

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERA FORESTAL Y
AMBIENTAL



EFECTO DEL FOSFATO DIAMÓNICO EN EL
CRECIMIENTO DE PLANTONES DEL LAUREL (*Cordia*
***alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.) EN EL VIVERO DE**
YANUYACU, DISTRITO Y PROVINCIA DE JAÉN, 2022

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL

AUTORES : **BACH. JOSE SALVADOR CAMPOS VARGAS**
BACH. ANGHELA GIANELLA GUEVARA DIAZ

ASESOR : **ING. HENRY WILLIAM SARMIENTO CASTILLO**

JAÉN – PERÚ, SEPTIEMBRE, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME FINAL TESIS José CAMPOS y
anghela GUEVARA agosto.docx**

AUTOR

Jose Campos

RECUENTO DE PALABRAS

14496 Words

RECUENTO DE CARACTERES

74771 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

82 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.2MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 10, 2023 9:24 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 10, 2023 9:25 AM GMT-5**● 3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU /CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día jueves 17 de agosto del año 2023, siendo las 10:00 am, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: **Dr. Juan Manuel Garay Román.**

Secretario: **Mg. Mario Ruiz Ramos.**

Vocal : **Dr. Cirilo Mario Caira Mamani.**

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
() Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"EFECTO DEL FOSFATO DIAMÓNICO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DEL LAUREL (CORDIA ALLIODORA & RUIZ Y PAV.) OKEN) EN EL VIVERO DE YANUYACU, DISTRITO Y PROVINCIA DE JAÉN, 2022"**, presentado por los bachilleres **Anghela Gianella Guevara Díaz** y **José Salvador Campos Vargas**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | (18) |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 11:30 am horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dr. Juan Manuel Garay Román
Presidente del Jurado Evaluador



Mg. Mario Ruiz Ramos
Secretario del Jurado Evaluador



Dr. Cirilo Mario Caira Mamani
Vocal del Jurado Evaluador

INDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	09
II. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1 Área de la investigación	13
2.1.1 Ubicación del área de investigación	13
2.1.2 Descripción del área de investigación	14
2.2 Materiales y equipos	16
2.3 Tipo y diseño de investigación	16
2.4 Población y muestra	18
2.5 Variables de estudio	18
2.6 Técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos.....	18
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
DEDICATORIA	61
AGRADECIMIENTO	62
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tratamientos, dosis, número de plantas/ tratamiento, número de aplicaciones y número de gránulos de fosfato diamónico</i>	16
Tabla 2. <i>Macro elementos nutritivos del suelo, presentes en el sustrato de repique ..</i>	20
Tabla 3. <i>ANOVA para diámetro del cuello de la raíz principal de plantas de Cordia alliodora</i>	25
Tabla 4. <i>Coefficientes de regresión lineal para diámetro del cuello de la raíz</i>	26
Tabla 5. <i>ANOVA para el tamaño de la raíz principal de las plantas de Cordia alliodora</i>	28
Tabla 6. <i>Coefficientes de regresión lineal, estimados para el tamaño de la raíz principal de las plantas de Cordia alliodora</i>	28
Tabla 7. <i>ANOVA para el tamaño de la raíz secundaria de las plantas de Cordia alliodora</i>	30
Tabla 8. <i>Coefficientes de regresión lineal para el tamaño de la raíz secundaria</i>	31
Tabla 9. <i>ANOVA para el tamaño del tallo las plantas de Cordia alliodora</i>	32
Tabla 10. <i>Coefficientes de regresión lineal para el tamaño del tallo de las plantas de Cordia alliodora</i>	33
Tabla 11. <i>ANOVA para diámetro del tallo de las plantas de Cordia alliodora</i>	34
Tabla 12. <i>Coefficientes de regresión lineal para el diámetro del tallo de Cordia alliodora</i>	35
Tabla 13. <i>ANOVA para el número de hojas de las plantas de Cordia alliodora</i>	36
Tabla 14. <i>Coefficientes de regresión lineal para el número de hojas de las plantas Cordia alliodora</i>	37
Tabla 15. <i>ANOVA para el tamaño de hojas de las plantas de Cordia alliodora.</i>	38
Tabla 16. <i>Coefficientes de regresión lineal el tamaño de hojas de Cordia alliodora</i>	39
Tabla 17. <i>ANOVA para la biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas de Cordia alliodora</i>	42
Tabla 18. <i>Coefficientes de regresión lineal, para biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas</i>	43
Tabla 19. <i>ANOVA para la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de Cordia alliodora</i>	46
Tabla 20. <i>Coefficientes de regresión lineal estimados para la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de Cordia alliodora</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura 1. <i>Ubicación del vivero “La Granja”</i>	13
Figura 2. <i>Temperatura máxima y mínima promedio en agosto 2022 en Jaén</i>	14
Figura 3. <i>Temperatura máxima y mínima promedio en septiembre 2022 en Jaén</i>	14
Figura 4. <i>Precipitación en agosto 2022 en Jaén</i>	15
Figura 5. <i>Precipitación en septiembre 2022 en Jaén</i>	15
Figura 6. <i>Disposición del ensayo en el vivero con los tratamientos aleatorizados</i>	17
Figura 7. <i>Diámetro promedio del cuello de la raíz por tratamiento y por bloque</i>	25
Figura 8. <i>Tamaño promedio de la raíz principal de las plántulas de Cordia alliodora</i>	27
Figura 9. <i>Tamaño de la raíz secundaria de Cordia alliodora por tratamiento y bloque</i>	29
Figura 10. <i>Tamaño promedio del tallo las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	31
Figura 11. <i>Diámetro promedio del tallo de plántulas Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	33
Figura 12. <i>Número de hojas de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	35
Figura 13. <i>Tamaño promedio de hojas de plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	37
Figura 14. <i>Biomasa (peso fresco) de la raíz de plántulas Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	40
Figura 15. <i>Biomasa (peso seco) de la raíz de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	41
Figura 16. <i>Biomasa (peso verde) del tallo de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	44
Figura 17. <i>Biomasa (peso seco) del tallo de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque</i>	45
Figura 18. <i>Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo en las características de la raíz de los plantones de Cordia alliodora</i>	48
Figura 19. <i>Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo, en las características del tallo de los plantones de Cordia alliodora</i>	49
Figura 20. <i>Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo, en la biomasa de la raíz de los plantones de Cordia alliodora</i>	50
Figura 21. <i>Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo en la</i>	

