



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Determinación de la dosis optima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña.

Autor: Palma Zamora Robert Brandon
Director: Dr. Santiago Ulloa Cortázar PhD.
Santo Domingo 2023



INTRODUCCIÓN

El cultivo de piña gracias a su óptima adaptabilidad a los requerimientos agroclimáticos de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, actualmente se ha convertido para muchos agricultores del sector en una actividad económica muy importante.

Con la intención de contribuir a la realidad que viven los agricultores de hoy en día y dar una alternativa para obtener una producción de buena calidad y rendimiento aceptables a un bajo costo comparado con los fertilizantes edáficos, la presente investigación pretende mostrar el efecto e importancia de un bioestimulante edáfico en este cultivo.



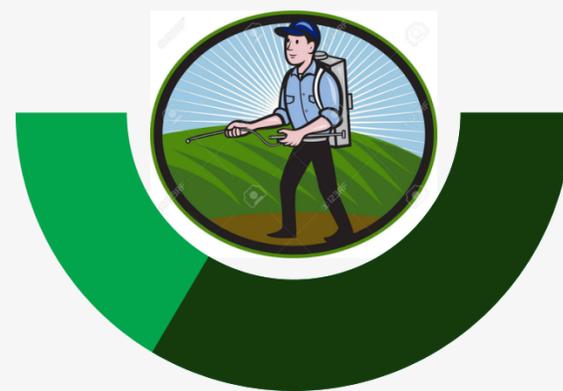
OBJETIVOS

GENERAL:

Determinación de la dosis optima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña.

ESPECÍFICOS:

- Analizar la dosis optima del enraizante Bioplasma Raíz.
- Realizar el analisis estadístico completo de las diferentes variables medidas en esta investigacion.
- Definir el mejor tratamiento en función al costo del enraizante.



MATERIAES Y MÉTODOS



UBICACIÓN



Ubicación política

- País: Ecuador
- Provincia: Esmeraldas
- Cantón: Quinindé
- Parroquia: La Unión
- Dirección: Km 45 vía Santo Domingo - Quinindé

Ubicación ecológica

- Clima: Bosque Húmedo Tropical
- Temperatura: 24 - 28 °C
- Humedad: 87%
- Pluviosidad: 2980 mm anuales
- Altitud: 240 m.s.n.m
- Heliofanía: 1000 horas luz/año



Ubicación geografica del lugar donde se instaló el ensayo La Williams, donde se encuentra a una altitud de 240 m.s.n.m

Instalacion del ensayo

Materiales/insumos	Reactivos
Bomba estacionaria	<u>Bioplasma Raíz</u>
Flexómetro	
Canecas de agua	
Estacas de 100 cm	
Piola plástica	
Cinta de color naranja	

Recolección de muestras

Materiales/insumos	Muestras
Fundas de papel	Muestras botánicas de piña
Cinta métrica	
Cuchillo	
Machete	
Tijera de podar	
Grapadora	
Grapas	
Marcador permanente negro	

Fase de laboratorio

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



DISEÑO EXPERIMENTAL

→ Tratamientos a evaluar

Tratamientos	Descripción
D1	0 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>
D2	1 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>
D3	1,5 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>
D4	2 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>
D5	2,5 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>
D6	3 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>

FACTORES A PROBAR

D: Dosis de Bioplasma Raíz

TIPO DE DISEÑO

DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar).



DISEÑO EXPERIMENTAL

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



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

Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	b-1	3
Dosis	d-1	5
Error Experimental	(d-1) * (b-1)	15
Total	n-1	23

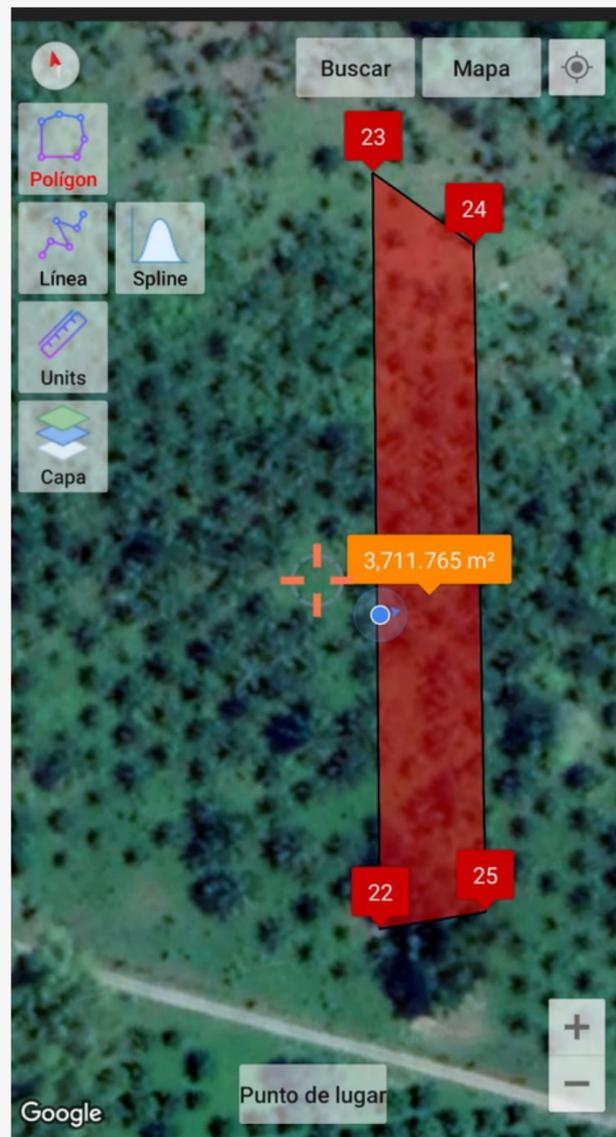
Se utilizó regresiones no lineales, utilizando la ecuación de Weibull con cuatro parámetros

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



Variables evaluadas

- Biomasa obtenida cada 15 días durante 45 días
- Biomasa fresca a los 45 días
- Biomasa seca a los 45 días
- Masa radicular obtenida cada 15 días durante 45 días
- Masa radicular fresca a los 45 días
- Masa radicular seca a los 45 días
- Grosor de la corona cada 15 días durante 45 días
- Grosor de corona a los 45 días
- Contenido bromatológico de las plantas a los 45 días en estado fresco y seco.



Delimitación de las parcelas de ensayo



Preparación de soluciones con las dosis



Aplicación de los tratamientos



Evaluación visual de los tratamientos



Secado de
muestras botánicas

RESULTADOS

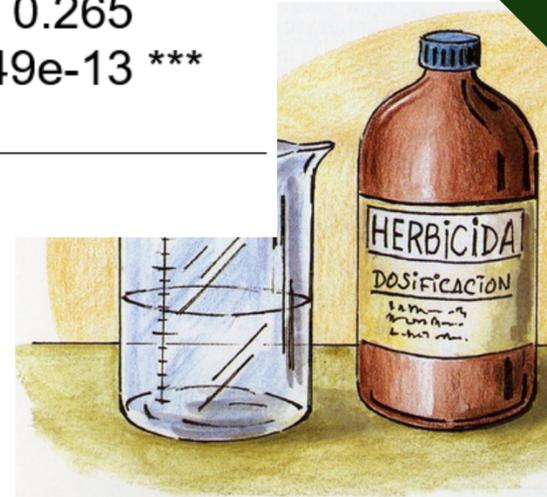


Análisis de varianza de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma



Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	683	228	1.462	0.265
Dosis	5	146893	29379	188.647	5.49e-13 ***
Total	15	2336	156		

