



“Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña.”

Palma Zamora, Robert Brandon

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

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

Dr. Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, PhD

23-febrero-2023

Reporte de verificación de contenido



Universidad de La Habana
Reporte

Palma Robert, IC. Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1)

+ Ver otros contenidos de autor

+ Ver otros contenidos de autor

Resumen del documento: Palma Robert, IC. Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf

Idioma: Español

Resumen: [Ver resumen](#)

Tamaño del documento original: 50,28 kb

Departamento: INGENIERÍA (INGENIERÍA EN INGENIERÍA)

Facultad de destino: INGENIERÍA

Tipo de carga: Material

Fecha en la que se publicó: Inconcluso

Número de páginas: 11-12

Número de caracteres: 21.000

Visualiza los contenidos del documento



Fuentes científicas detectadas

#	Descripción	Gratuito	Libre acceso	Texto completo
1	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
2	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
3	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
4	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
5	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)

Fuentes con similitudes textuales

#	Descripción	Gratuito	Libre acceso	Texto completo
1	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
2	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
3	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
4	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)
5	Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña (1).pdf	Si		Texto completo (11-12 páginas)

Fuentes mencionadas por similitudes detectadas (estas fuentes han sido marcadas por el sistema de verificación de similitudes)

- 1. [Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña \(1\).pdf](#)
- 2. [Determinación de la dosis óptima de Bioplasma Raíz para la producción de raíces en el cultivo de piña \(1\).pdf](#)



Ulloa Cortázar Santiago Miguel Ph.D.

C.C. 1710450584



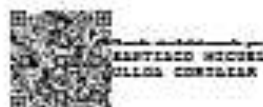
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de integración curricular: "DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA DE BIOPLASMA RAIZ PARA LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES EN EL CULTIVO DE PIÑA." fue realizado por el señor Palma Zamora Robert Brandon; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero del 2023.



Ulloa Cortázar Santiago Miguel Ph.D.

C.C. 1710450584



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Palma Zamora Robert Brandon**, con cédula de ciudadanía n° 0804261022 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: “**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA DE BIOPLASMA RAIZ PARA LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES EN EL CULTIVO DE PIÑA.**” 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 de los Tsáchilas, 23 de febrero del 2023

Robert Palma

.....
Palma Zamora Robert Brandon.

C.C. 0804261022



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Palma Zamora Robert Brandon** con cédulas de ciudadanía n° 0804261022, autorizó a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA DE BIOPLASMA RAIZ PARA LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES EN EL CULTIVO DE PIÑA.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 23 de febrero del 2023

Robert Palma

.....
Palma Zamora Robert Brandon.

C.C. 0804261022

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi madre Edita María Zamora que desde el inicio me apoyo incondicionalmente en mi carrera, te amo madre. Le agradezco por inculcarme esos valores que me definen como persona y que quiero seguir transmitiendo a las personas allegadas a mí, gracias por nunca desfallecer conmigo y siempre confiar en mis decisiones que de alguna u otra forma me han llevado hasta donde estoy.

A mi hermano Jorge Palma Zamora por estar y apoyarnos mutuamente en todo el camino de nuestra carrera.

A mi hermana Dayana Palma Zamora por ayudarme en esos detalles de la vida que nunca me hubiera fijado sin su ayuda.

A mis mascotas por darme ese amor verdadero en los momentos que me sentía solo.

A mi familia en general que en muchas formas me ayudaron tanto emocional como económicamente.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme esa fuerza necesaria para seguir adelante, sobre todo en mi carrera y que gracias a esfuerzo y sacrificio he logrado culminarla.

A mi mamá y hermanos por apoyarme de manera moral y económica para siempre seguir adelante, son mi inspiración para lograr todo lo que me proponga.

A la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Sede Santo Domingo por formarme con valores como respeto, puntualidad, honestidad y haberme ofrecido las herramientas necesarias para realizar mi proyecto de tesis.

A todos los docentes que me compartieron sus conocimientos para ponerlos en práctica en la vida y en el ámbito profesional, siempre estaré agradecido.

Al Doc. Santiago Ulloa Cortázar por ser mi tutor de tesis y ayudarme de manera práctica y teórica en este trabajo de tesis.

A mis compañeros de carrera y futuros colegas por ese compañerismo para seguir siempre adelante.

Al Ing. Randy Reinoso, al Ing. Andrés Tello y a la Empresa Bioamecsa por facilitarnos los materiales para el ensayo y también por aportarnos sus conocimientos profesionales.

Índice de contenido

Caratula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación del director.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	14
Resumen.....	16
Abstract.....	17
Capítulo I.....	18
Introducción.....	18
Capitulo II.....	19
Revisión de literatura.....	19
Generalidades del cultivo de piña.....	19
<i>Sistema radicular</i>	19
<i>Hojas y tallo</i>	19
<i>Inflorescencia y fruto</i>	20

<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	20
Requerimientos nutricionales para la fase de desarrollo	21
Enraizadores en piña	22
Enraizador empleado: Bioplasma raíz.....	22
<i>Mecanismo de acción</i>	23
El fosforo como bioestimulante.....	23
Importancia de la obtención de una dosis óptima de Bioplasma Raíz	24
Capitulo III.....	25
Metodología	25
Ubicación del área experimental	25
<i>Ubicación política</i>	25
<i>Ubicación geográfica</i>	25
<i>Ubicación ecológica</i>	26
Materiales.....	26
<i>Fase de campo</i>	26
<i>Fase de laboratorio</i>	27
Métodos.....	27
<i>Diseño Experimental</i>	27
<i>Análisis estadístico</i>	29
<i>Métodos específicos del manejo</i>	31
Capitulo IV.....	33

Resultados y discusión	33
Biomasa fresca de las plantas de Piña	33
<i>Cálculo de la dosis óptima de Bioplasma para el 90% del aumento en biomasa fresca de piña</i>	<i>34</i>
Biomasa seca de las plantas de Piña.....	36
<i>Cálculo de la dosis óptima de Bioplasma para el 90% del aumento en biomasa seca de piña</i>	<i>38</i>
Aumento de la masa radicular fresca de las plantas de piña	39
<i>Cálculo de la dosis óptima de Bioplasma para el 90% del aumento en masa radicular fresca de piña</i>	<i>41</i>
Aumento de la masa radicular seca de las plantas de piña.....	42
<i>Cálculo de la dosis óptima de Bioplasma para el 90% del aumento en masa radicular seca de piña</i>	<i>44</i>
Aumento del grosor de la corona de las plantas de piña	46
<i>Cálculo de la dosis óptima de Bioplasma para el 90% del aumento del grosor de la corona de piña</i>	<i>47</i>
Evaluación del aumento de biomasa fresca, masa radicular y grosor de corona durante 45 días.....	50
<i>Evolución del aumento de biomasa fresca en plantas de piña</i>	<i>50</i>
<i>Evolución del aumento de masa radicular en plantas de piña.....</i>	<i>51</i>
<i>Evolución del aumento de grosor de corona en plantas de piña</i>	<i>53</i>
Análisis bromatológico	55

Análisis costo- beneficio.....	57
Capítulo V	59
Conclusiones.....	59
Recomendaciones	60
Bibliografía	61

Índice de tablas

Tabla 1 Plan de fertilización para el primer ciclo productivo en el litoral ecuatoriano.....	21
Tabla 2 Recursos necesarios para la instalación del ensayo.....	26
Tabla 3 Insumos utilizados para la recolección de muestras de las plantas de piña	27
Tabla 4 Materiales usados para el pesaje de las muestras recolectadas de piña.....	27
Tabla 5 Descripción de los tratamientos a comparar.....	28
Tabla 6 Esquema del análisis de varianza.....	29
Tabla 7 Análisis de varianza de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma	33
Tabla 8 Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma a los 45 días	34
Tabla 9 Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa fresca (g) en plantas de piña.....	35
Tabla 10 Análisis de varianza de la biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma	36
Tabla 11 Parámetros del modelo de Weibull tipo 2 de cuatro parámetros de la biomasa seca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma a los 45 días	38
Tabla 12 Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% de biomasa seca (g) en plantas de piña.....	38
Tabla 13 Análisis de varianza de la masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma	39
Tabla 14 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 Bioplasma a los 45 días	41
Tabla 15 Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en de masa radicular fresca (g) en plantas de piña a los 45 días.	41

Tabla 16 Análisis de varianza de la masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma	42
Tabla 17 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 Bioplasma a los 45 días	44
Tabla 18 Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en masa radicular seca (g) en plantas de piña a los 45 días	44
Tabla 19 Análisis de varianza del grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días de la aplicación de Bioplasma	46
Tabla 20 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 Bioplasma a los 45 días	47
Tabla 21 Dosis de Bioplasma raíz (l/ha) para obtener 85 y 90% de aumento en el grosor de la corona (cm) en plantas de piña a los 45 días	48
Tabla 22 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 Bioplasma cada 15 días durante 45 días	50
Tabla 23 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 Bioplasma cada 15 días durante 45 días	51
Tabla 24 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 Bioplasma cada 15 días durante 45 días	53
Tabla 25 Costos de aplicación según los tratamientos	58

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación del sitio de la investigación	25
Figura 2 Distribución de las unidades experimentales dentro de la plantación de piña	29
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 Bioplasma.	33
Figura 4 Dosis óptima de Bioplasma en base al aumento de biomasa fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	35
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 Bioplasma.....	37
Figura 6 Dosis óptima de Bioplasma en base al aumento de biomasa seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	38
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 Bioplasma	40
Figura 8 Dosis óptima de Bioplasma raíz en base al aumento de masa radicular fresca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días	42
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 Bioplasma	43
Figura 10 Dosis óptima de Bioplasma en base al aumento de masa radicular seca (g) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	44
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 Bioplasma	46
Figura 12 Dosis óptima de Bioplasma raíz en base al grosor de la corona (cm) de las plantas de piña, obtenida a los 45 días.....	48
Figura 13 Evolución del aumento en biomasa fresca (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días.....	50

Figura 14 Evolución del aumento en masa radicular (g) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días.....	52
Figura 15 Evolución del aumento en el grosor de la corona (cm) de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días.....	53
Figura 16 Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado húmedo a los 45 días, bajo seis dosis de Bioplasma	55
Figura 17 Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado seco a los 45 días, bajo seis dosis de Bioplasma	56

