechar más eficientemente todos los recursos disponibles

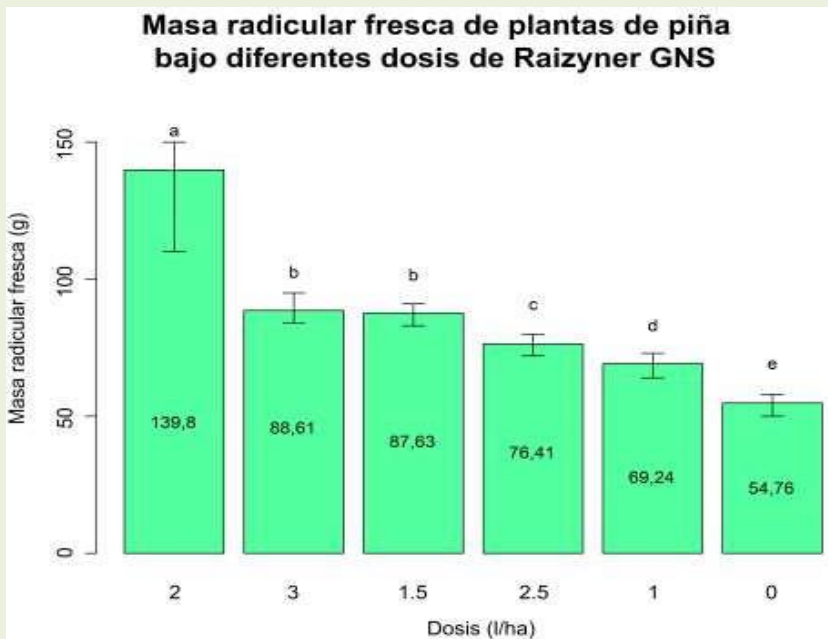
Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días



El aumento del rendimiento en materia seca de las plantas de piña reflejan que contiene una alta cantidad de aminoácidos, carbohidratos, enzimas, minerales, etc.

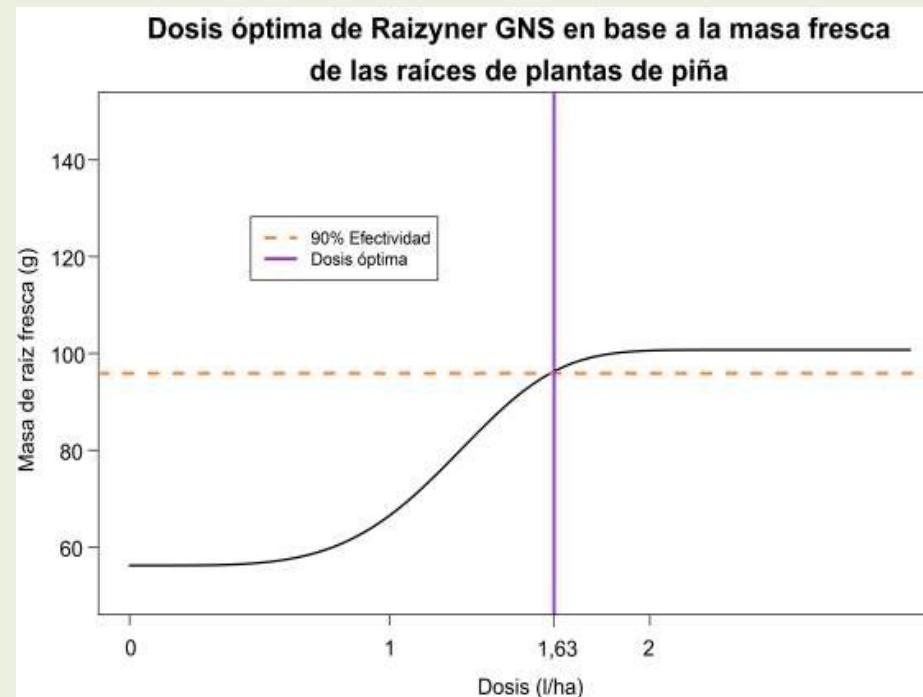
## Aumento de la masa radicular de las plantas de piña

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



La dosis de 2 l/ha de Raizyner obtuvo el mayor promedio en biomasa seca de la piña, con un valor de 98,26 g/planta

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



Araque, (1995), 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 succulentas muy frágiles, este producto logro un aumento considerable de la masa radicular.