<i>biomasa del tallo de los plántones de Cordia alliodora</i>	51
Figura 22. <i>Raíces de las plántulas de Cordia alliodora después de tratamiento</i>	66
Figura 23. <i>Tallo de las plántulas de Cordia alliodora después de tratamientos</i>	66
Figura 24. <i>Acondicionamiento de cama de almácigo</i>	67
Figura 25. <i>Siembra de Cordia alliodora (dispersión de semillas)</i>	67
Figura 26. <i>Tamizado de tierra y preparación de sustrato para repique</i>	68
Figura 27. <i>Mezcla de tierra agrícola y arena en la preparación de sustrato</i>	68
Figura 28. <i>Llenado de sustrato en bolsas de polietileno</i>	69
Figura 29. <i>Extracción y selección de plántulas para repique</i>	69
Figura 30. <i>Selección de plantulas según calidad fenotípica en cuanto a raíz y tallo</i>	70
Figura 31. <i>Enfilado de plántulas de Cordia alliodora</i>	70
Figura 32. <i>Acondicionamiento del área para la instalación de bloques</i>	71
Figura 33. <i>Medición y selección de plantas de Cordia alliodora en la cama de repique</i>	71
Figura 34. <i>Traslado de plántones seleccionados</i>	72
Figura 35. <i>Codificación de plántones seleccionados</i>	72
Figura 36. <i>Pesaje de fosfato diamónico - Peso promedio del T2 - 0.350 g</i>	73
Figura 37. <i>Abonamiento de plantas seleccionadas para la investigación</i>	73
Figura 38. <i>Ubicación de plántones por bloques</i>	74
Figura 39. <i>Evaluación inicial de plantas de Cordia alliodora</i>	74
Figura 40. <i>Riego constante de los plántones de Cordia alliodora</i>	75
Figura 41. <i>Evaluación final los plántones de Cordia alliodora</i>	75
Figura 42. <i>Agrupamiento de plántones por tratamiento</i>	76
Figura 43. <i>Evaluación morfológica de la raíz y tallo de los plántones</i>	76
Figura 44. <i>Características morfológicas de la raíz y tallo de los plántones por bloque</i>	77
Figura 45. <i>Medición de la raíz</i>	77
Figura 46. <i>Medición de tallo</i>	78
Figura 47. <i>Medición de diámetro del cuello de la raíz</i>	78
Figura 48. <i>Peso fresco del tallo</i>	79
Figura 49. <i>Peso fresco de la raíz</i>	79
Figura 50. <i>Codificación del tallo y de la raíz para realizar el secado directo al sol</i>	80
Figura 51. <i>Secado del tallo y de la raíz directo al sol</i>	80
Figura 52. <i>Pesado de biomasa seca del tallo en el laboratorio de la universidad</i>	81
Figura 53. <i>Pesado de biomasa seca de la raíz en el laboratorio de la universidad</i> ...	81

Figura 54. <i>Peso seco del tallo</i>	82
Figura 55. <i>Peso seco de la raíz</i>	82

RESUMEN

La *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken es una especie muy utilizada en los viveros para proyectos de reforestación, sin embargo, la falta de conocimientos en cuanto a sus aspectos biológicos, fisiológicos y ecológicos limita el mejoramiento del establecimiento de este árbol. Por tal razón, se realizó esta investigación con el objetivo de determinar el efecto del fosfato diamónico en el crecimiento de plántones de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. La evaluación se llevó a cabo en el vivero Yanuyacu, distrito Jaén. La metodología fue experimental con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en el que se desarrollaron cuatro tratamientos según concentraciones de fosfato diamónico (0 (testigo), 0.175 g, 0.350 g y 0.525 g), se evaluó las características morfológicas de la raíz, el tallo, y la biomasa de los plántones de *Cordia alliodora*. Los resultados indicaron que la aplicación de fosfato diamónico a los plántones de *Cordia alliodora* con las tres dosis tuvo efectos positivos significativos en las características morfológicas de su raíz y tallo, así como también su biomasa. Se concluyó que el mejor tratamiento fue el T3 (0.525 g de fosfato diamónico) ya que tuvo los resultados más altos en casi todos los indicadores evaluados.