Resumen

El cultivo de piña es de suma importancia en el país y aún más en la zona de Santo Domingo, debido a su alta rentabilidad y adaptación conviene mucho a los agricultores de la zona antes mencionada. El alto costos de los fertilizantes actualmente ha creado un problema adicional a los productores que ven como sus ganancias ya no son tan representativas como en el pasado, por ello la necesidad de optar por una alternativa. Con lo antes mencionado, la presente investigación consistió en la aplicación y evaluación del enraizante líquido “Bioplasma raíz”, en seis dosis distintas para determinar la dosis óptima en el cultivo de piña *Ananas comosus*. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) que comprende 6 dosis de 4 repeticiones, se aplicaron las dosis del enraizante tomando como punto de partida la dosis recomendada por la literatura, las dosis a aplicar fueron 0; 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 l/ha. Los factores de respuesta fueron medidos a los 0, 15, 30 y 45 días, y los parámetros que se tomaron en cuenta en cada toma de datos fueron: biomasa fresca ($0,25m^2$) a los 45 días, biomasa seca (utilizando una muestra de biomasa fresca previamente cosechada), análisis bromatológico para cada tratamiento, masa y peso radicular y grosor de corona. Con los datos colectados se realizó un respectivo análisis estadístico, análisis de varianza y se separaron las medias usando el método de Duncan. Para la determinación de la dosis óptima se utilizó el software estadístico R y se determinó el modelo que mejor se ajuste a la respuesta del cultivo a los diferentes tratamientos. En cuanto a la dosis óptima del Bioplasma raíz por medio de los resultados obtenidos en campo fue de 2,7 l/ha con 90% de rendimiento a los 45 días, donde el costo de inversión es de \$47,90 por hectárea, las frecuencias de aplicación de 15 y 30 días no obtuvieron un buen rendimiento en las variables evaluadas, por ende, no son recomendadas para el agricultor.

Indistintamente la mano de obra utilizada fue la misma para cada tratamiento.

Palabras clave: cultivo de piña, Bioplasma raíz, costos, enraizante.

Abstract

Pineapple cultivation is extremely important in the country and even more so in the Santo Domingo area, due to its high profitability and adaptation, it is very convenient for farmers in the aforementioned area. The high cost of fertilizers has currently created an additional problem for producers who see how their profits are no longer as representative as in the past, hence the need to opt for an alternative. With the aforementioned, the present investigation consisted of the application and evaluation of the rooting liquid "Bioplasma raíz", in six different doses to determine the optimal dose in the pineapple crop *Ananas comosus*. A completely randomized block design (DBCA) was used, comprising 6 doses of 4 repetitions, the rooting doses were applied taking as a starting point the dose recommended by the literature, the doses to be applied were 0; one; 1.5; 2; 2.5 and 3 l/ha. The response factors were measured at 0, 15, 30 and 45 days, and the parameters that were taken into account in each data collection were: fresh biomass (0.25m²) at 45 days, dry biomass (using a sample of fresh biomass previously harvested), bromatological analysis for each treatment, root mass and weight, and crown thickness. With the data collected, a respective statistical analysis, analysis of variance, and the means were separated using the Duncan method. For the determination of the optimal dose, the statistical software R was used and the model that best fit the response of the crop to the different treatments was determined. Regarding the optimal dose of Bioplasma raíz through the results obtained in the field, it was 2.7 l/ha with 90% yield at 45 days, where the investment cost is \$47.90 per hectare, the application frequencies of 15 and 30 days did not obtain a good performance in the evaluated variables, therefore, they are not recommended for the farmer. Indistinctly, the labor used was the same for each treatment.

Key words: pineapple cultivation, root bioplasma, costs, rooting.

Capítulo I

Introducción

La piña corresponde a la familia de las Bromeliáceas y por años se ha caracterizado por ser uno de los recursos económicos más importantes de exportación en numerables países en especial el híbrido MD2 que por su alto rendimiento, notable sabor y excelente color tiene muy buena acogida en los mercados internacionales (Medina L, Mite F, Espinosa J, 2009).

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.

La piña obtiene muy buenos resultados en la producción cuando se lleva un correcto plan de fertilización, así se logra reponer los nutrientes extraídos que se lleva la cosecha y mantener su fertilidad en el suelo, siendo el potasio y el nitrógeno los elementos que mayor demanda este cultivo (Avilan L, F Leal & Bautista D, 1989). Sin embargo, es indispensable la aplicación de bioestimulantes edáficos al cultivo para ayudar de forma positiva al desarrollo de la planta y por consiguiente a la futura cosecha.

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.

Capítulo II

Revisión de literatura

Generalidades del cultivo de piña

La piña (*Ananas comosus*) es un cultivo frutícola originario de América del Sur, específicamente de la región de Maltogroso, entre Brasil y Uruguay. Es una planta herbácea perenne, de reproducción vegetativa o asexual, (Pinto, 2012). La variedad más sembrada en el Ecuador es el híbrido MD2 o también conocido como Golden Sweet, por el color de la pulpa del fruto, se cultiva principalmente en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y en la parte sureste de Esmeraldas, cerca al cantón Quinindé. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, en el 2020, se registró una producción de 104059 toneladas de piña fresca a escala nacional, y posicionándolo en segundo lugar como rubro de exportación no tradicional, por debajo de la pitahaya.

Sistema radicular

Posee un sistema radicular delicado, debido a que por lo general se siembra por hijuelos y la aparición de raíces es un problema desde el establecimiento hasta el desarrollo de la planta, en profundidad llegan a 15 cm y algunas llegan a los 30 cm, pocas veces alcanzan los 60 cm., durante el establecimiento posee raíces adventicias, ubicadas alrededor del contorno del tallo, desempeñando un papel importante en la absorción de nutrientes durante las primeras semanas, luego va desarrollando más raíces dependiendo de la textura y humedad del suelo, (Basantes & Chasipanta, 2012).

Hojas y tallo

Las hojas según Ortíz, (2013), son suculentas de color verde claro, de 50 a 150 cm de longitud y de 4,5 a 6 cm de ancho, son sésiles y están superpuestas formando una roseta, es

decir que las hojas más jóvenes se localizan en el centro de la planta y las viejas en el exterior, algunas presentan espinas. La planta cuando llega a la madurez y cuando está lista para la inducción floral debe tener entre 70 a 80 hojas, el envés está cubierto de tricomas, los cuales tienen mucha importancia en la economía del agua, al reflejar la luz y evitar el recalentamiento de la planta. Lucero, (2014) menciona que lo característico de las hojas de piña es que forman una especie de canal que aumenta la rigidez y permite que capte toda la precipitación que se produzca, siendo aprovechada por las raíces adventicias localizadas alrededor del tallo. El tallo es una formación blanquecina afirmada al suelo que llega hasta los 30 cm de largo, alcanzando de 3,5 a 6,5 cm de ancho en la base del tallo o la corona (Basantes & Chasipanta, 2012).

Inflorescencia y fruto

La inflorescencia de la piña es una espiga que sobresale del meristemo apical de la planta. Conformada por 150 a 200 flores individuales dispuestas alrededor de un eje central o pedúnculo. El fruto es una sorosis, es decir un conjunto de cada fruticultor individual. Es un fruto no climatérico. Algo de suma importancia en el rendimiento del fruto es que depende directamente de la calidad y peso de la planta alcanzada al momento de la inducción floral, ya que después de esta etapa, la planta no desarrolla más área foliar, y por ello es de suma importancia la etapa de desarrollo, según menciona (Ubi, 2008).

Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo de piña se establece entre los 800 a 1200 msnm, con una temperatura entre 20 a 30°C para un desarrollo normal, aunque para un desarrollo óptimo la temperatura debe estar entre 25 y 27°C. La precipitación para el crecimiento normal del cultivo está entre 1500 y 2000 mm de lluvia por año, la cantidad mínima de agua no debe ser menor a 600 mm al año (Agrocalidad, 2016). Las horas luz para un buen rendimiento deben estar cerca de las 2500 a 3000 horas luz al año. En cuanto a las condiciones edáficas, los suelos deben tener un pH de

4,5 a 6, no tolera suelos salinos ni sódicos, debe ser de textura liviana como franco-arenosos, franco-limosos o francos, con buen drenaje ya que no tolera encharcamientos (Yépez, 2018).

Requerimientos nutricionales para la fase de desarrollo

Según Ávila, (2011), la fase de establecimiento y el desarrollo de la planta de piña son las fases más críticas y donde se deben suplementar los requerimientos nutricionales del cultivo de piña para una buena producción. Una plantación de piña por hectárea extrae en promedio 350 kg de nitrógeno, 50 kg de fósforo, 450 kg de potasio, 80 kg de magnesio, 150 kg de calcio y 120 kg de azufre, según varias recomendaciones de Basantes, (2010), Bertsch, (2005), Pinto, (2012) y Yépez, (2018). A continuación, se muestra la formula fertilizante comúnmente empleada para el cultivo de piña en el Ecuador:

Tabla 1

Plan de fertilización para el primer ciclo productivo en el litoral ecuatoriano

Edad de la planta (meses)	Formula fertilizante	Gramos/planta
1	18-46-0	10
2,5 – 3	15-15-15	10
3,5 – 5	15-15-16	12
5 – cosecha	Aplicación de fertilizantes foliares	

Fuente: (Ortíz, 2013)

Cabe destacar que el empleo de bioestimulantes durante los 4 a 5 meses después del establecimiento es recomendable, para asegurar una buena calidad de la planta, además de un alto porcentaje de enraizamiento y generar más resistencia a las enfermedades (Avila, 2013).

Enraizadores en piña

Los enraizadores en general son productos a base de hormonas y minerales específicos que estimulan el crecimiento de las raíces de semillas asexuales como estacas, esquejes, brotes, gajos, hijuelos y yemas, se utilizan como complementos en un plan de manejo agronómico en cualquier cultivo que asegura el crecimiento radicular prolongado y el aumento de la calidad de las raíces. Su aplicación por lo general es vía foliar, aunque también se puede hacer vía edáfica con fertirrigación o en drench. El efecto que tiene un enraizador en el cultivo de piña es mejorar el desempeño en la etapa temprana, estimulando la actividad fisiológica de las plantas y aumenta la resistencia al estrés, según (Avila, 2013).