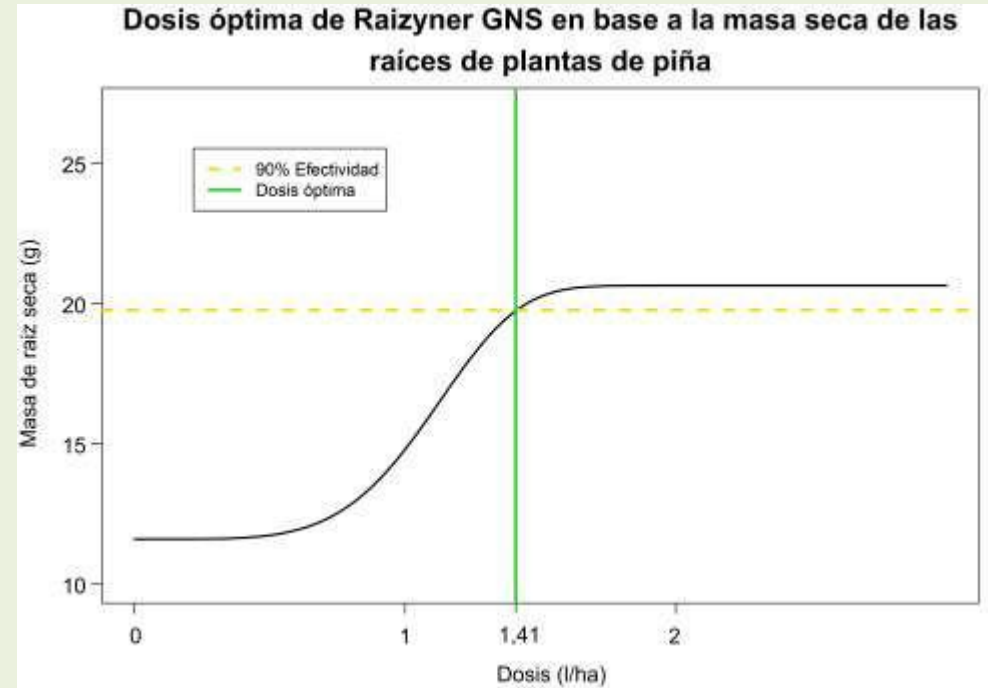
## Aumento de la masa radicular seca de las plantas de piña

*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 <sub>85</sub> (± SE)	ED <sub>90</sub> (± SE)
4,85265	10,50460	1,35 (± 0,85)	1,41 (± 0,98)

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

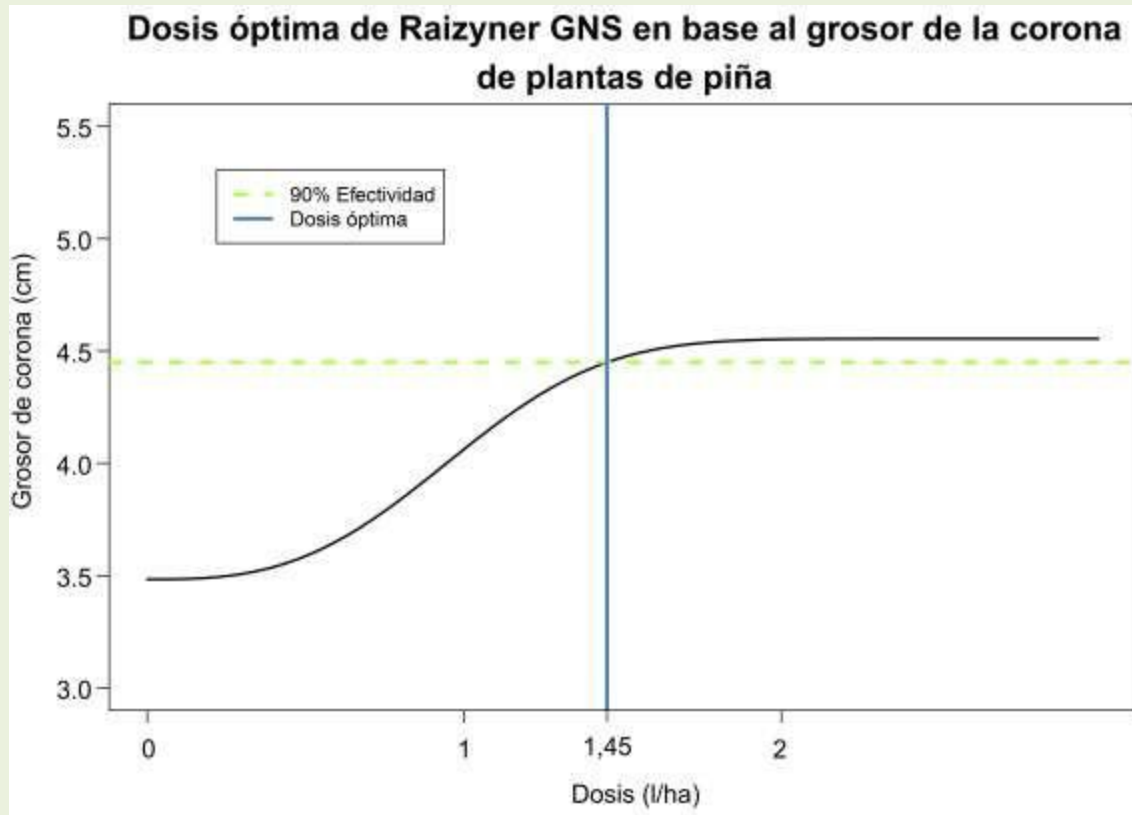
Dosis óptima de Raizyner GNS en base al aumento de masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días