Palabras claves: *Cordia alliodora*, vivero, fosfato diamónico, características morfológicas, biomasa.

ABSTRACT

Cordia alliodora (R. & P.) Oken is one of the most used forest species in nurseries for reforestation projects, however, the lack of knowledge regarding its biological, physiological and ecological aspects limits the improvement of the establishment of this tree. That is why this research was carried out with the objective of determining the effect of diammonium phosphate on the growth of seedlings *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. The research was carried out in the Yanuyacu nursery, district and province of Jaén. Methodologically, it was of an experimental type with a completely randomized block design (DBCA) in which four treatments were considered according to concentrations of diammonium phosphate (0 (control), 0.175 g, 0.350 g and 0.525 g), the morphological characteristics of the root, stem, as well as its biomass of *Cordia alliodora* seedlings. The results indicated that the application of diammonium phosphate to *Cordia alliodora* seedlings at the three doses had significant positive effects on the morphological characteristics of their root and stem, as well as their biomass. It was concluded that the best treatment was T3 (0.525 g of diammonium phosphate) since it obtained the highest values in almost all the indicators evaluated.

Keywords: *Cordia alliodora*, nursery, diammonium phosphate, morphological characteristics, biomass.

I. INTRODUCCIÓN

El incremento de habitantes, el elevado requerimiento de alimentos y la falta de políticas públicas han ejercido sobre los bosques naturales cambios y degradación de estos hacia la agricultura y la ganadería, llevando a un desgaste de la cubierta forestal y el aumento de problemas ambientales, como la merma de biodiversidad, decrecimiento en la captación de agua, modificación de ciclos ecológicos, cambios climáticos globales, etc. Y, como consecuencia suelos improductivos, deteriorados y de muy difícil recuperación; en tal sentido, se necesitan tácticas más efectivas, para atenuar el agravio causado por dichas acciones.

Según Buamscha et al. (2012) los viveros forestales son espacios reservados a la producción de plántulas con distintos propósitos, en este lugar se obtienen plántulas de características superiores, que avalen la excelente sobrevivencia y el desarrollo de los plántulas al ser establecidas en campo definitivo. Del mismo modo, Oliva et al. (2014) definió al vivero forestal como sitios fundamentalmente destinados a la producción de plántulas con calidad superior y a un costo bajo.

Oliva et al. (2014) sostuvo que los métodos de producción son procedimientos que hacen posible la multiplicación y el manejo de plántulas forestales en viveros. Marín (2018) menciona que tales procedimientos ocurren por reproducción de semillas (sexual) o por reproducción de partes vegetativas de la planta (asexual). Así mismo, Ramos y Lombardi, (2020), manifiestan que la calidad de las plantas forestales pertenece a componentes que influyen en la plantación; incrementando el porcentaje de sobrevivencia y desarrollo en el momento que son llevadas a campo definitivo; no obstante, para obtener propiedades morfológicas y fisiológicas idóneas, se necesita de técnicas culturales a partir del vivero, clase, calidad de sustrato, recipiente a usar, características de la semilla, sistema de nutrición y el desempeño correcto del agua de riego como recursos primordiales para lograr plantas a costo justo.

Las plantas obtenidas en vivero, presentan un mejor beneficio y un crecimiento mayor que las que provienen de regeneración natural, debido a que en el vivero se aporta a las plántulas la cantidad necesaria de agua y nutrientes, para impedir los periodos de estrés producidos en

el bosque, por la oscilación de las precipitaciones o carencias nutricionales suelo y, por otra parte, se puede vigilar el desarrollo de las raíces de tal modo que se forme un sistema fibroso, con buen volumen y ligeramente superficial, permitiendo la obtención de plantas con una relación raíz/tallo superior, para aguantar la siembra en campo definitivo (Buamscha et al., 2012).

Los plantones son considerados de calidad cuando cumplan dos requisitos fundamentales. El primero, es la supervivencia y el segundo, el crecimiento. La calidad o “potencial” de ellos, principalmente se han evaluado según las características morfológicas, como son: altura de la planta, diámetro a nivel del cuello, desarrollo del sistema radical y cantidad de biomasa expresada en gramos de peso fresco o peso seco (Buamscha et al., 2012).