Enraizador empleado: Bioplasma raíz

Bioplasma raíz es un fertilizante foliar líquido, rico en fósforo el cual es empleado como bioestimulante en una amplia gama de cultivos, utilizado en las fases de desarrollo y aplicado vía foliar, fertirrigación o edáfica, además, posee una mezcla de varios nutrientes esenciales para la planta y su pH de 2 a 3, facilita el ingreso a los tejidos foliares, (Mercalimsa S.A., 2015). A continuación, se presenta la composición de Bioplasma raíz:

Tabla 2

Composición química de Bioplasma raíz

Ingredientes		Rangos % P/V
NO ₃	→	3,1 – 5
NH ₄	→	2,1 – 4
P ₂ O ₅	→	11,5 – 18

K ₂ O	→	0,1 – 0,9
MgO	→	2,5 – 5,5

Fuente: (Mercialinsa S.A., 2015)

Mecanismo de acción

Bioplasma raíz es un bioestimulante mineral, no contiene fitohormonas, por lo tanto, depende del fósforo para su efectividad como enraizante. El fosforo en la piña según Basantes & Chasipanta, (2012) es un mineral que desempeña un papel muy importante en la fotosíntesis, el almacenamiento y transferencia de energía, la división celular, la respiración celular, ayuda al mejoramiento de la calidad de la fruta, estimula los puntos de crecimiento y otros procesos fisiológicos de la planta, además es un mineral móvil en la planta lo cual le permite actuar de manera rápida y eficaz durante la fase de desarrollo vegetativo de la piña.

El fosforo como bioestimulante

El fosforo junto al magnesio que contiene el producto según Condemaita, (2009) actúa en el rápido desarrollo de las raíces, mejora su resistencia a bajas temperaturas, incrementa la eficiencia del uso del agua y contribuye a la resistencia de plagas y enfermedades que puedan dañar el sistema radicular de la piña, a continuación, se enumeran las características más importantes del fósforo para la piña:

- El fosforo se encuentra en los azúcares fosfatados, nucleótidos, ácidos nucleicos, nucleoproteínas, fosfolípidos y en el ácido fítico.
- Es un componente esencial de todas las enzimas involucradas en el transporte de energía que se produce en los diferentes procesos fisiológicos y metabólicos de la planta.
- Es un componente esencial de la membrana celular

- Al estar presente en los procesos energéticos de la planta, fomenta el enraizamiento y formación de hojas nuevas en la piña
- Es un mineral presente en la fosforilación, fotosíntesis y respiración celular
- Participa en la síntesis de carbohidratos, proteínas y lípidos.

Importancia de la obtención de una dosis óptima de Bioplasma Raíz

La dosis óptima o dosis efectiva de un producto agrícola tiene la finalidad de obtener un eficaz resultado sin despilfarrar o desperdiciar producto, permite tener mejores beneficios al momento de planificar y tecnificar un cultivo, logrando un adecuado control en los costos de producción (Ubi, 2008). Según la casa comercial Mercalimsa S.A., (2015), en Bioplasma raíz se tiene una dosis estándar para un buen enraizamiento de semillas vegetativas de plantas CAM o suculentas, como la piña, la sábila y el agave de 1 a 2 litros por hectárea vía foliar, pero, como afirma Bertsch, (2005), estas dosis que recomiendan las casas comerciales a menudo son obtenidas bajo condiciones controladas y con plantas homogéneas de buena calidad, haciendo que sus resultados en campo sean variables, obviamente recomiendan realizar un análisis de suelo previo a la aplicación del producto, aun así, la mayoría de productores optan por seguir las recomendaciones de la casa comercial para evitar los análisis, he ahí la importancia de obtener una dosis óptima en las condiciones en campo de zonas de interés para producción de piña (Condemaita, 2019).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área experimental

Ubicación política

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

Ubicación geográfica

La propiedad se llama La Williams, ubicada cerca de la Unión, Quinindé.

Figura 1

Ubicación del sitio de la investigación



Fuente: (MAGAP, 2010), obtenido de: (GAD Parroquial, La Unión de Quinindé, 2019)

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

Materiales

Fase de campo

Instalación del ensayo.

Tabla 2

Recursos necesarios para la instalación del ensayo

Materiales/insumos	Reactivos
Bomba estacionaria	Bioplasma Raíz
Flexómetro	
Canecas de agua	
Estacas de 100 cm	
Pirola plástica	
Cinta de color naranja	

Recolección de muestras.

Tabla 3

Insumos utilizados para la recolección de muestras de las plantas de piña

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

Pesaje y secado de muestras botánicas.

Tabla 4

Materiales usados para el pesaje de las 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 de Bioplasma Raíz.

Tratamientos a probar.

Tabla 5*Descripción de los tratamientos a comparar*

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

Tipo de diseño.

En esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

Repeticiones.

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 de diseño

Figura 2

Distribución de las unidades experimentales dentro de la plantación de piña

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

Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza

Tabla 6

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

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:

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

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 Bioplasma Raíz. Para la aplicación foliar de Bioplasma Raíz, 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

Tabla 7

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

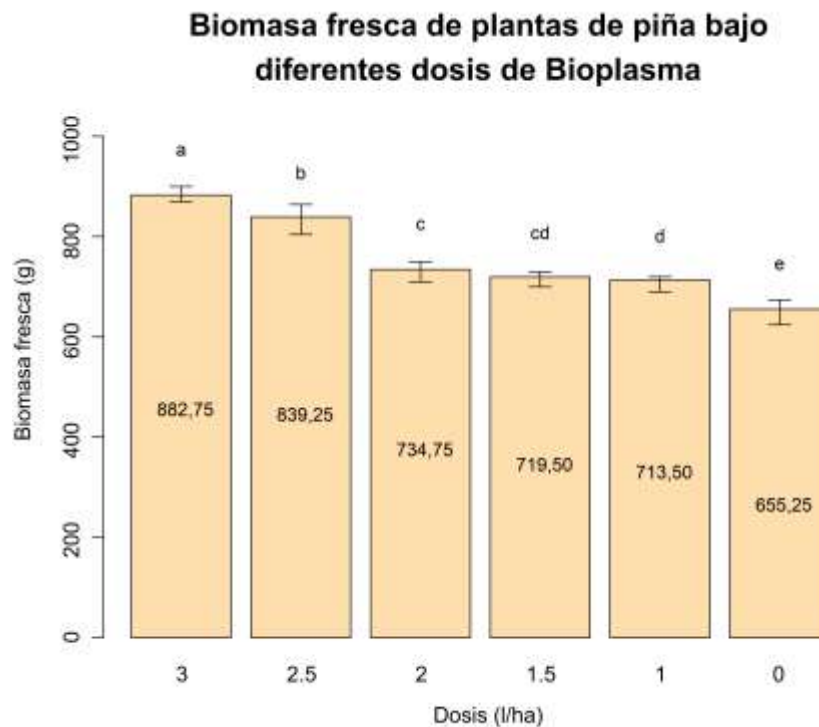
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	683	228	1.462	0.265
Dosis	5	146893	29379	188.647	5.49e-13 ***
Total	15	2336	156		

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

En la tabla 7 se muestra el análisis de la varianza de la variable biomasa fresca de las plantas de piña obtenida a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz. En la misma se observa que solo el factor dosis obtuvo diferencia significativa lo que quiere decir que las dosis de 0, 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 litros por hectárea presentaron significancia en la investigación con respecto a los promedios obtenidos de biomasa fresca.

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 Bioplasma.



En la figura 3 se observa los promedios de la biomasa fresca de las plantas de piña obtenidos a los 45 días después de la aplicación de seis dosis de Bioplasma raíz, siendo el mayor promedio 882,75 g con la dosis de 3 l/ha y el menor promedio 655,25 g con la dosis de 0 l/ha, por otro lado la dosis de 1,5 l/ha obtuvo una similitud estadística con las dosis de 1 l/ha y 2 l/ha.

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

Tabla 8

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

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	6,33191	4,54095	1,3944	0,2575179
Límite inferior (c)	689,76110	21,13352	32,6382	6,322e-05 ***
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	2,37027	0,13258	17,8778	0,0003816 ***

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Error estándar residual				

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

En la tabla 8 se observa los resultados obtenidos de la biomasa fresca a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz utilizando el modelo matemático de Weibull

Tabla 9

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

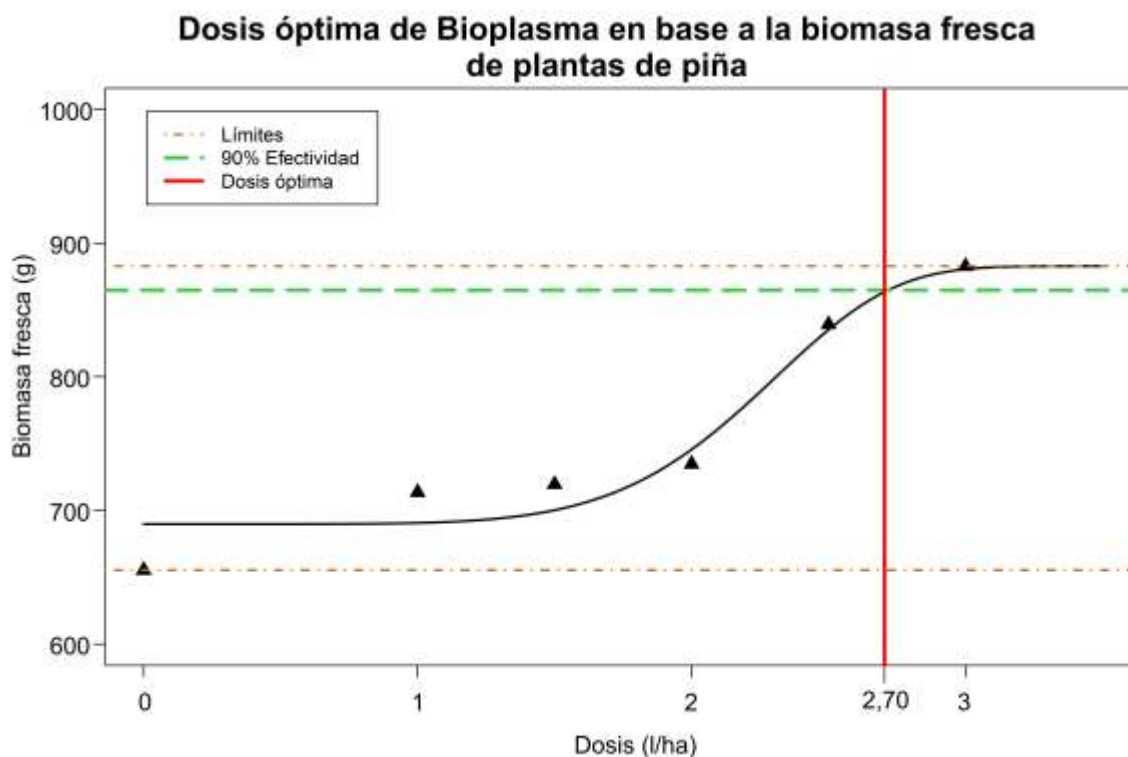
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
6,33191	4,54095	2,62 (± 0,22)	2,70 (± 0,27)

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

En la tabla 9 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.