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

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



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

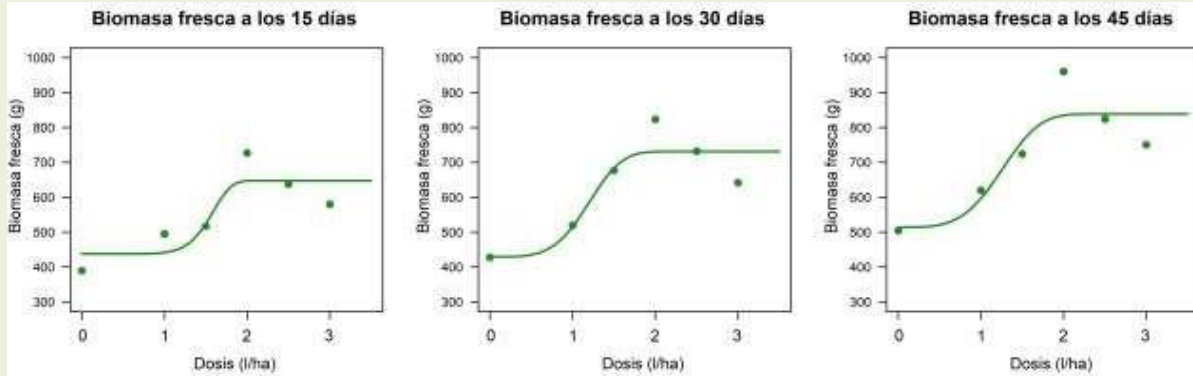
Pendiente (b)	Error estándar	ED <sub>85</sub> (± SE)	ED <sub>90</sub> (± SE)
2,93698	3,59768	1,35 (± 0,58)	1,45 (± 0,66)

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 (Lucero, 2017).

Bioamecsa, (2017), tiene algas marinas, ácidos fúlvicos y activadores metabólicos los cuales logran aumentar la tasa de enraizamiento de la planta.