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



Dosis de Bioplasma (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)
6,33191	4,54095	2,62 (± 0,22)	2,70 (± 0,27)

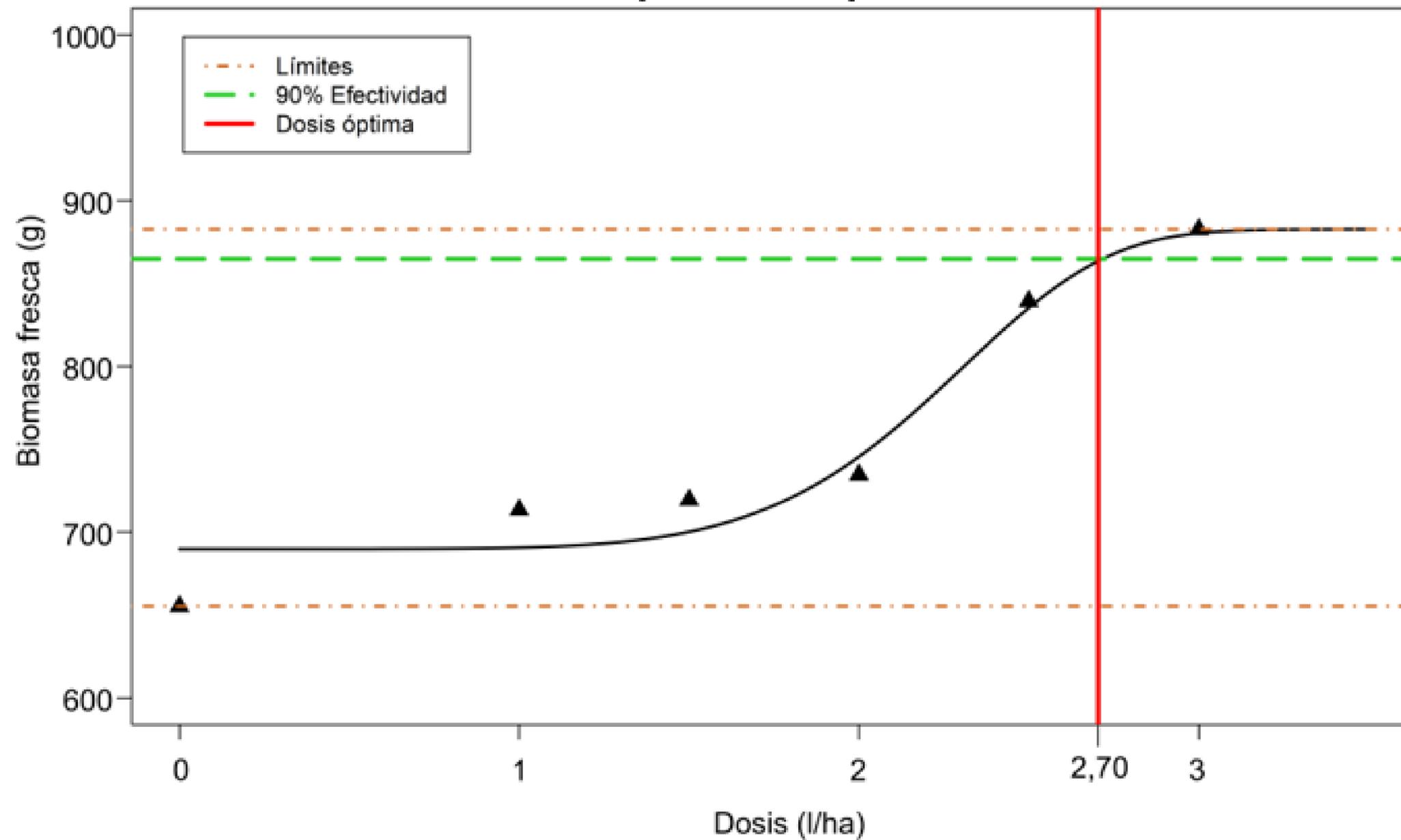
Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error



Se observa que a partir de la dosis de Bioplasma raíz de 2,62 (± 0,22) l/ha las plantas de piña obtienen un 85% de biomasa fresca y por otro lado, a partir de la dosis 2,70 (±0,27) l/ha se obtiene un 90% de biomasa fresca a los 45 días después de la aplicación.

RESULTADOS

Dosis óptima de Bioplasma en base a la biomasa fresca de plantas de piña

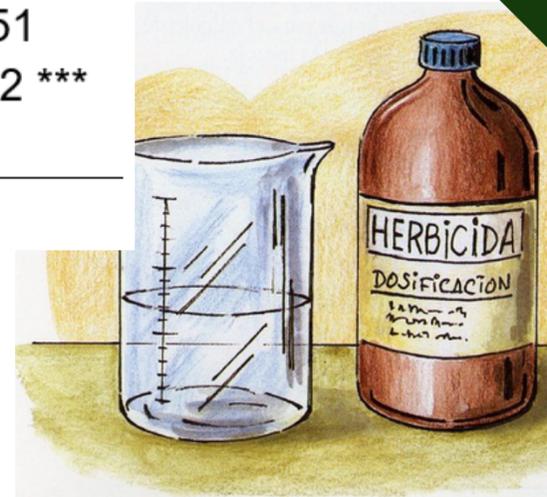


Análisis de varianza de la biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma



Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	104	35	0,406	0,751
Dosis	5	55984	11197	130,685	8,1e-12 ***
Total	15	1285	86		

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



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

Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
2,05584	0,45743	2,48 (± 0,21)	2,73 (± 0,26)

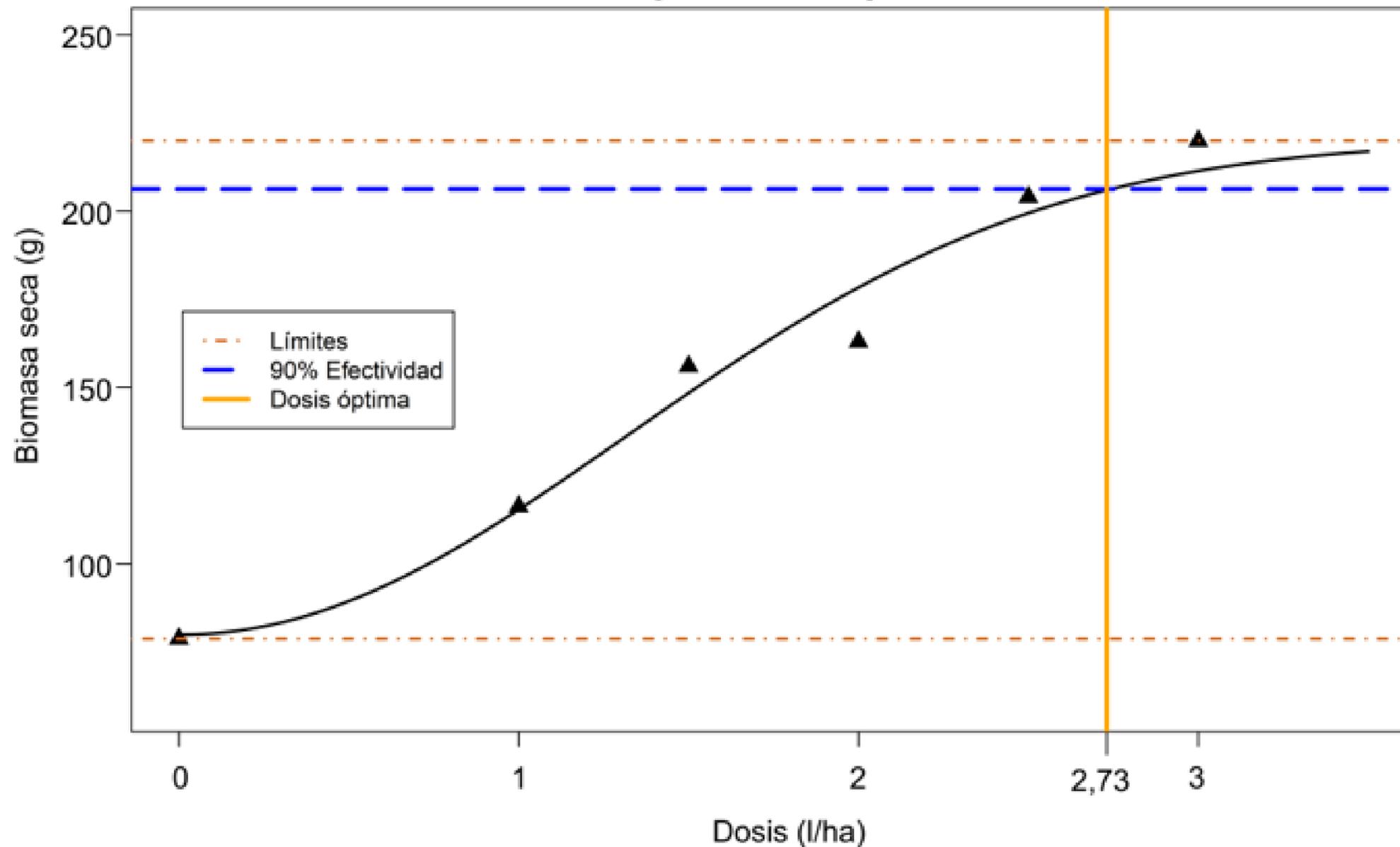
Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error