Figura 4

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



En la figura 4 se observa una descripción gráfica de las dosis óptimas del bioplasma raíz, donde la dosis 2,70 L/ha mostró el 90% de efectividad en base a los resultados obtenidos de la biomasa fresca de las plantas de piña después de los 45 días de la aplicación.

Biomasa seca de las plantas de Piña

Tabla 10

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

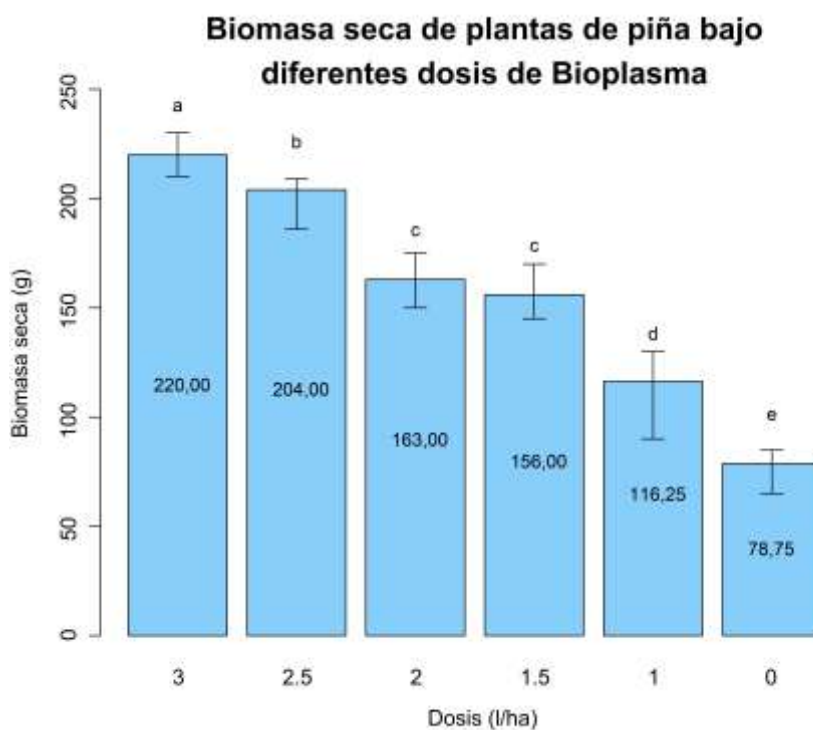
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	104	35	0,406	0,751
Dosis	5	55984	11197	130,685	8,1e-12 ***
Total	15	1285	86		

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

En la tabla 10 se muestra el análisis de la varianza de la variable biomasa seca de las plantas de piña obtenida a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz. En la misma se observa que solo el factor dosis obtuvo diferencia significativa lo que quiere decir que las dosis de 0, 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 litros por hectárea presentaron significancia en la investigación con respecto a los promedios obtenidos de biomasa seca.

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 Bioplasma



En la figura 5 se observa los promedios de la biomasa seca de las plantas de piña obtenidos a los 45 días después de la aplicación de seis dosis de Bioplasma raíz, siendo el mayor promedio 220,00 g con la dosis de 3 l/ha y el menor promedio 78,75 g con la dosis de 0 l/ha, por otro lado la dosis de 1,5 y 2 l/ha obtuvieron un promedio casi similar.

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

Tabla 11

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

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	2,05584	0,45743	4,4943	0,020560 *
Límite inferior €	79,90706	11,39719	7,0111	0,005959 **
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión €	1,82048	0,14582	12,4846	0,001108 **
Error estándar residual	11,39913			

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

En la tabla 11 se observa los resultados obtenidos de la biomasa seca a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz utilizando el modelo matemático de Weibull

Tabla 12

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

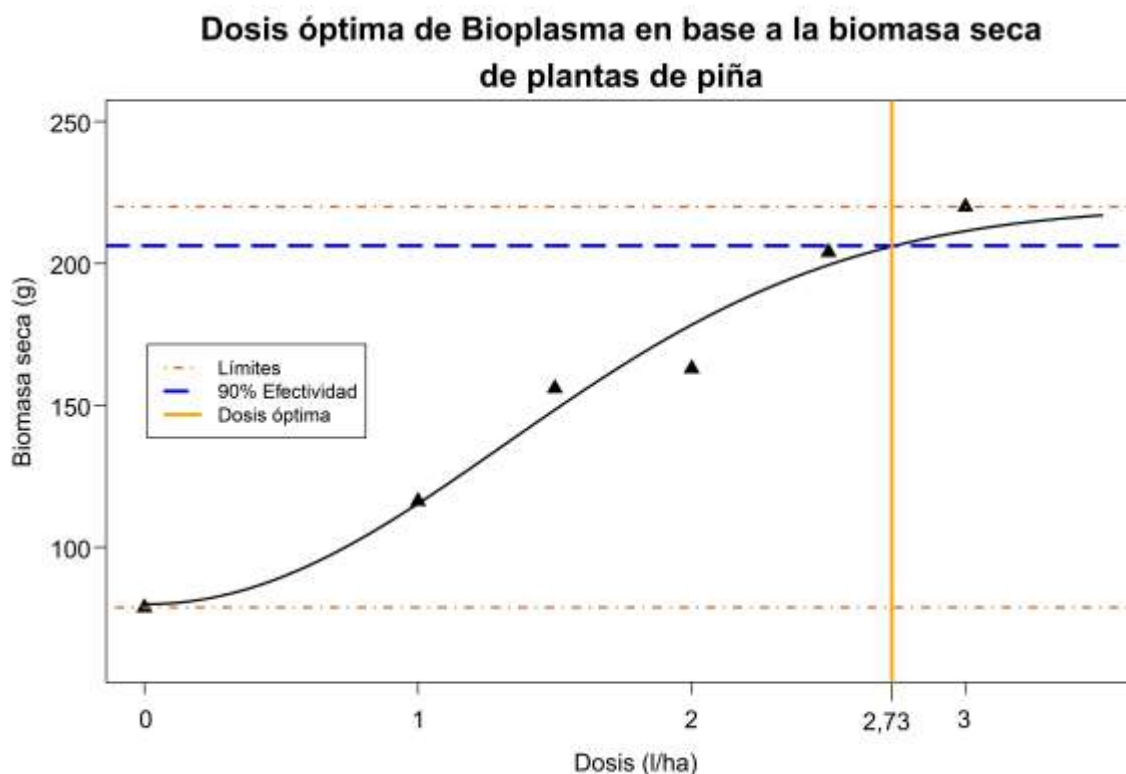
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
2,05584	0,45743	2,48 (± 0,21)	2,73 (± 0,26)

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

En la tabla 12 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.

Figura 6

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



En la figura 6 se observa una descripción gráfica de las dosis óptima de bioplasma raíz, donde la dosis 2,73 L/ha mostro el 90% de efectividad en base a los resultados obtenidos de la biomasa seca de las plantas de piña después de los 45 días de la aplicación.

Tanto en la figura 4 como la figura 6 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.

Aumento de la masa radicular fresca de las plantas de piña

Tabla 13

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

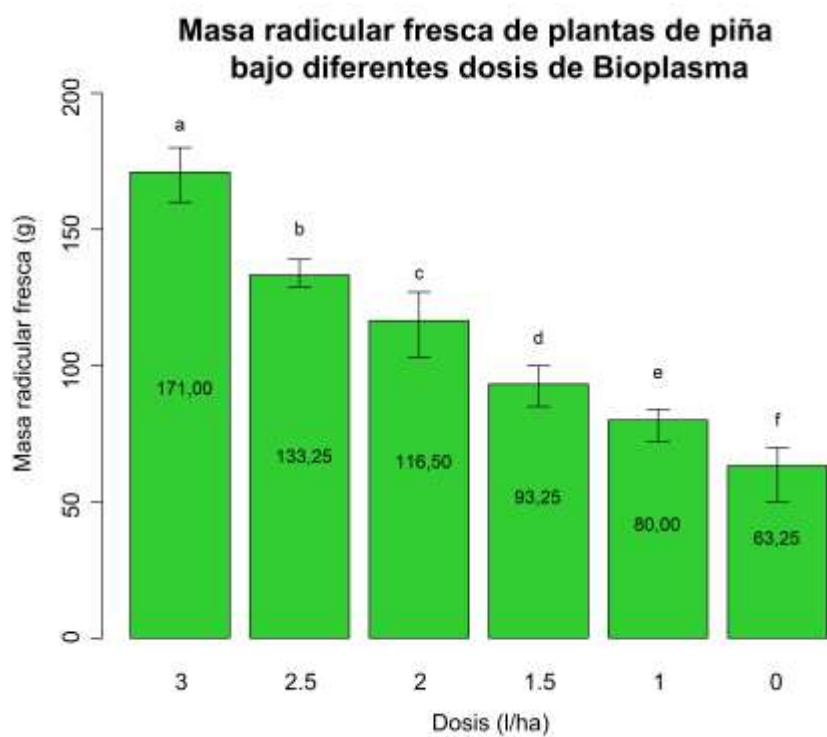
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	107	36	2,788	0,0767 .
Dosis	5	30675	6135	478,980	5,51e-16 ***
Total	15	192	13		

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

En la tabla 13 se muestra el análisis de la varianza de la variable masa radicular fresca de las plantas de piña obtenida a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz. En la misma se observa que solo el factor dosis obtuvo diferencia significativa lo que quiere decir que las dosis de 0, 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 litros por hectárea presentaron significancia en la investigación con respecto a los promedios obtenidos de la masa radicular fresca.