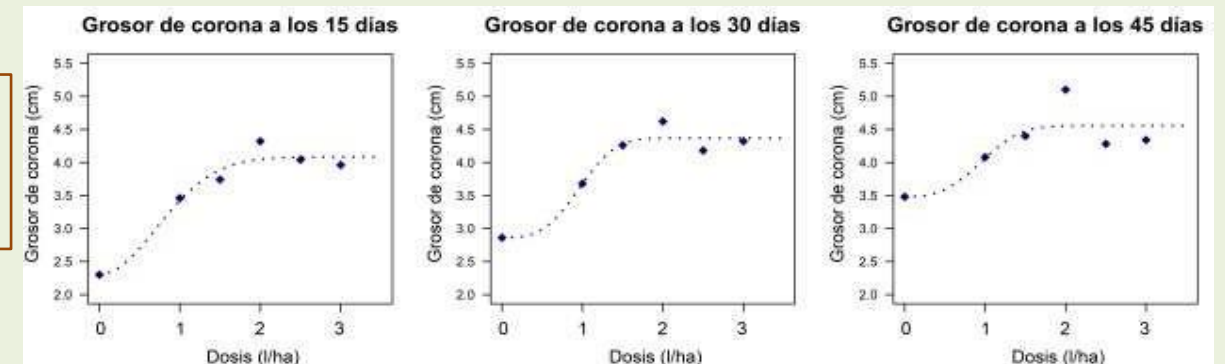
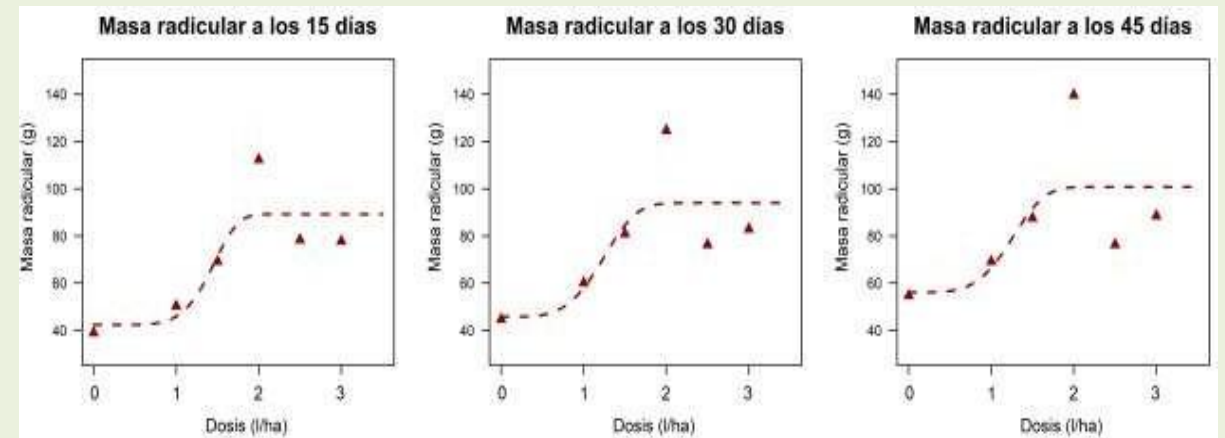