Se observa que a partir de la dosis de Bioplasma raíz de 2,48 (± 0,21) l/ha las plantas de piña obtienen un 85% de biomasa seca y por otro lado, a partir de la dosis 2,73 (±0,26) l/ha se obtiene un 90% de biomasa seca a los 45 días después de la aplicación.

RESULTADOS

Dosis óptima de Bioplasma en base a la biomasa seca de plantas de piña



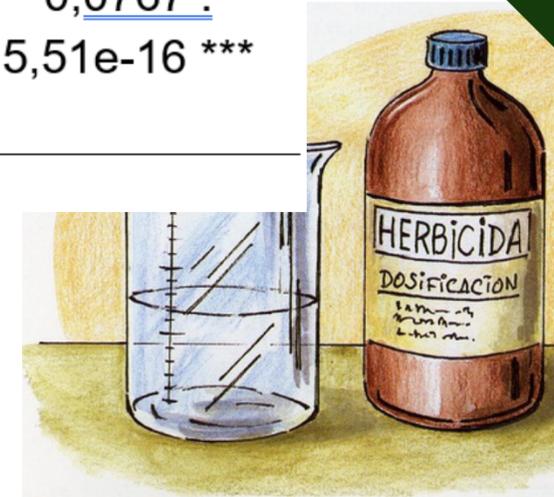
Tanto en esta figura como la anterior se muestra como el aumento de la dosis de bioplasma raíz influye en obtener un mayor rendimiento de biomasa de las plantas de piñas lo que es positivo ya que como menciona Ortiz (2013), la planta cuando está lista para la inducción floral debe tener entre 70 a 80 hojas.

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



Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	107	36	2,788	0,0767 .
Dosis	5	30675	6135	478,980	5,51e-16 ***
Total	15	192	13		

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



Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% de masa radicular fresca (g) en plantas de piña

Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
3,08845	0,89745	2,84 (± 0,19)	3,02 (± 0,23)

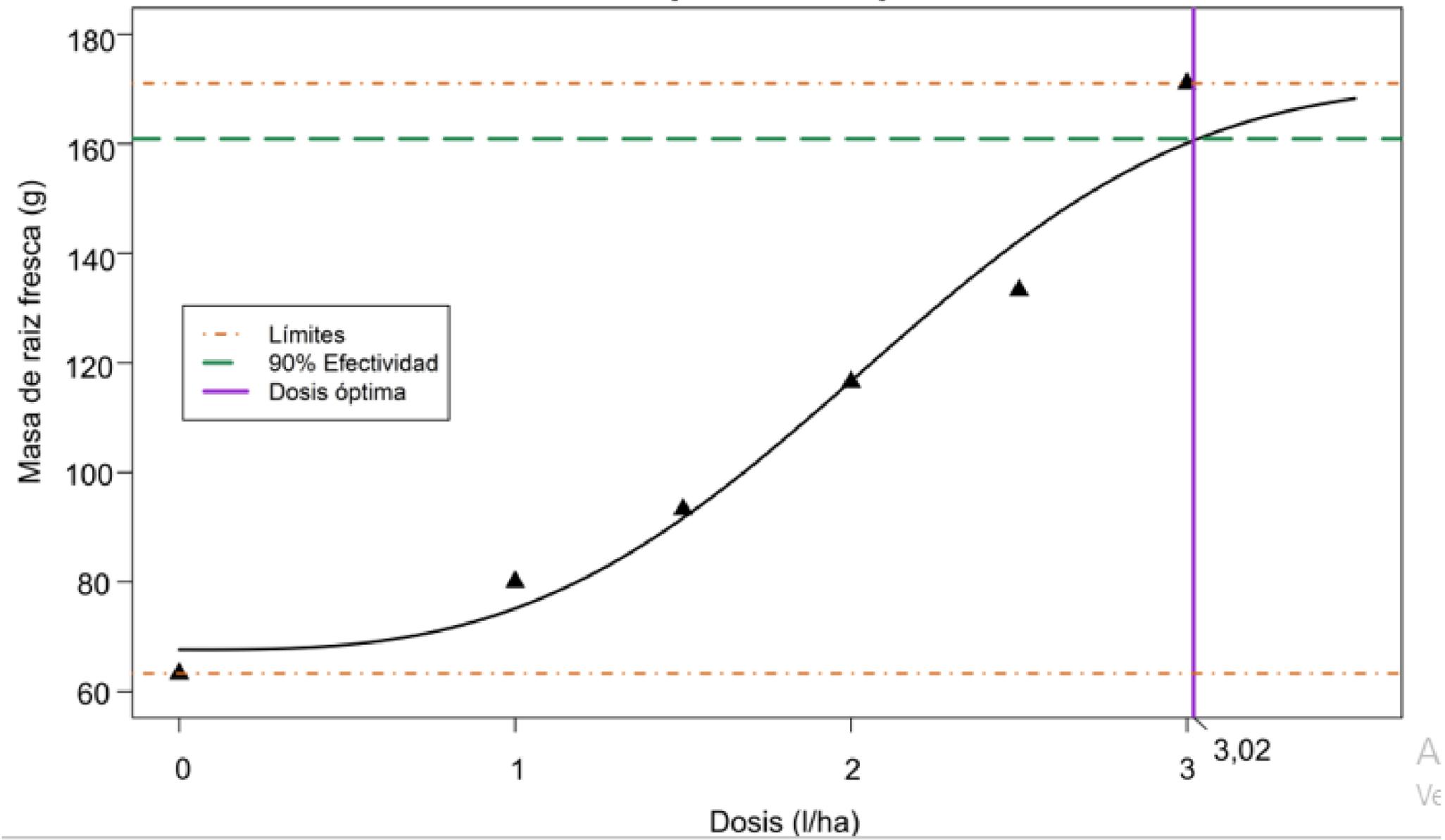
Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error



Se observa que a partir de la dosis de Bioplasma raíz de 2,48 (± 0,19) l/ha las plantas de piña obtienen un 85% de masa radicular fresca y por otro lado, a partir de la dosis 3,02 (±0,23) l/ha se obtiene un 90% de masa radicular fresca a los 45 días después de la aplicación.