Entre las especies forestales más producidas en viveros, para la reforestación se encuentra la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. La *Cordia alliodora* pertenece a la familia *Boraginaceae*, considerado como especie clave, para el mantenimiento de la integralidad ecológica; además, posee un alto valor comercial, debido a que es un árbol perenne, maderable y por sus condiciones de mejora de sistemas agroforestales (Indacochea et al., 2019). No obstante, la carencia de conocimiento de sus aspectos biológicos, fisiológicos y ecológicos, tales como, métodos adecuados para la colecta, procesamiento y almacenaje de las semillas; así como, los requerimientos para su germinación son parámetros limitantes, para considerar en mejorar el establecimiento de este árbol (Torres, 2020).

En el caso de la *Cordia alliodora*, no se requieren tratamientos pre-germinativos; no obstante, para almácigo se recomienda utilizar un sustrato como arena de río, bien lavada y desinfectada y el periodo total para la producción de plantones de esta especie es de cuatro a seis meses después del repique (Vásquez, 2019).

La importancia de la *Cordia alliodora* es que, mediante su distribución, se usa en sistemas agroforestales con fines de brindar sombra en cafetales y en plantaciones de cacao, lo mismo sucede en cultivos de pastizales (Vásquez, 2019).

El fósforo (P) forma parte de 17 elementos indispensables para el desarrollo de las plántulas, este elemento es primordial debido a que transporta y almacena energía, permite la fijación biológica del nitrógeno, actúa en el proceso fotosintético y respiratorio, así como en la

división y alargamiento celular y transporte de nutrientes. Un abastecimiento reducido de fósforo en las plantas provoca merma en la progresión vegetativa, tamaño de hojas, órganos reproductores, inicio de floración y cantidad de flores, formación y germinación de semillas. Los cultivos asimilan el fósforo presente en los fertilizantes en forma de P_2O_5 (anhídrido fosfórico), pero esta asimilación es muy reducida, esto se debe a que cuando entra en contacto con el suelo cambia a formas poco disponibles como minerales (INTAGRI, 2017).

Urbina y Tosta (2018) evaluaron el crecimiento de plántulas de café fertilizadas con fosfato diamónico $[(NH_4)_2.HPO_4]$, biol y bio-fertilizante multi-mineral a base de aguas mieles. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en el cual se aplicó fertilización a plántulas luego de 22 días de ser repicadas, se usó $(NH_4)_2.HPO_4$ granulado aplicado cada 15 días en cantidades disueltas de 3.4 g/planta en 40 mL de agua, se efectuó un total de tres aplicaciones, así mismo se utilizó el biol y el bio-fertilizante a base de aguas mieles cada 7 días en dosis de 35 mL/planta al 20 %. Se realizó un total de 8 aplicaciones, las variables evaluadas fueron longitud de raíces, altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas. Se concluyó que la fertilización con $(NH_4)_2.HPO_4$ logró mejores resultados en comparación a los demás tratamientos pues tuvo efectos positivos más significativos en cuanto a plántula, número de hojas y área foliar.

Vega (2017) evaluaron plantas de *Cedrelinga cateniformis* Duke (Chuncho) con aplicación de soluciones nutritivas. Para cumplir este objetivo se aplicó un diseño experimental utilizando NH_4NO_3 (0.5; 1,0 y 1.5 g/L) y $(NH_4)_2.HPO_4$ (0.25; 0.75 y 1 g/L), los cuales se aplicaron cada 3, 6 y 9 días cada uno. Los resultados demostraron que al utilizar 0,5 g/L de nitrato de amonio suministrado cada tres días se obtuvo un incremento del 35,5 % en la altura de planta, mientras que, al utilizar 1 g/L de fosfato diamónico suministrado cada 6 días se logra un aumento del 46, 3% del número de hojas en comparación al tratamiento testigo.

Barba del Águila (2022) evaluó plantas de *Tectona grandis* L.f. de un año de edad fertilizadas con cal y fosfato diamónico, con este fin usó un diseño DCA con cuatro tratamientos (T1: Cal, T2: Fosfato diamónico, T3: cal m + fosfato diamónico y T4: testigo), los tratamientos fueron 75 árboles de dicha especie, luego de 20 semanas en el experimento se valoraron variables de altura y diámetro. Los resultados evidenciaron que con el T2 aumentaron 72,9 % en su altura y 58,7 % en su diámetro a la altura del cuello, mientras con T3 obtuvieron mejores resultados pues su altura aumentó en 117 % y su diámetro a la altura

del cuello en 87,2 %, distinguiéndose significativamente del resto de tratamientos.

Esta investigación que tuvo como problema a resolver la interrogante: ¿Cuál es el efecto del fosfato diamónico en el crecimiento de plántones de la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., en el vivero de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén? formuló el objetivo principal determinar el efecto del fosfato diamónico en el crecimiento de plántones de la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., en el vivero; y específicamente describir las características morfológicas de la raíz y del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo; evaluar el tamaño de la raíz, el diámetro del cuello de la raíz, así como, tamaño y forma de la raíz principal y número de raíces secundarias de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo; evaluar el tamaño y diámetro de la base del tallo y número y tamaño de hojas de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo; calcular la biomasa de la raíz y del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo; comparar las características de la raíz y del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico con la muestra testigo; y comparar la biomasa de la raíz y del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* en las tres dosis de fosfato diamónico entre sí y con la muestra testigo. Planteando como hipótesis:

Ho: Todos los tratamientos (T1=T2=T3=T4) tienen el mismo impacto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Cordia alliodora*. (Ruiz & Pav.) Oken en el vivero de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén.