# Evaluación del aumento de biomasa fresca, masa radicular y grosor de corona durante 45 días



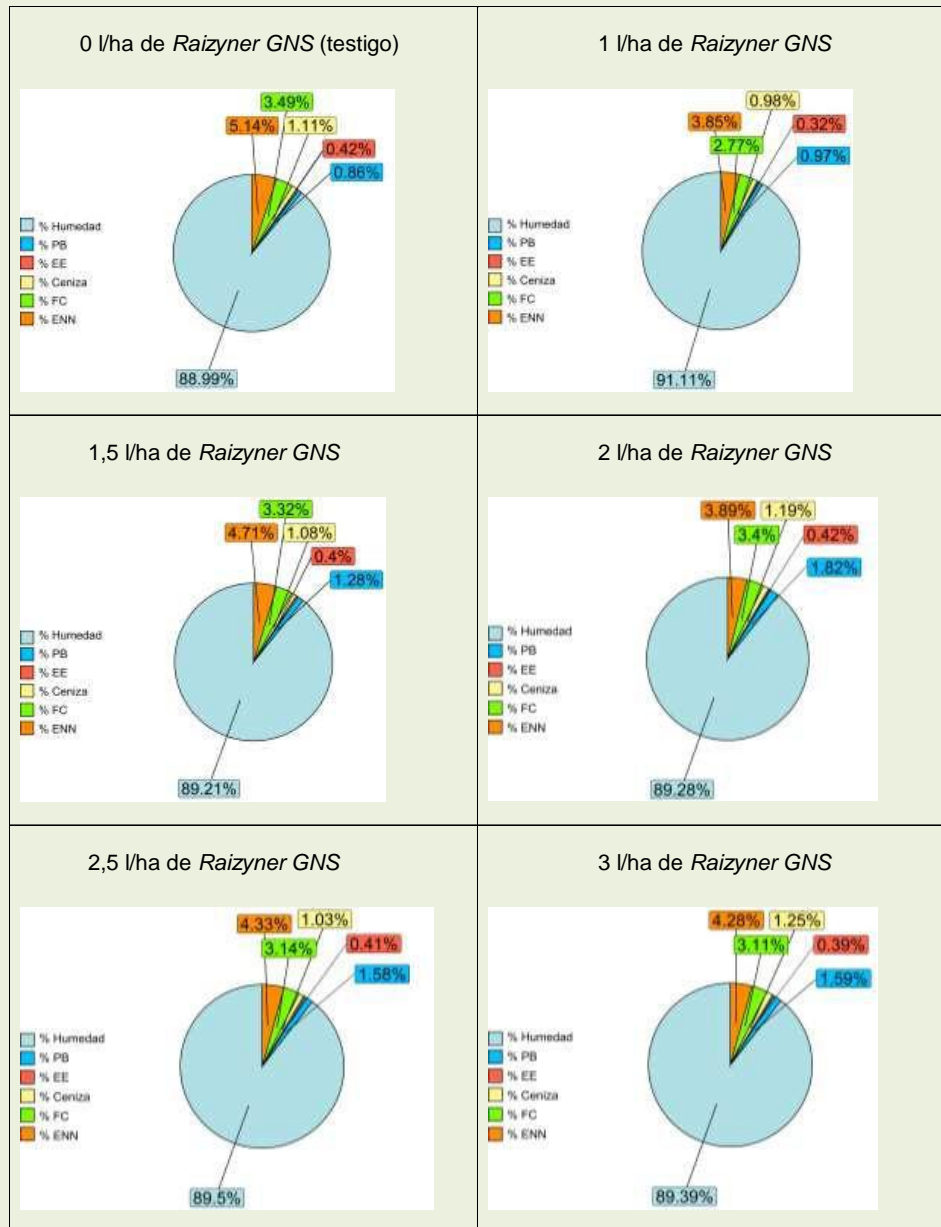
Bartholomew, Paull, & Rohrbach, (2003) indican que la respuesta de la planta a un bioestimulante radicular se refleja en la ganancia de peso de la parte aérea, al tener mejor calidad de raíces, aumenta la eficiencia en los procesos fisiológicos de la planta, por lo tanto, el aumento en la masa fresca y seca es evidente

La masa radicular y aumento del grosor de la corona evidencian un aumento desde la primera aplicación. (Fernández, 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



En las 3 variables se observa que la dosis más cercanas a 2,0 l/ha de Raizyer GNS, son las que evidencian los mejores resultados, tanto peso como en tamaño.

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



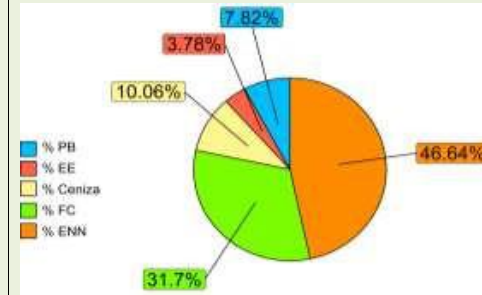
El contenido de humedad es similar conforme se va aumentando la cantidad de Raizyner, del mismo modo se observa poca variabilidad en los porcentajes de proteína, ceniza, extracto etéreo, fibra y extractos no nitrogenados

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

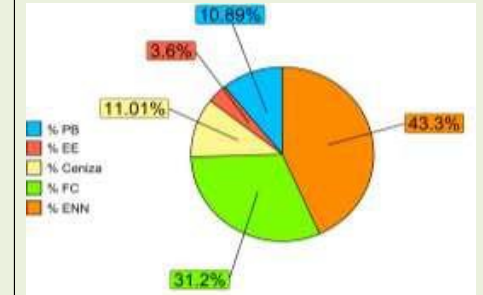
El contenido de proteína bruta es mas elevado mientras mayor sea la dosis al igual que la ceniza, los valores de extracto etéreo y fibra cruda tienden a ser menor.

En la 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).