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 Bioplasma



En la figura 7 se observa los promedios de la masa radicular fresca de las plantas de piña obtenidos a los 45 días después de la aplicación de seis dosis de Bioplasma raíz, siendo el mayor promedio 171,00 g con la dosis de 3 l/ha y el menor promedio 63,25 g con la dosis de 0 l/ha.

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

Tabla 14

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 Bioplasma a los 45 días

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	3,08845	0,89745	3,4414	0,0411947 *
Límite inferior (c)	67,59194	8,58955	7,8691	0,0042757 **
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	2,30738	0,13948	16,5431	0,0004808 ***
Error estándar residual	9,050057			

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

En la tabla 14 se observa los resultados obtenidos de la masa radicular fresca a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz utilizando el modelo matemático de Weibull.

Tabla 15

Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en de masa radicular fresca (g) en plantas de piña a los 45 días.

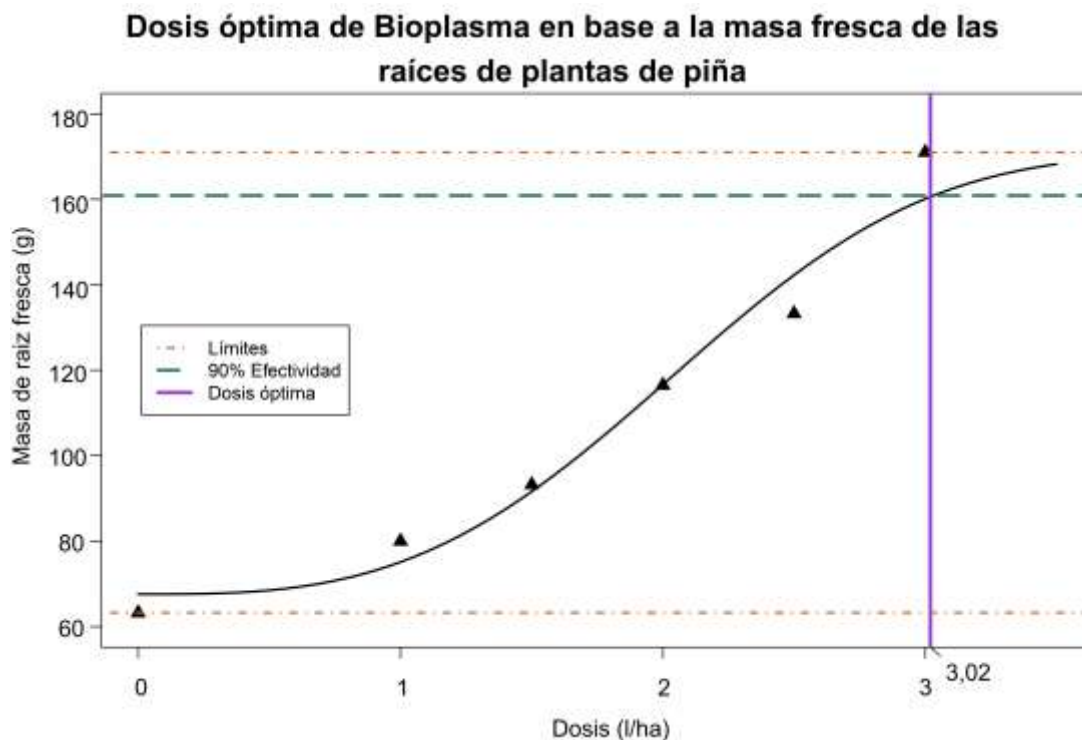
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
3,08845	0,89745	2,84 (± 0,19)	3,02 (± 0,23)

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

En la tabla 15 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.

Figura 8

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



En la figura 8 se observa una descripción gráfica de las dosis óptima de bioplasma raíz, donde la dosis 3,02 L/ha mostro el 90% de efectividad en base a los resultados obtenidos de la masa fresca de las raíces de las plantas de piña después de los 45 días de la aplicación.

Aumento de la masa radicular seca de las plantas de piña

Tabla 16

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 ***

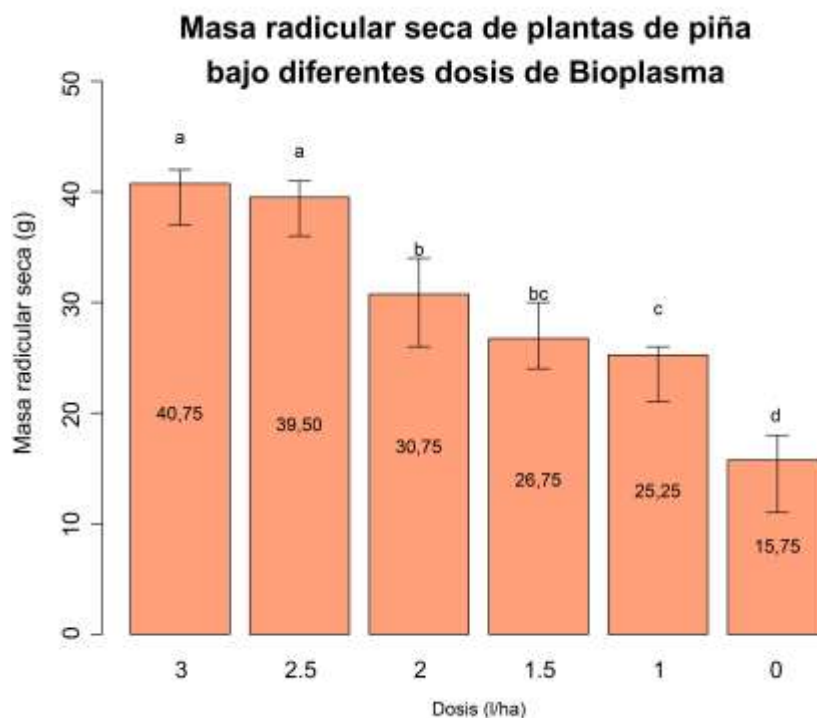
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Total	15	139,3	9,3		

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

En la tabla 16 se muestra el análisis de la varianza de la variable masa radicular seca de las plantas de piña obtenida a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz. En la misma se observa que solo el factor dosis obtuvo diferencia significativa lo que quiere decir que las dosis de 0, 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 litros por hectárea presentaron significancia en la investigación con respecto a los promedios obtenidos de la masa radicular seca.

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 Bioplasma



En la figura 9 se observa los promedios de la masa radicular seca de las plantas de piña obtenidos a los 45 días después de la aplicación de seis dosis de Bioplasma raíz, siendo el mayor promedio 40,75 g con la dosis de 3 l/ha y el menor promedio 15,75 g con la dosis de 0

l/ha, por otro lado la dosis de 1,5 l/ha obtuvo una similitud estadística con las dosis de 1 l/ha y 2 l/ha. La dosis de 3 y 2,5 l/ha no tuvieron diferencia significativa.

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

Tabla 17

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 Bioplasma a los 45 días

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	13,02203	23,33401	0,5581	0,63293
Límite inferior (c)	18,80110	3,43270	5,4771	0,03176 *
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	3,53392	0,90362	3,9108	0,05960
Error estándar residual	5,858156			

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

En la tabla 17 se observa los resultados obtenidos de la masa radicular seca a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz utilizando el modelo matemático de Weibull

Tabla 18

Dosis de Bioplasma (l/ha) para obtener 85 y 90% del aumento en masa radicular seca (g) en plantas de piña a los 45 días.

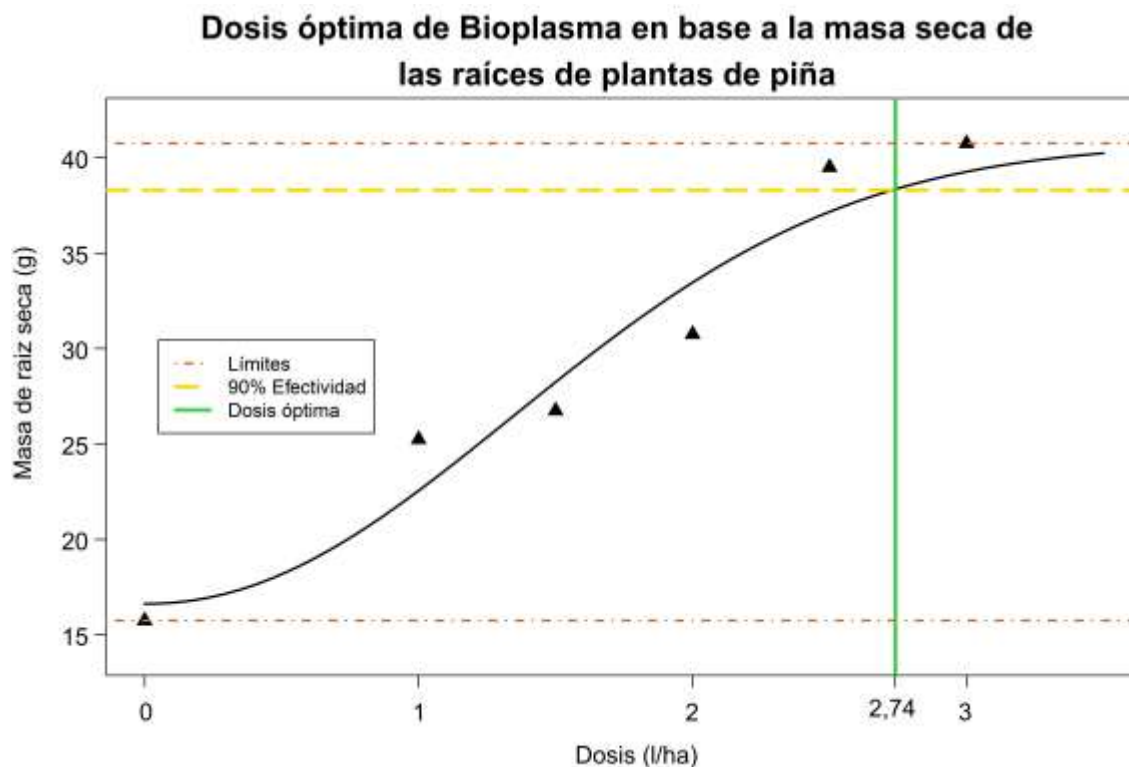
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
13,02203	23,33401	2,49 (± 0,29)	2,74 (± 0,38)

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

En la tabla 18 se observa que a partir de la dosis de Bioplasma raíz de 2,49 (± 0,29) l/ha las plantas de piña obtienen un 85% de masa radicular seca y por otro lado, a partir de la dosis 2,74 (±0,38) l/ha se obtiene un 90% de masa radicular seca a los 45 días después de la aplicación.