Hi: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Cordia alliodora*. (Ruiz & Pav.) Oken. Es decir: $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$ en el vivero de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

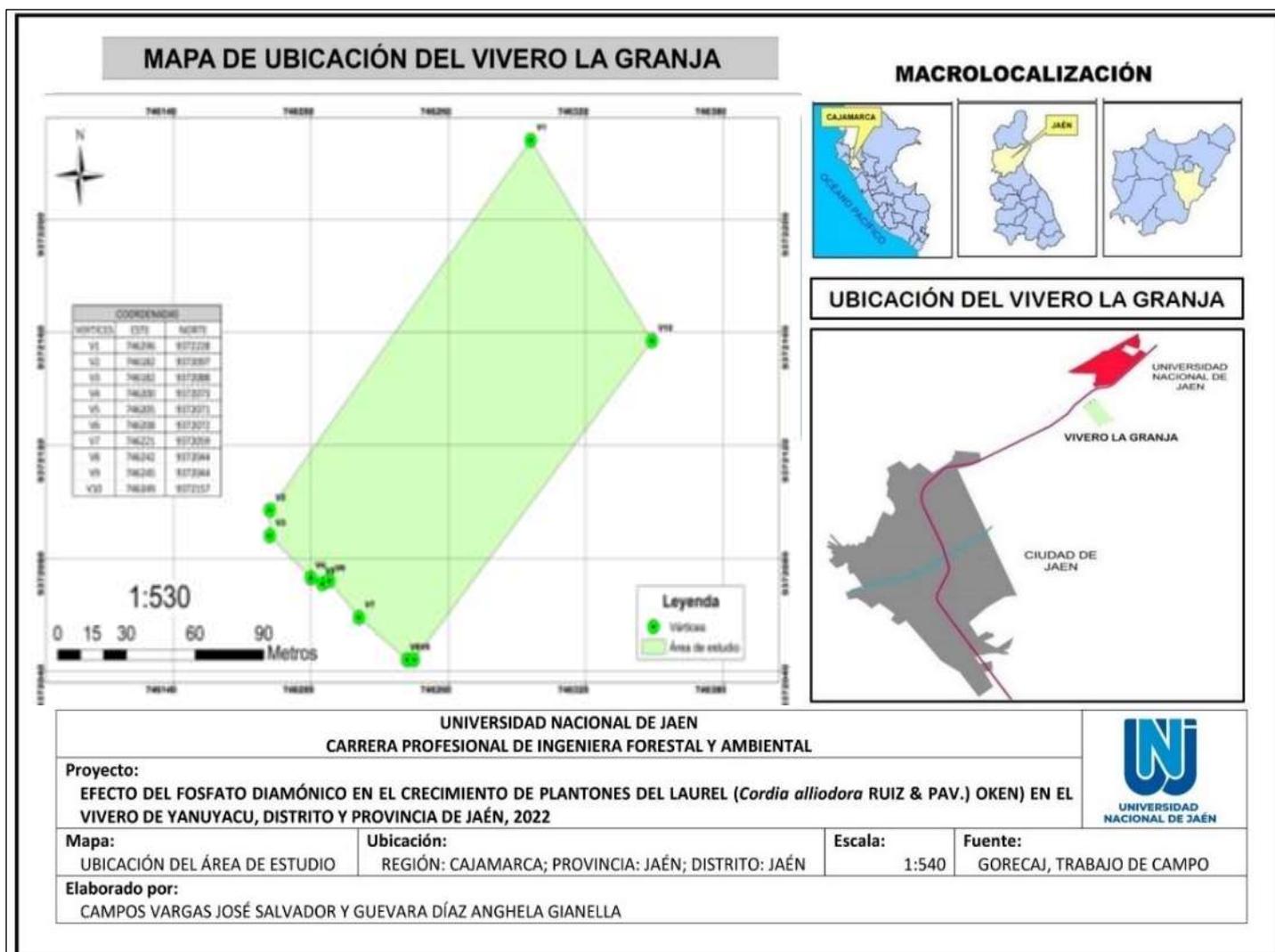
2.1. Área de la investigación

2.1.1. Ubicación del área de investigación

La investigación se efectuó en el vivero forestal “La Granja”, sector Yanuyacu, se ubicó al costado del kilómetro 23.5 de la carretera Jaén - San Ignacio, allí se obtuvieron las plántulas y se ejecutó el proyecto de investigación hasta la evaluación final; también se utilizó el laboratorio de Ingeniería Forestal y Ambiental (UNJ) para el pesado de las dosis de fosfato diamónico, pesado de plántulas antes de ser secadas y posterior al secado, para el cálculo de la biomasa. Además, la localización geográfica del vivero está dada por las coordenadas **Este (UTMX):** 746221 y **Norte (UMY):** 9372059.

Figura 1.

Ubicación del vivero “La Granja”.