RESULTADOS

Dosis óptima de Bioplasma en base a la masa fresca de las raíces de plantas de piña

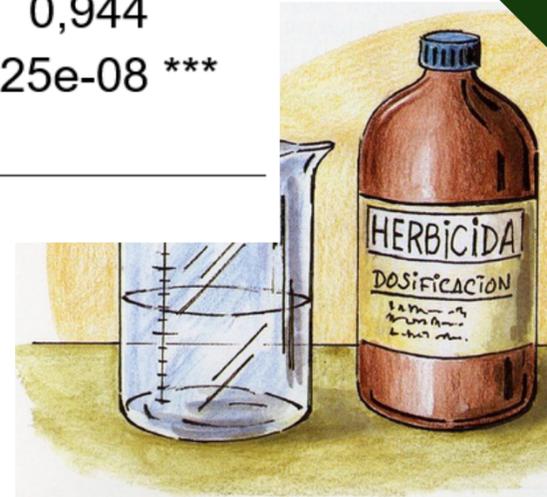


Análisis de varianza de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma



Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	3,5	1,2	0,124	0,944
Dosis	5	1769,2	353,8	38,104	5,25e-08 ***
Total	15	139,3	9,3		

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



Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% de masa radicular seca (g) en plantas de piña



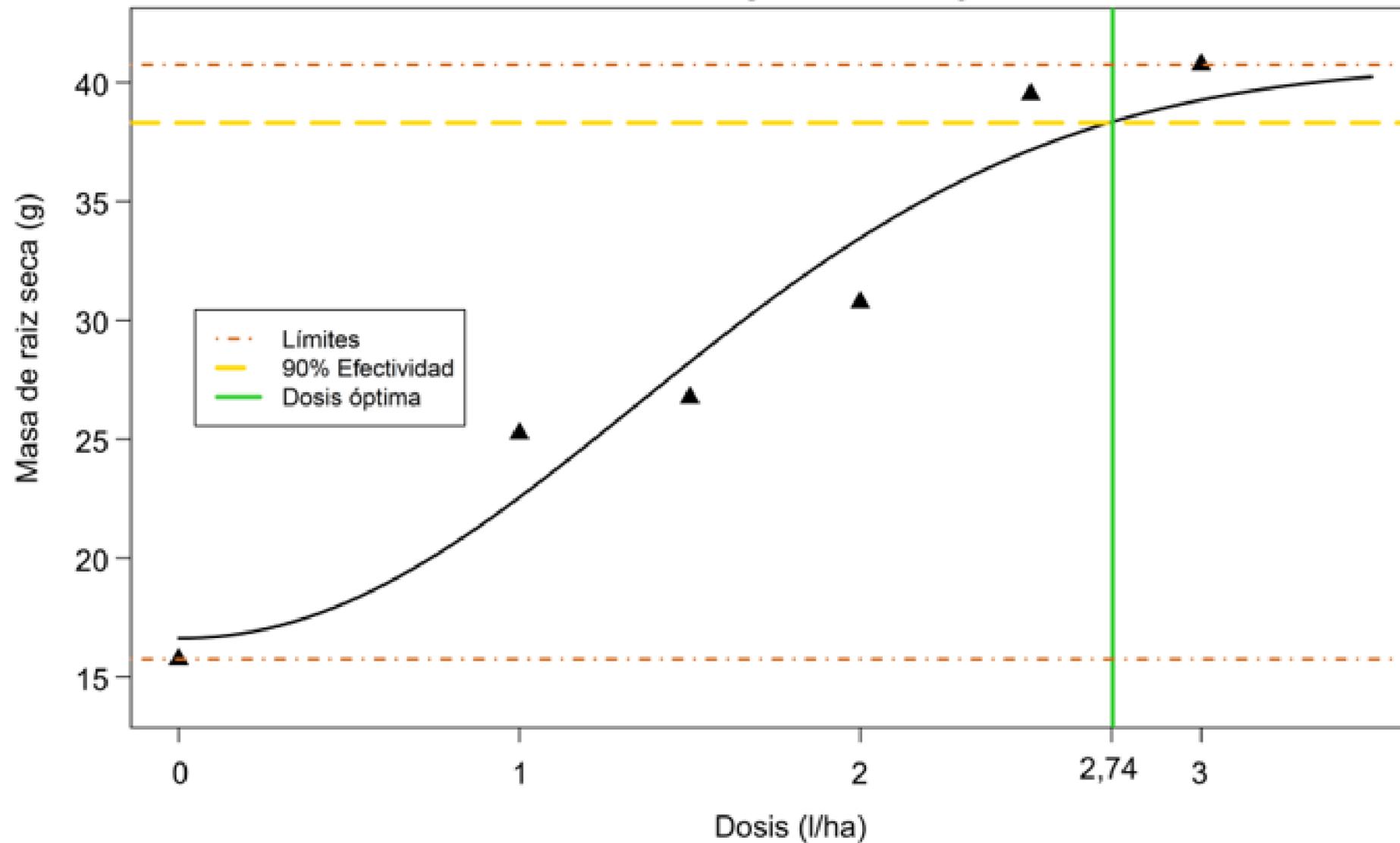
Se observa que a partir de la dosis de Bioplasma raíz de 2,49 ($\pm 0,29$) l/ha las plantas de piña obtienen un 85% de masa radicular fresca y por otro lado, a partir de la dosis 2,74 ($\pm 0,38$) l/ha se obtiene un 90% de masa radicular seca a los 45 días después de la aplicación.

Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (\pm SE)	ED ₉₀ (\pm SE)
13,02203	23,33401	2,49 ($\pm 0,29$)	2,74 ($\pm 0,38$)

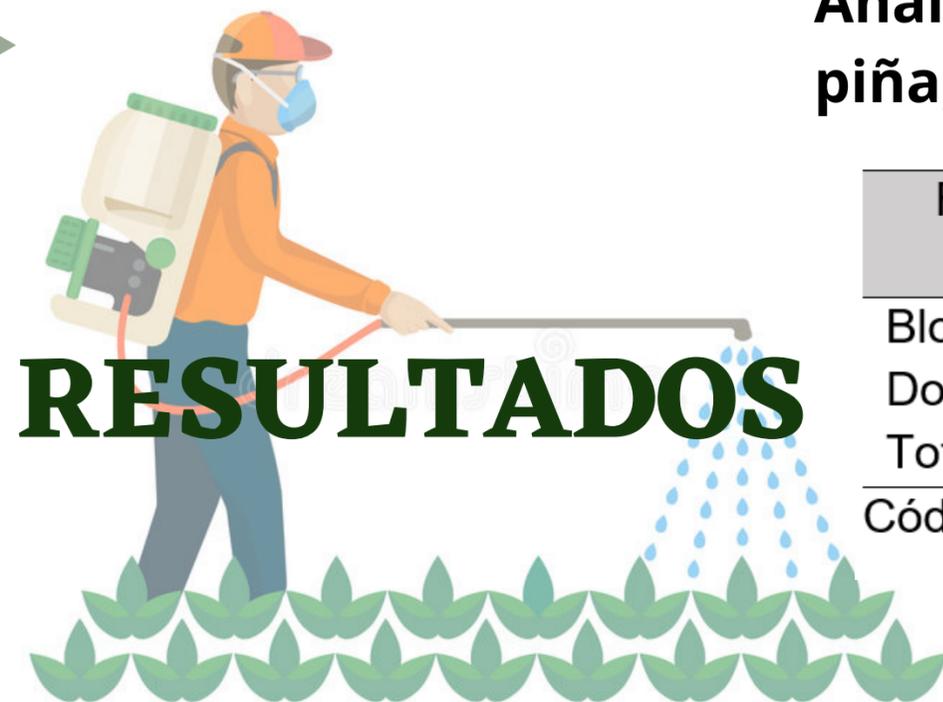
Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error