Figura 10

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



En la figura 10 se observa una descripción gráfica de las dosis óptimas de bioplasma raíz, donde la dosis 2,74 L/ha muestra el 90% de efectividad en base a los resultados de la masa seca de las raíces de las plantas de piña después de los 45 días de la aplicación.

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 (Mercialimsa S.A., 2015) Fosforo, Calcio, Magnesio, Ácidos fúlvicos y Giberelinas los cuales estimulan el crecimiento de las raíces de la planta.

Aumento del grosor de la corona de las plantas de piña

Tabla 19

Análisis de varianza del grosor de la 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		

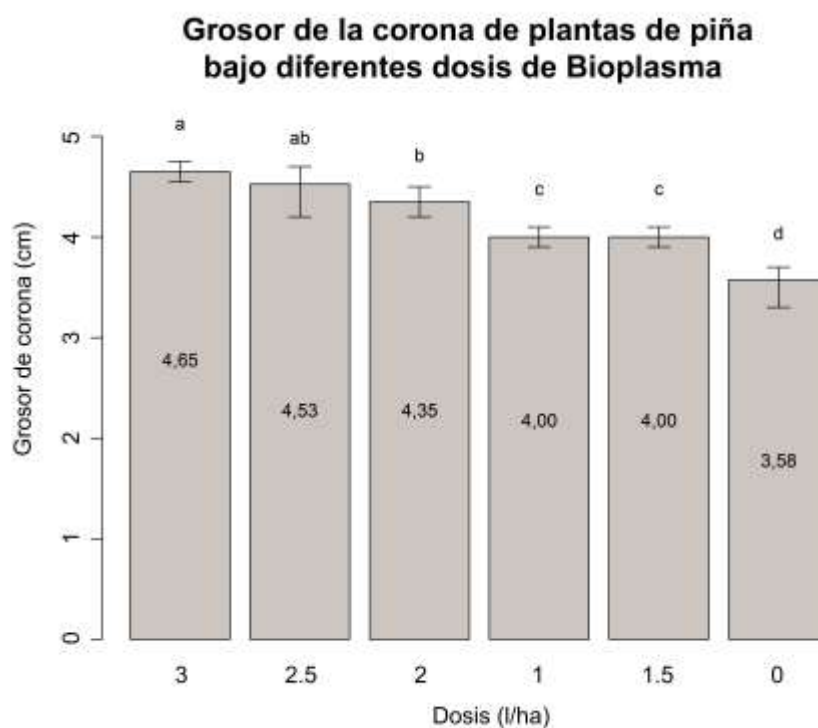
Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

Nota: Esta tabla es un análisis de la varianza de las dosis en función de los resultados del grosor de corona de las plantas de piña.

En la tabla 19 se muestra el análisis de la varianza de la variable grosor de corona de las plantas de piña obtenida a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz. En la misma se observa que solo el factor dosis obtuvo diferencia significativa lo que quiere decir que las dosis de 0, 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 litros por hectárea presentaron significancia en la investigación con respecto a los promedios obtenidos del grosor de corona.

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 Bioplasma



En la figura 11 se observa los promedios del grosor de corona de las plantas de piña obtenidos a los 45 días después de la aplicación de seis dosis de Bioplasma raíz, siendo el mayor promedio 4,65 cm con la dosis de 3 l/ha y el menor promedio 3,58 cm con la dosis de 0 l/ha, por otro lado la dosis de 2,5 l/ha obtuvo un promedio estadísticamente similar a las dosis de 3 l/ha y 2 l/ha, con respecto a las dosis de 1 l/ha y 1,5 l/ha no presentaron diferencia significativa.

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

Tabla 20

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 Bioplasma a los 45 días

Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Pendiente (b)	2,02040	0,65503	3,0844	0,053948
Límite inferior (c)	3,60598	0,11469	31,4421	7,069e-05 ***
Límite superior (d)	-	-	-	-
Punto de inflexión (e)	1,79714	0,19500	9,2161	0,002702 **
Error estándar residual	0,1096445			

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

En la tabla 20 se observa los resultados obtenidos del grosor de corona a los 45 días después de la aplicación de Bioplasma raíz utilizando el modelo matemático de Weibull

Tabla 21

Dosis de Bioplasma raíz (l/ha) para obtener 85 y 90% de aumento en el grosor de la corona (cm) en plantas de piña a los 45 días.

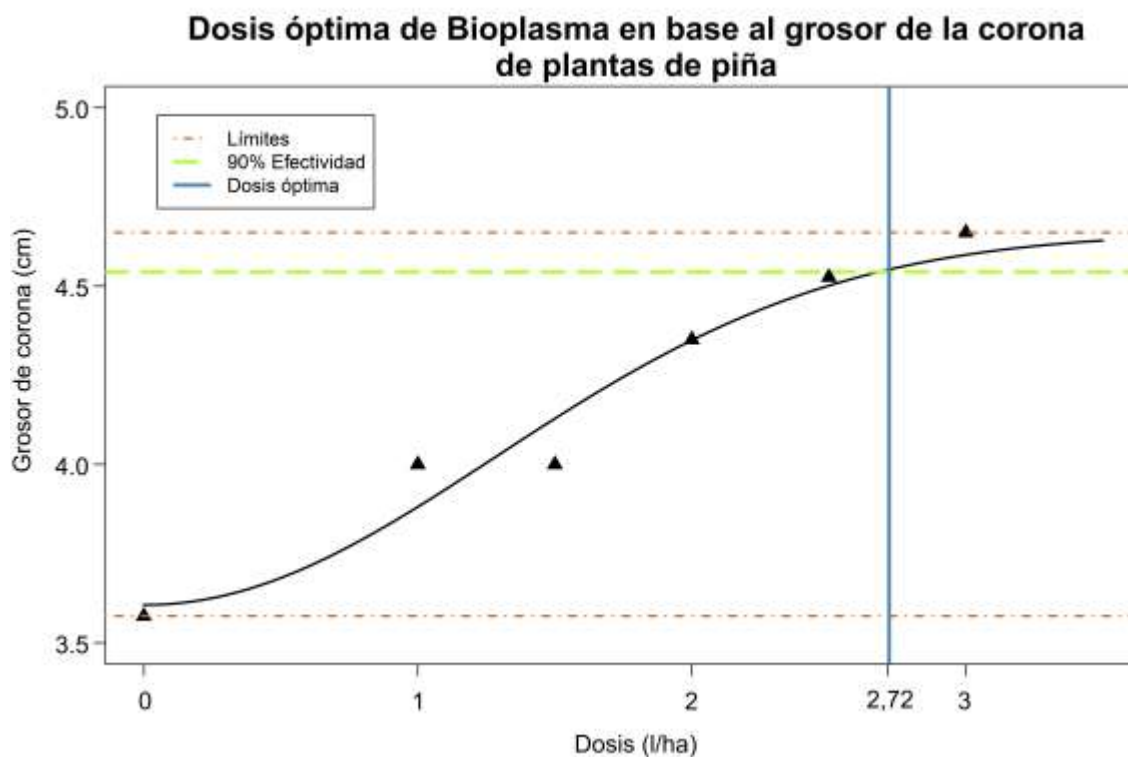
Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
2,02040	0,65503	2,47 (± 0,27)	2,72 (± 0,34)

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

En la tabla 21 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.

Figura 12

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



En la figura 12 se observa una descripción gráfica de la dosis óptima de bioplasma raíz, donde la dosis 2,72 L/ha mostro el 90% de efectividad en base a los resultados del grosor de corona de las plantas de piña después de los 45 días de la aplicación. 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.

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).

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 22

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 Bioplasma cada 15 días durante 45 días

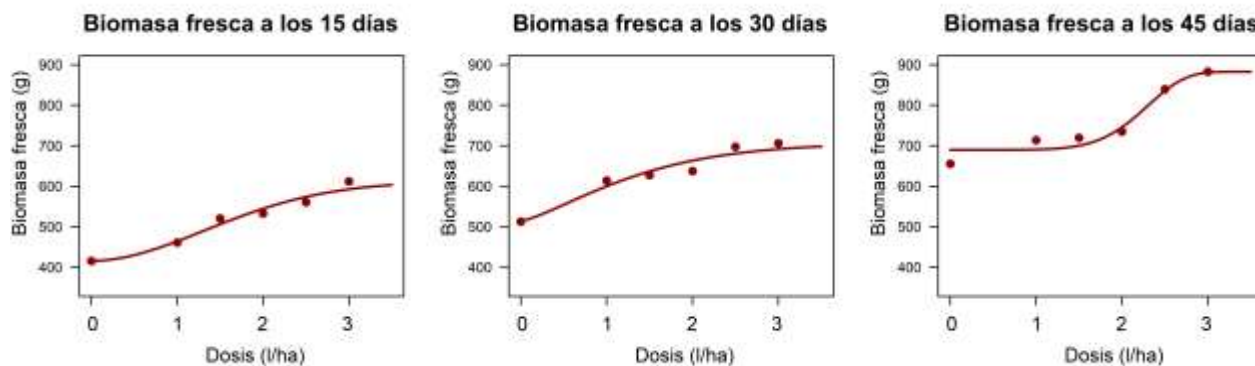
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
15	Pendiente (b)	1,90734	0,45648	4,1784	0,0249709 *
	Límite inferior (c)	415,49046	17,12679	24,2597	0,0001535 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	1,93068	0,17247	11,1940	0,0015282 **
	Error estándar residual	17,28786			
30	Pendiente (b)	1,33787	0,47470	2,8183	0,0668306
	Límite inferior (c)	514,25336	22,17880	23,1867	0,0001757 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	1,48316	0,25098	5,9095	0,0096775 **
	Error estándar residual	21,84571			
45	Pendiente (b)	6,33191	4,54095	1,3944	0,2575179
	Límite inferior (c)	689,76110	21,13352	32,6382	6,322e-05 ***
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	2,37027	0,13258	17,8778	0,0003816 ***
	Error estándar residual	27,26275			

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

En la tabla 22 se muestran los resultados la biomasa fresca obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma cada 15 días durante 45 días utilizando el modelo matemático de Weibull, lo cual presentaron resultados significativos.