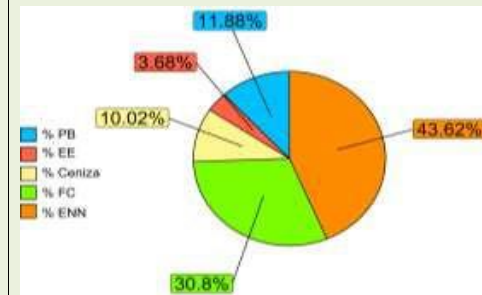
0 l/ha de Raizyner GNS (testigo)



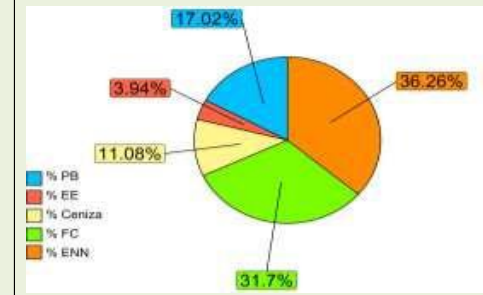
1 l/ha de Raizyner GNS



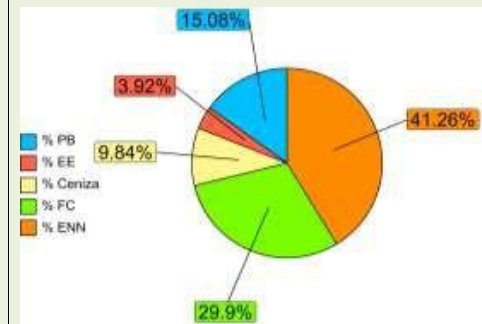
1,5 l/ha de Raizyner GNS



2 l/ha de Raizyner GNS



2,5 l/ha de Raizyner GNS



3 l/ha de Raizyner GNS



## Análisis económico

Descripción	Cantidad	Costo	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0 l/ha de Raizyner GNS	0l	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1 l/ha de Raizyner GNS	1lt	15,40	--	15,40	--	--	--	--
1,5 l/ha de Raizyner GNS	1,5lt	23,10	--	--	23,10	--	--	--
2 l/ha de Raizyner GNS	2lt	30,80	--	--	--	30,8	--	--
2,5 l/ha de Raizyner GNS	2,5lt	38,50	--	--	--	--	38,5	--
3 l/ha de Raizyner GNS	3lt	1,10	--	--	--	--	--	46,20
Otros materiales		13,00	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
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		47,25	104,7	127,8	150,9	174	197,1
APLICACIONES (\$)								
COSTO POR APLICACIÓN (\$)			15,8	34,9	42,6	50,3	58,0	65,7

Para la consideración de los costos de aplicación de cada uno de los tratamientos, se tomó en cuenta las tres aplicaciones realizadas, detallando los costos de materiales e insumos empleados en el suministro de las dosis a evaluar.

Siendo el T4, un tratamiento cuyo costo (\$150,90), justifica su efectividad superando el 90% en las variables evaluadas, y su diferencia con el T3 (\$127,80) es de \$23,10, la dosis aplicada en este tratamiento tuvo resultados bastantes favorables, pero la diferencia económica del T4 se justifica ampliamente por los resultados obtenidos

# CONCLUSIONES

- Para los parámetros productivos, 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 2,0 l/ha.

- En la obtención de masa radicular y un grosor de corona, la dosis de 2,0 l/ha de Raizyner GNS logró aumentar la masa radicular fresca y seca, y el grosor de la corona a los 45 días de evaluación

- Desde la primera aplicación de Raizyner GNS existió una respuesta positiva en el aumento de biomasa, masa radicular y grosor de corona, siendo evaluados cada 15 días durante 45 días, reflejando la efectividad de este producto desde la primera dosificación.

- Mientras mayor fue la dosis de Raizyner GNS, mayor fue el incremento bromatológico en porcentaje de la proteína y cenizas de las plantas, y de esta manera se lograría un aumento considerable la calidad de la planta para asegurar una buena producción futura.

- La dosis óptima de Raizyner GNS para la etapa de desarrollo del cultivo en 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

# 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.
- Repetir este experimento, usando otro modelo matemático y probando el producto en diferentes edades de la plantación antes de la inducción floral.
- Desarrollar el mismo proyecto durante la época lluviosa.



*Gracias*