RESULTADOS

Dosis óptima de Bioplasma en base a la masa seca de las raíces de plantas de piña



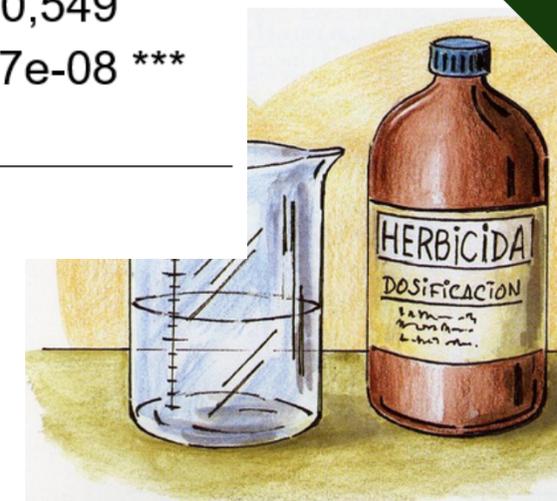
El incremento de la masa radicular es productivo en las plantas de piña ya que como menciona (Basantes & Chasipanta, 2012), desempeña un papel importante en la absorción de nutrientes durante las primeras semanas, lo que ayuda a un buen arranque en la etapa inicial del cultivo; este aumento se logra gracias a que el producto contiene según la casa comercial (Mercalimsa S.A., 2015) Fosforo, Calcio, Magnesio, Ácidos fúlvicos y Giberelinas los cuales estimulan el crecimiento de las raíces de la planta.



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

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	0,030	0,0100	0,732	0,549
Dosis	5	3,198	0,6397	46,805	1,27e-08 ***
Total	15	0,205	0,0137		

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



Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% del grosor de corona (cm) en plantas de piña

Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
2,02040	0,65503	2,47 (± 0,27)	2,72 (± 0,34)

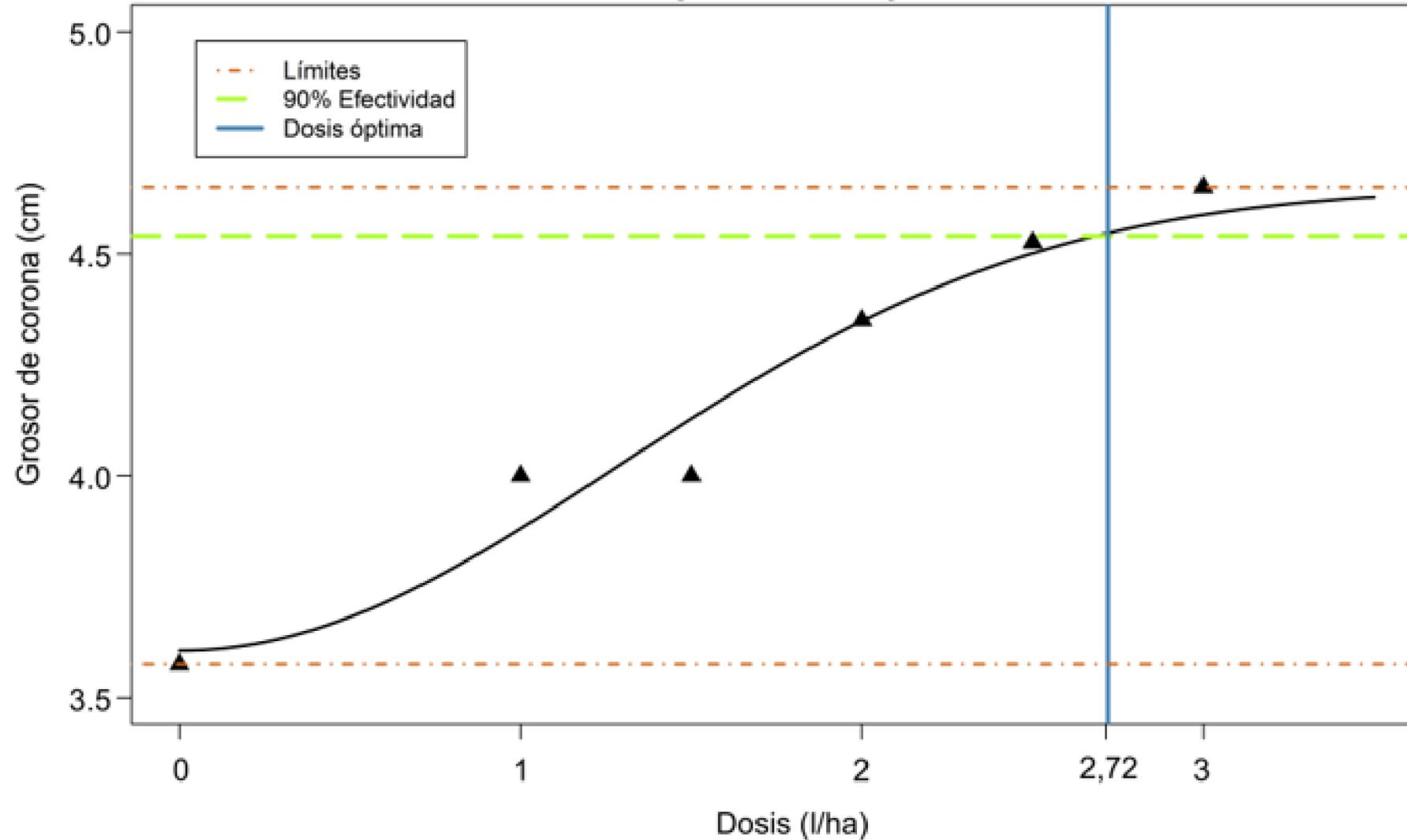
Detalles: "ED" Effective Dose, "SE" Standard Error



Se observa que a partir de la dosis de Bioplasma raíz de 2,47 (± 0,27) l/ha las plantas de piña obtienen un 85% de grosor de corona y por otro lado, a partir de la dosis 2,72 (±0,34) l/ha se obtiene un 90% grosor de corona a los 45 días después de la aplicación.