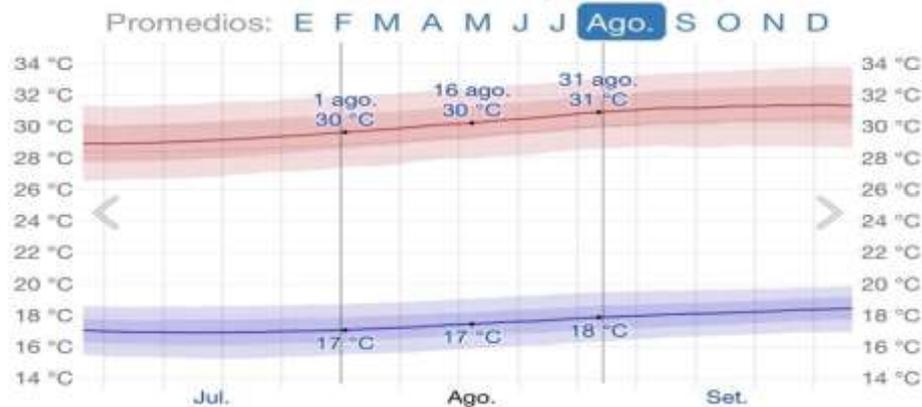


2.1.2. Descripción del área de investigación

La zona de estudio presentó un clima cálido, temperatura de 25 °C en promedio, y precipitación media de 526 mm/año. Respecto a la temperatura en el distrito de Jaén en el mes agosto y mes de septiembre del año 2022, los promedios tanto de la temperatura máxima, como temperatura mínima, se representan en las Figuras 2 y 3.

Figura 2

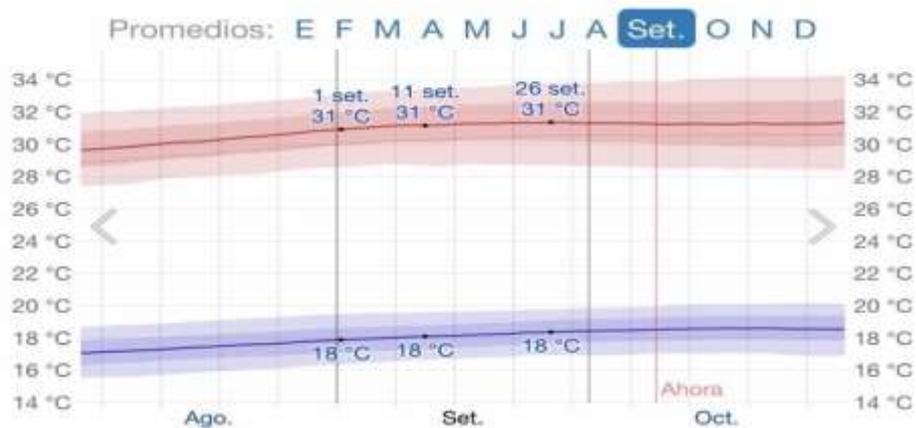
Temperatura máxima y mínima promedio en agosto 2022 en Jaén.



Fuente: Weather Spark

Figura 3

Temperatura máxima y mínima promedio en septiembre 2022 en Jaén.



Fuente: Weather Spark.

Durante el periodo de tiempo que duró la evaluación del crecimiento y desarrollo de los plantones de *Cordia alliodora*, es decir del 25 de agosto al 24 de septiembre, se consignó una temperatura máxima de 31°C y una temperatura mínima de 18°C, tal como se aprecia en las figuras 2 y 3. Así mismo, en la figura 4 se visualiza el porcentaje

de precipitación del mes de agosto, cuyo rango oscila entre el 2% al 4% registrándose el mayor porcentaje de precipitación el día 31 de este mes.

Figura 4

Precipitación en agosto 2022 en Jaén.

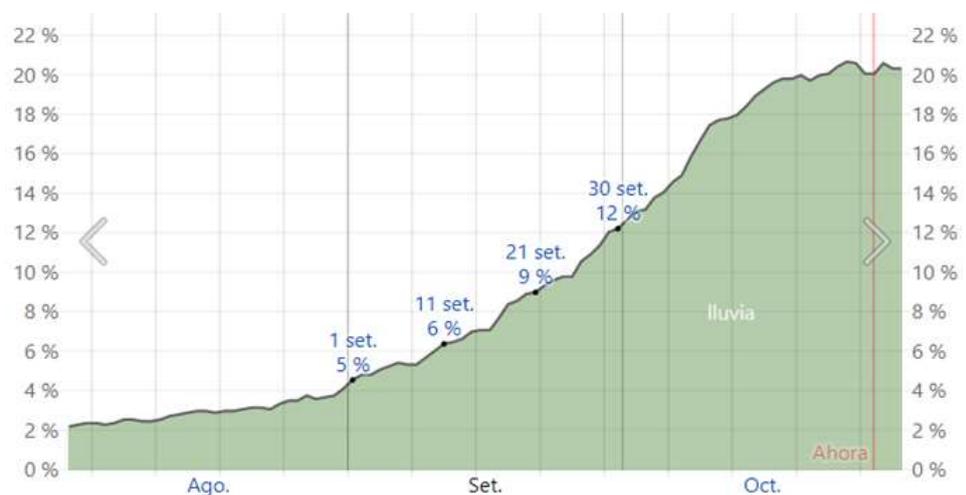


Fuente: Weather Spark.