Figura 13

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



En la figura 13 se observa el aumento de la biomasa fresca de las plantas de piña bajo seis dosis de bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días, en donde a los 15 y 30 días hubo un ligero incremento de la biomasa fresca mientras que a los 45 días obtuvo la mejor respuesta. 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.

Evolución del aumento de masa radicular en plantas de piña

Tabla 23

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 Bioplasma cada 15 días durante 45 días

Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
15	Pendiente (b)	1,7142	1,8137	0,9452	0,44434
	Límite inferior (c)	39,1203	11,4722	3,4100	0,07629
	Límite superior (d)	163,9542	454,1939	0,3610	0,75268
	Punto de inflexión (e)	3,5042	11,3722	0,3081	0,78711
	Error estándar residual		12,15787		
30	Pendiente (b)	2,22669	0,48518	4,5894	0,044343 *

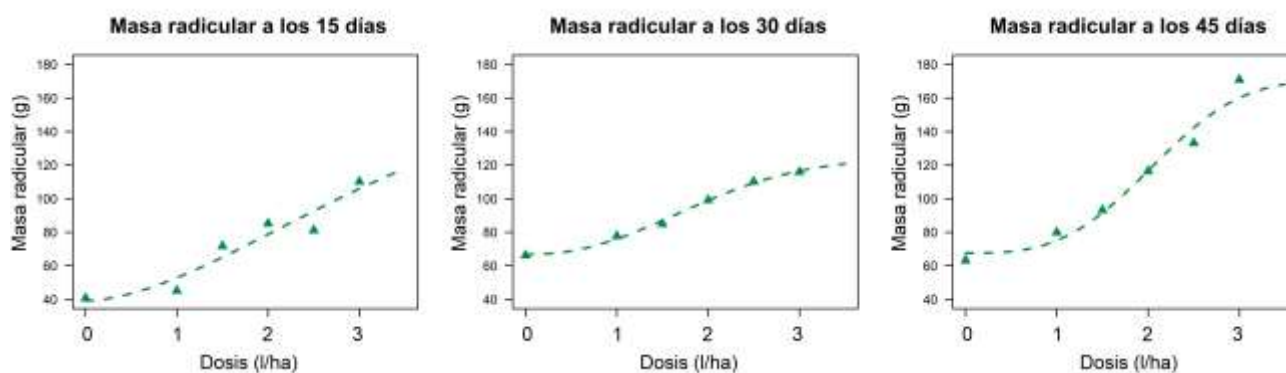
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
	Límite inferior (c)	66,73148	2,09265	31,8885	0,000982 ***
	Límite superior (d)	123,93709	9,69104	12,7888	0,006059 **
	Punto de inflexión (e)	2,17600	0,32784	6,6374	0,021954 *
	Error estándar residual	2,053842			
45	Pendiente (b)	3,08845	0,89745	3,4414	0,0411947 *
	Límite inferior (c)	67,59194	8,58955	7,8691	0,0042757 **
	Límite superior (d)	-	-	-	-
	Punto de inflexión (e)	2,30738	0,13948	16,5431	0,0004808 ***
	Error estándar residual	9,050057			

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

En la tabla 23 se muestran los resultados de la masa radicular obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma cada 15 días durante 45 días utilizando el modelo matemático de Weibull, lo cual presentaron resultados significativos.

Figura 14

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



En la figura 14 se observa el aumento de la masa radicular de las plantas de piña bajo seis dosis de bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días, en donde a los 45 días se muestra un aumento considerable en la producción de masa radicular mientras que a los 15 y 30 días se muestra un ligero aumento. 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 (Mercialimsa S.A., 2015).

Evolución del aumento de grosor de corona en plantas de piña

Tabla 24

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 Bioplasma cada 15 días durante 45 días

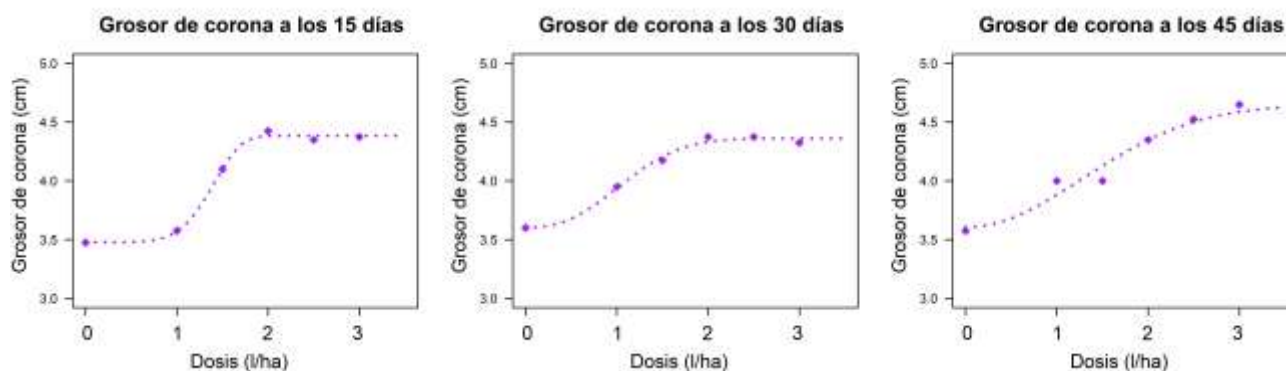
Días	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
15	Pendiente (b)	5,848413	1,309112	4,4675	0,0466281 *
	Límite inferior (c)	3,477619	0,038529	90,2595	0,0001227 ***
	Límite superior (d)	4,383455	0,022842	191,9001	2,715e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	1,460233	0,034833	41,9211	0,0005685 ***
	Error estándar residual	0,03926953			
30	Pendiente (b)	2,471644	0,551822	4,4791	0,0464035 *
	Límite inferior (c)	3,602733	0,048232	74,6954	0,0001792 ***
	Límite superior (d)	4,362671	0,032234	135,3436	5,459e-05 ***
	Punto de inflexión (e)	1,247104	0,089306	13,9645	0,0050889 **
	Error estándar residual	0,04802331			
45	Pendiente (b)	1,12940	0,69844	1,6170	0,2472635
	Límite inferior (c)	3,58136	0,10628	33,6962	0,0008796 ***
	Límite superior (d)	7,75172	20,47724	0,3786	0,7414259
	Punto de inflexión (e)	8,65022	48,82472	0,1772	0,8756943
	Error estándar residual	0,1061666			

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

En la tabla 24 se muestran los resultados del grosor de corona obtenida de las plantas de piña bajo seis dosis de Bioplasma cada 15 días durante 45 días utilizando el modelo matemático de Weibull, lo cual presentaron resultados significativos.

Figura 15

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



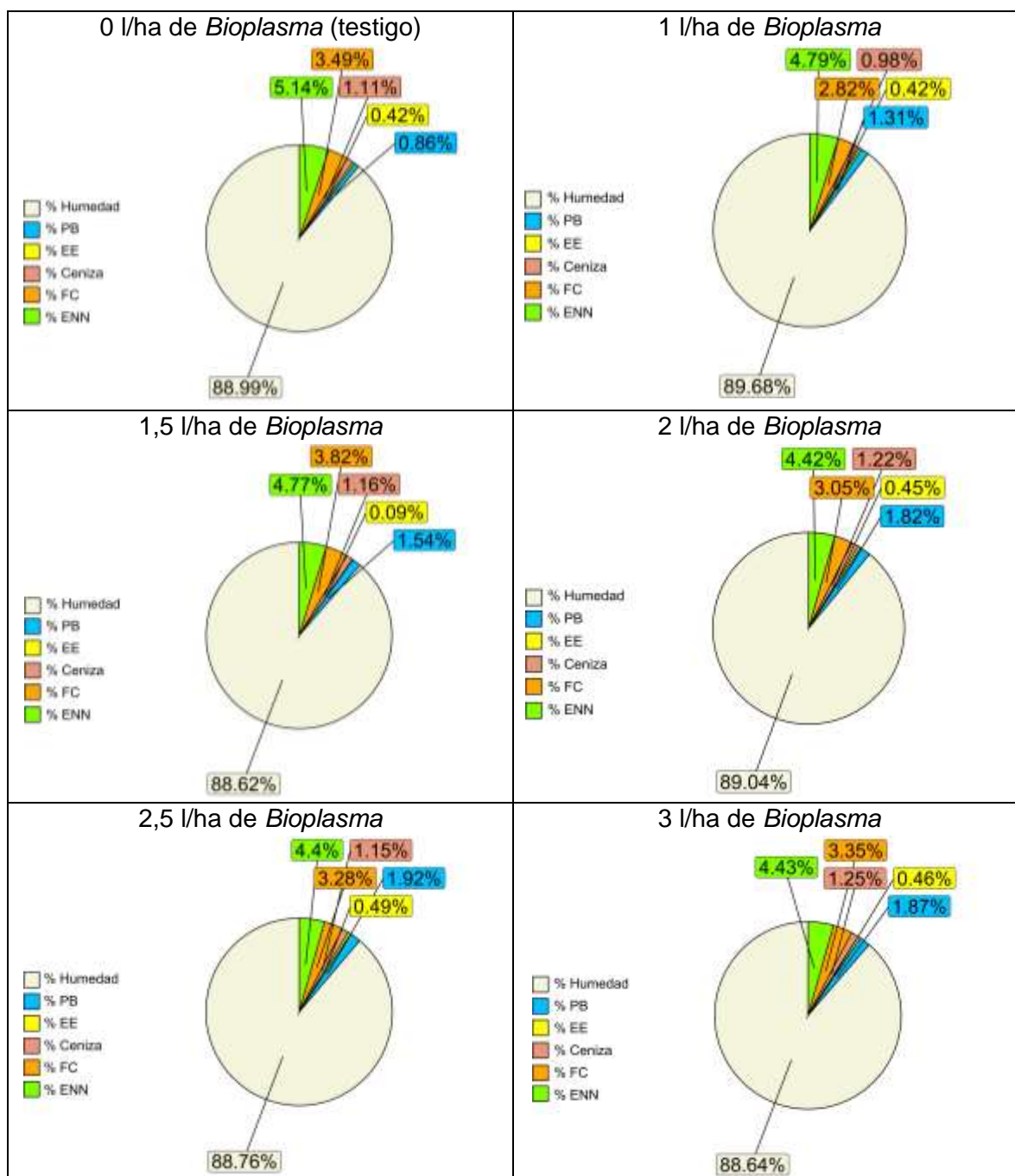
En la figura 15 se observa el aumento del grosor de corona de las plantas de piña bajo seis dosis de bioplasma raíz cada 15 días durante 45 días, en donde se muestra que en las 3 frecuencias de aplicación no hubo un notable aumento en el grosor de corona y esto se debe a que la corona es un tejido de crecimiento lento como menciona (Basantes & Chasipanta, 2012) en donde la corona va desde 3,5 a 6,5 cm de ancho.