RESULTADOS

Dosis óptima de Bioplasma en base al grosor de la corona de plantas de piña



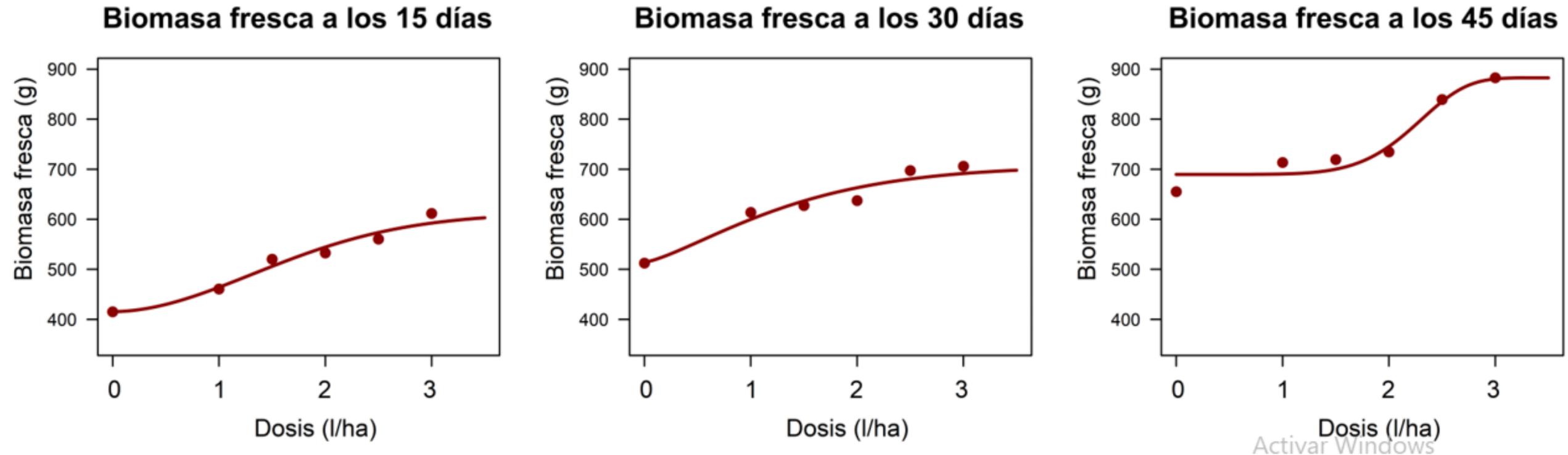
Este aumento en el grosor de corona tiene como beneficio permitir una mayor producción de raíces adventicias lo cual ayudara a la planta a soportar frutos de gran tamaño y peso como menciona (Hassan, N., & Othman, Z., 2011), lo cual se traduce en un mayor rendimiento del cultivo.

RESULTADOS

En una comparación de los valores obtenidos de dosis óptima al 90% de efectividad en los parámetros de rendimiento en biomasa fresca y seca, incremento en la masa radicular fresca y seca, y el grosor de la corona en las plantas de piña, se observa que la dosis efectiva aproximada es de 2,72 l/ha de bioplasma raíz, la cual es responsable de incrementar la calidad de la planta en gran medida, permitiendo al cultivo desarrollarse de mejor manera una etapa crítica que es la de crecimiento vegetativo, ya que sin esta etapa la producción y calidad de la fruta será baja y no entraría en un mercado de exportación como menciona (Pohlan, J., Gamboa, W., Salazar, W., & Collazos, M., 2001).

RESULTADOS

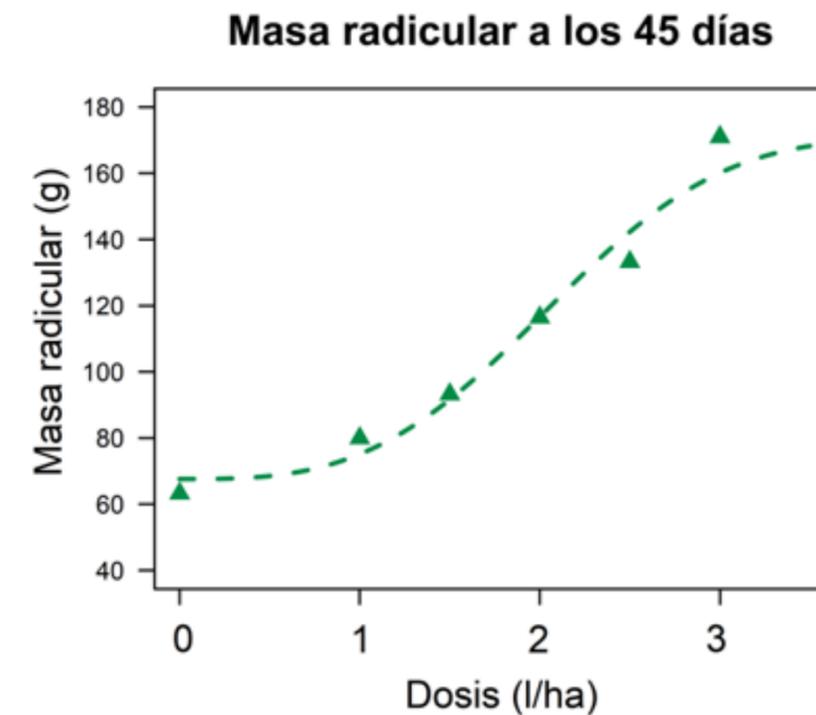
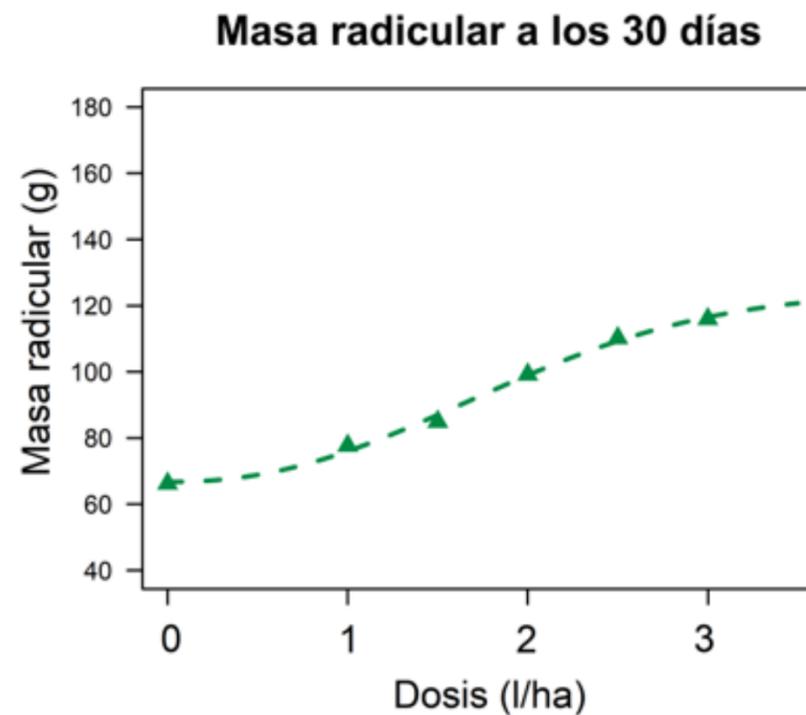
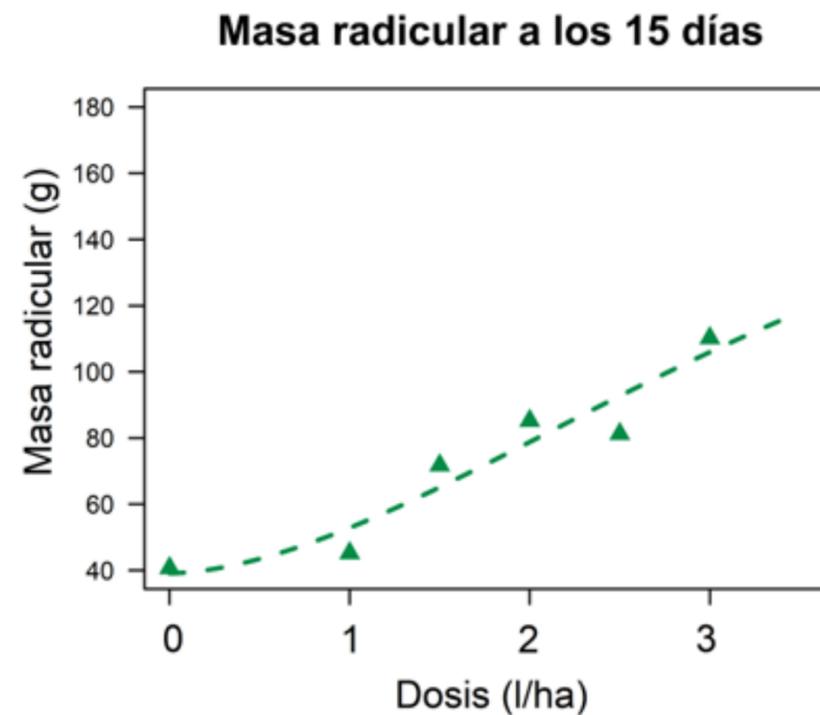
Evolución del aumento en biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días



Estos efectos en las plantas son explicados por (Bartholomew, D., Paull, P., & Rohrbach, K., 2003), que mencionan que la planta presenta una respuesta a la aplicación de un bioestimulante que se traduce en un aumento en la parte aérea ya que al tener una mejor calidad de raíces, se incrementa la actividad en los procesos fisiológicos de la planta y esto a su vez se ve reflejado en el aumento de biomasa fresca y seca.