La figura 5 visualiza el porcentaje de precipitación de septiembre, cuyo rango osciló entre 5% - 12%, el menor porcentaje de precipitación se registró el 01 de septiembre y el mayor porcentaje de precipitación fue el día 30 de este mismo mes.

Figura 5

Precipitación en septiembre 2022 en Jaén.



Fuente: Weather Spark.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales y equipos de oficina

Ordenador portátil, impresora, papel bond, libreta de apuntes, lapiceros y lápiz.

2.2.2. Materiales y equipos de campo

Carretilla, palana, zaranda, bolsas de polietileno, repicador, fuente de plástico, fungicida, regadera, plástico, clavos, martillo, serrucho, pajarrafia, wincha, vernier, GPS, libreta de campo, lápiz y cámara fotográfica.

2.2.3. Materiales y Equipos de Laboratorio

Balanza digital de precisión, luna de reloj, espátula, pinza.

2.2.4. Material biológico

- Semillas de la especie *Cordia alliodora* obtenidas de plantas ubicadas cerca al vivero, en el mismo terreno que es administrado por la Agencia Agraria Jaén, la cual pertenece orgánicamente al Gobierno Regional de Cajamarca.
- Fosfato diamónico $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (nitrógeno 18 %, fósforo P_2O_5 46 %, Solubilidad en agua (20 °C): 588 g/L, pH solución: 7.5 a 8).
- Sustrato edáfico.

2.3. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, llevado a cabo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en el que se investigó el efecto del fosfato diamónico en el crecimiento de plántones de *Cordia alliodora*, considerando cuatro tratamientos, según sus concentraciones: de 0 (testigo), 0.175, 0.350 y 0.525 g.

El factor correspondiente al bloque estuvo determinado por grupos de 20 plántones cada uno, en el que cada grupo tuvo una exposición distinta frente a fuentes de aire, sol y a la humedad, conformando un total de seis bloques, en los cuales se colocaron aleatoriamente cinco plántones por grupo para cada uno de los cuatro tratamientos, resultando 30 repeticiones.

Tabla 1

Tratamientos, dosis, número de plantas/ tratamiento, número de aplicaciones y número de gránulos de fosfato diamónico.

Tratamiento	Dosis (g)	Número de plantas/ tratamiento	Número de aplicaciones	Número de Gránulos
T1	0.175	30	1	6

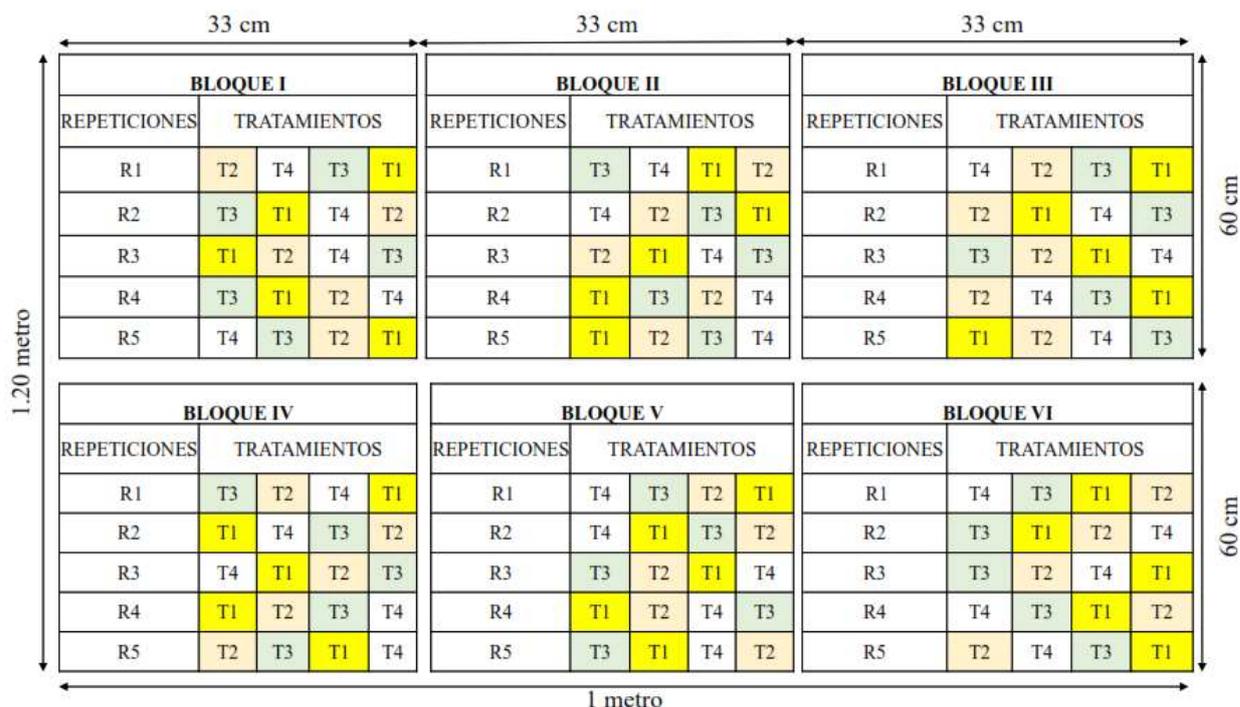
Tratamiento	Dosis (g)	Número de plantas/ tratamiento	Número de aplicaciones	Número de Gránulos
T2	0.350	30	1	12
T3	0.525	30	1	18
T4	0	30	0	---
Total	1.05	120	1	36