Según el fabricante (Mercialimsa 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.

Análisis bromatológico

Figura 16

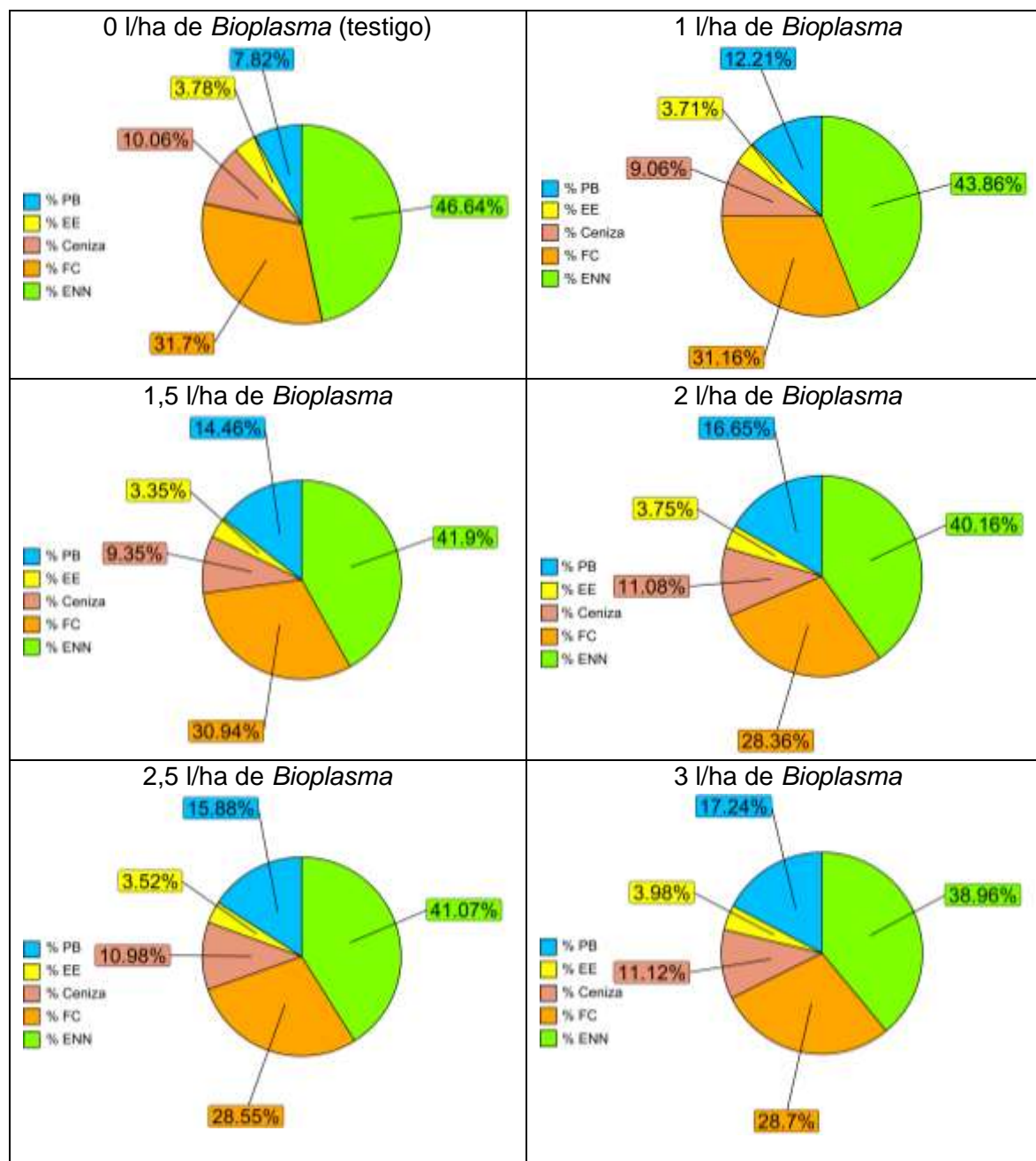
Composición bromatológica de las plantas de piña, en estado húmedo a los 45 días, bajo seis dosis de Bioplasma



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

Figura 17

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



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

En la figura 16 se observa que la humedad contenida en las plantas es similar a medida que las dosis aumentan, así mismo pasa con los contenidos de proteína, ceniza, extracto etéreo, fibra y ENN. Esto nos indica que no se recomienda realizar análisis bromatológicos a plantas frescas ya que no muestran un resultado que nos permita sacar conclusiones claras.

La Figura 17 se observa el análisis bromatológico realizados a las plantas de piña secas bajo diferentes dosis de Bioplasma Raíz a los 45 días, 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, fosforo y potasio, que son esenciales para la etapa de desarrollo y suplementan la demanda nutricional del cultivo de piña (Basantes & Chasipanta, 2012).

Análisis costo- beneficio

Para realizar el análisis de costo-beneficio se consideró los costos de aplicación según cada tratamiento y la frecuencia de aplicación, detallando el valor de los materiales e insumos empleados según las dosis a evaluar.

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.

Tabla 25

Costos de aplicación según los tratamientos

Descripción	Cantidad	Costo	T0	T1	T2	T3	T4	T5
0 l/ha de Bioplasma Raíz	0l	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1 l/ha de Bioplasma Raíz	1lt	17,00	--	17,00	--	--	--	--
1,5 l/ha de Bioplasma Raíz	1,5lt	25,50	--	--	25,50	--	--	--
2 l/ha de Bioplasma Raíz	2lt	34,00	--	--	--	34,00	--	--
2,5 l/ha de Bioplasma Raíz	2,5lt	42,50	--	--	--	--	42,50	--
3 l/ha de Bioplasma Raíz	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

Capítulo V

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 optima 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.

Bibliografía

- Agrocalidad. (2016). *Manual de aplicación de buenas prácticas agrícolas de producción de piña*. Quito: Agrocalidad.
- Avila, D. (2013). Enraizadores en cultivos de reproducción asexual. En D. Avila, M. Talón, & B. Azcon, *FUNDAMENTOS DE FISIOLÓGÍA VEGETAL* (págs. 33-37). Madrid: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Avilan L, F Leal & Bautista D. (1989). En *Manual de Fruticultura* (págs. 546–561). Caracas, Venezuela: America .
- Bartholomew, D., Paull, P., & Rohrbach, K. (2003). The pineapple. Botany production and uses. *Honolulu: CABI Publishing*.
- Basantes, S., & Chasipanta, J. (2012). *DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL FÓSFORO SOBRE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE PIÑA*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA I.
- Condemaita, J. (2019). *Evaluación de tres enraizantes en dos frecuencias de aplicación para el cultivo de piña Ananas comosus*. Santo Domingo: Carrera de Ingeniería Agropecuaria.
- 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.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860038720001_PDOT_Parroquial_La_Union_2015_30-10-2015_20-21-28.pdf

- 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.
- MAGAP. (2010). *Boletín situacional de la provincia de Esmeraldas*. Quito: Coordinación General del Sistema de Información Nacional.
- Medina L, Mite F, Espinosa J. (2009). Efecto de la corrección del pH en el rendimiento de piña en suelos volcánicos. *EÍDOS*, 57–61.
- Mercalimsa S.A. (25 de Agosto de 2015). *BIOPLASMA RAIZ - FERTILIZANTE*. Recuperado el 02 de Junio de 2019, de Punto Verde, Agricultura Sustentable: <https://www.puntoverde.com.ec/wp-content/uploads/2019/06/BIOPLASMA-RAIZ.pdf>
- Ortíz, M. (2013). *MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN UNA FINCA CULTIVADORA DE PIÑA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS*. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA.
- Pinto, M. (2012). *EL CULTIVO DE LA PIÑA Y EL CLIMA EN EL ECUADOR*. Quito: Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI - Ecuador.
- 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.
- Ubi, W. (2008). Root activity pattern of pineapple (*Ananas comosus*) determined with radioactive phosphorus during the dry season. *Global Journal of Pure and Applied Sciences* 13(4), 463-468.
- Vásquez, H., Saavedra, R., & Saavedra, S. (2012). *Piña (Ananas comosus L. Merr. En G. Fischer, Manual para el cultivo de frutales en el trópico*.

Yépez, V. (2018). *Comportamiento agronómico de la piña, (Ananas comosus L.) Variedad perolera, en cuatro distancias de siembra, en el centro de producción y prácticas, Rio Verde, de la UPSE, en el Canton Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.*