RESULTADOS

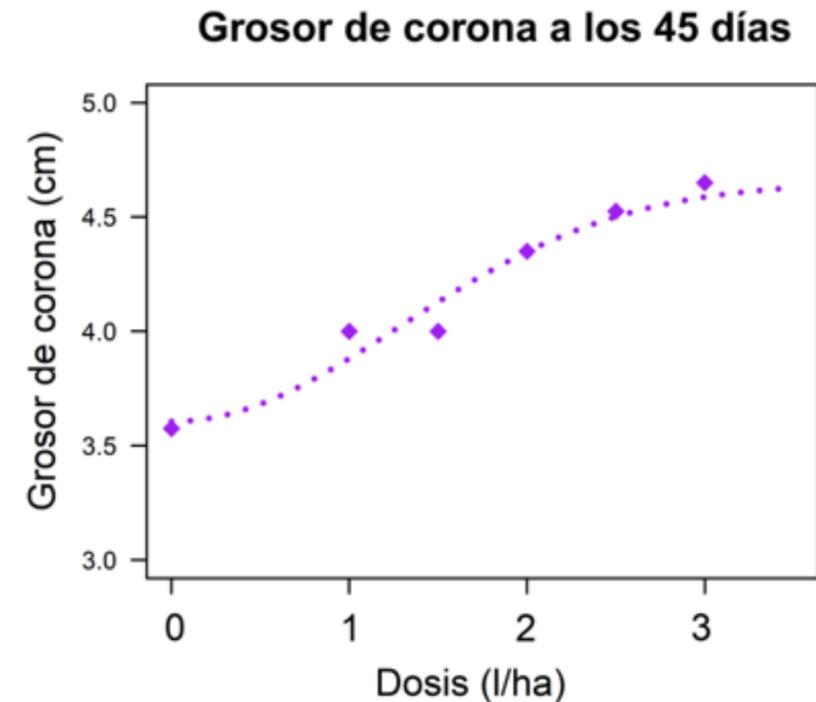
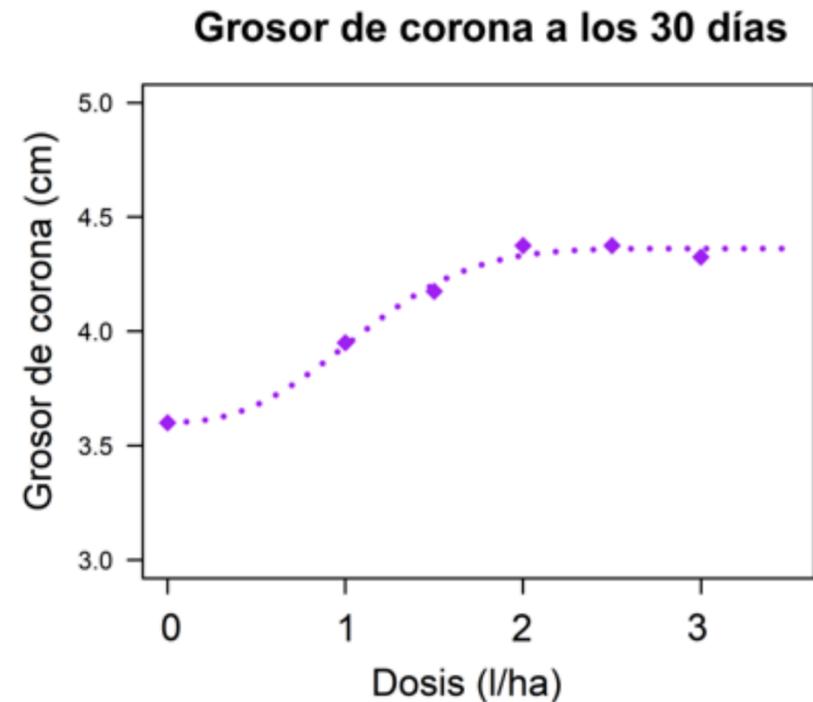
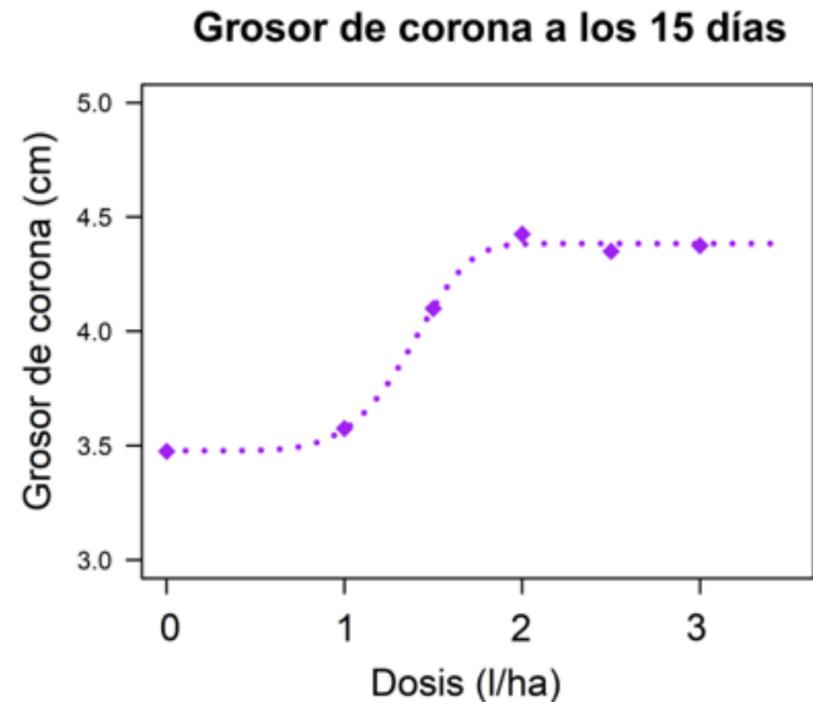
Evolución del aumento en la masa radicular (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días



El aumento de masa radicular se da gracias a los beneficios que presenta el producto, como la ayuda al fortalecimiento de la composición de la planta y estimula el crecimiento de raíces fuertes y buena calidad para la absorción de nutrientes (Mercalimsa S.A., 2015).

RESULTADOS

Evolución del aumento en el grosor de corona (cm) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días



Se muestra que en las 3 frecuencias de aplicación no hubo un notable aumento en el grosor de corona y esto se debe a que la corona es un tejido de crecimiento lento como menciona (Basantes & Chasipanta, 2012) en donde la corona va desde 3,5 a 6,5 cm de ancho.

RESULTADOS

Según el fabricante (Mercalimsa S.A., 2015), menciona que la frecuencia de aplicación se recomienda de 15 a 30 días, pero en este ensayo fue necesario la aplicación hasta los 45 días para ver resultados positivos en rendimiento tanto en biomasa, masa radicular y grosor de corona.

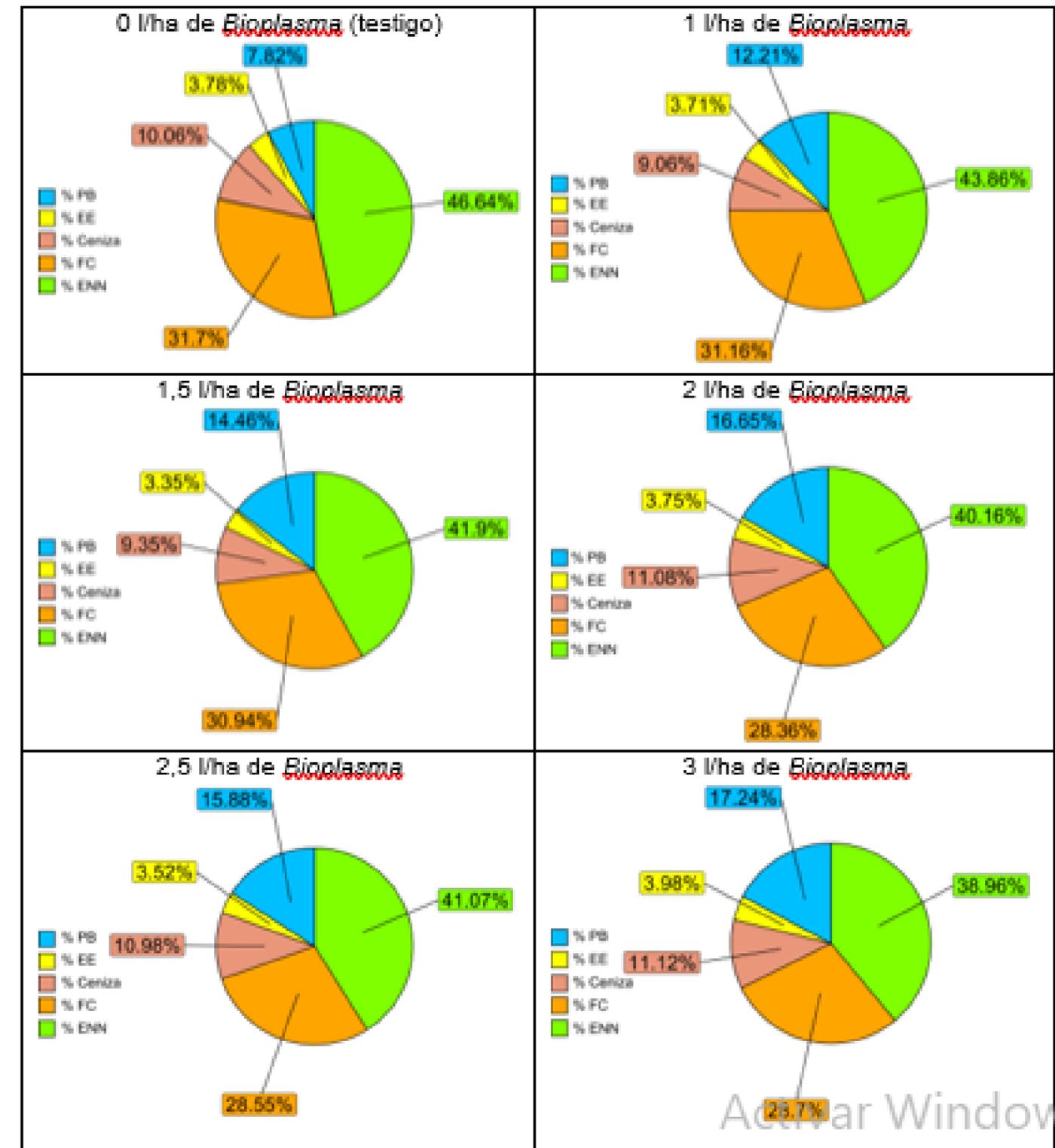
RESULTADOS

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

El contenido bromatológico nos muestra que los contenidos de extracto etéreo y fibra cruda disminuyen cuando se aumenta la dosis mientras que los valores de proteína bruta y la ceniza aumentan con el mismo aumento de dosis.

El cultivo de piña en donde se realizó el ensayo en ese momento estaba en desarrollo vegetativo por lo cual demandaba alto contenidos de aminoácidos y enzimas para lograr satisfacer sus requerimientos en esta fase y así, entrar en la etapa de floración en las mejores condiciones fisiológicas (Vásquez, H., Saavedra, R., & Saavedra, S., 2012).

Gracias a la aplicación de Bioplasma raíz se suministraron nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para la etapa de desarrollo y suplementan la demanda nutricional del cultivo de piña (Basantes & Chasipanta, 2012).



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



T0: 0 l/ha y T1: 1 l/ha



T2: 1,5 l/ha y T3: 2 l/ha



 T4: 2,5 l/ha y T5: 3 l/ha



COSTOS



Costos de aplicación según los tratamientos



Descripción	Cantidad	Costo	T0	T1	T2	T3	T4	T5
0 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>	0l	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>	1lt	17,00	--	17,00	--	--	--	--
1,5 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>	1,5lt	25,50	--	--	25,50	--	--	--
2 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>	2lt	34,00	--	--	--	34,00	--	--
2,5 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>	2,5lt	42,50	--	--	--	--	42,50	--
3 l/ha de <u>Bioplasma Raíz</u>	3lt	51,00	--	--	--	--	--	51,00
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 APLICACIONES (\$)			47,25	109,5	135	160,5	186	211,5
COSTO POR APLICACIÓN (\$)			15,75	36,50	45,00	53,50	62,00	70,50

El T5, cuyo costo fue de (\$186,00), fue el tratamiento que obtuvo un mayor rendimiento en las variables evaluadas por lo cual justifica su diferencia económica con los demás tratamientos evaluados, en la tabla 25 se puede observar una comparación de costos entre tratamientos.



CONCLUSIONES



Se concluye que, según parámetros de calidad de planta determinados en biomasa fresca y seca, y del mismo modo para calidad de raíces determinados en masa radicular fresca y seca y grosor de corona, la dosis óptima de Bioplasma raíz para tener un 90% de rendimiento fue de 2,7 l/ha.



Se determinó que con 3 frecuencias de aplicación de Bioplasma raíz se obtiene una mayor respuesta del producto ante las variables de biomasa, masa radicular y grosor de corona.



Según los análisis bromatológicos se observó que mientras mayor sea la dosis de Bioplasma raíz, mayor contenido de proteína va a tener la planta por ende mayor contenido de aminoácidos esenciales para el correcto funcionamiento fisiológico de la planta.



Con estos parámetros ya calculados se determina que la dosis 2,7 l/ha es la dosis óptima adecuada para la época seca en el cultivo de piña.



RECOMENDACIONES



Se recomienda incluir en un plan de fertilización la dosis óptima de 2,7 l/ha en época seca para el cultivo de piña.



Se recomienda repetir el mismo ensayo en la época lluviosa con las dosis óptimas obtenidas para observar los efectos que causa el producto en la planta en diferentes condiciones climáticas.



Se recomienda en época seca aumentar el volumen de agua a 4000 l/ha para obtener una mejor eficacia del producto en las aplicaciones.



MUCHAS GRACIAS