Disposición del ensayo en el vivero

Los tratamientos aleatorizados se asignaron mediante un sorteo y los números fueron asignados a cada posición de manera al azar, a través de un diseño experimental de bloques completos al azar mediante el software de acceso libre R en su versión 4.2.1. y el minitab.

Figura 6

Disposición del ensayo en el vivero con los tratamientos aleatorizados.



T1	0.175 gramos de fosfato diamónico
T2	0.350 gramos de fosfato diamónico
T3	0.525 gramos de fosfato diamónico
T4	TESTIGO

Modelo estadístico

El modelo aditivo lineal se representó de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = observación del i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque.

U = media general de la variable respuesta.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, siendo $i=1,2,3,4$.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque, siendo $j=1,2,3,4,5,6$.

E_{ij} = Efecto del error experimental.

2.4. Población y muestra

- **Población:** Estuvo representada por las 1000 plantas de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), propagadas para el presente estudio de investigación.
- **Muestra:** Estuvo constituida por 120 plantas de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), seleccionadas de las 1000 plantas propagadas y manejadas culturalmente en el Vivero de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén.
- **Muestreo:** Se realizó las pruebas en el Vivero de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén, donde se empleó el diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 30 repeticiones por tratamiento de plantas de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

2.5. Variables de estudio

- **Independiente:** Fosfato diamónico ((NH₄)₂HPO₄).
- **Dependiente:** Plántula de *Cordia alliodora*.

2.6. Técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Técnica

La técnica utilizada en este estudio fue la observación, ya que en el papel de investigadores personalmente se observó atentamente el experimento con el fin de tomar los datos necesarios y registrarlos para posteriormente ser analizados.

2.6.2. Procedimiento

Etapas de campo

Germinación:

Se acondicionó un espacio en uno de los túneles de germinación existente en el vivero forestal La Granja de la Agencia Agraria de Jaén; en donde se instaló una cama de almácigo a base de tablas de madera, con una longitud de 2 m y un ancho de 1 m, con una altura de 20 cm.

En esta pequeña cama de almácigo se adicionó arena fina de río como sustrato, hasta una altura de 15 cm, es decir se utilizó un volumen de 0.3 m³; previo a esto se tamizó la arena para eliminar impurezas y se realizó la desinfección con formol comercial (formaldehído al 40 %).

La desinfección del sustrato se realizó diluyendo el formol comercial al 5%, es decir se utilizó 50 ml de formol en 9,950 ml de agua. Aplicándose mediante una mochila de fumigar un litro de la solución de formol diluido por m² de arena, es decir para los dos metros cuadrados de arena se utilizarán 100 cc de formol comercial.

Posterior a la aplicación de la solución diluida de formol al 5%, se tapa este espacio de la cama de almácigo con plástico de color oscuro, por 24 horas; luego al día siguiente se ventila este sustrato, removiendo la arena con la ayuda de una palana recta, y se repite esta operación durante 5 días, con la finalidad de que se volatilice el formaldehído, y al sétimo día de iniciado la desinfección del sustrato, se almácigo las semillas de *Cordia alliodora*. Con este proceso de desinfección del sustrato (arena) se previno la presencia de patógenos como la chupadera fungosa o "damping-off", a cuyo ataque son muy susceptibles las plántulas de *Cordia alliodora*; así mismo se eliminan huevos y larvas de insectos, gusanos y semillas de malezas.

Las semillas se sembraron previo humedecimiento del sustrato (arena), dispersando 200 gramos de semillas por los 2 m². Estas semillas se cubrieron con una capa delgada de arena; iniciándose la germinación a partir del día 10, fecha en la cual se retiró la cubierta de plástico transparente que va sobre la superficie de la cama, cuyo objetivo fue reciclar la humedad de ese espacio para contribuir en la protección de la semilla frente a la pérdida de humedad en el proceso de imbibición (fase de absorción de agua por parte de la semilla). A continuación, se ejecutó el riego a chorro fino durante la mañana y tarde para garantizar la humedad del almácigo.

Elaboración del sustrato para el repique:

Se mezcló como elementos del sustrato, tierra agrícola y arena fina de río, en las proporciones 3:1, tres partes de tierra (75%) y una de arena (25%); no se adicionó ni

humus ni compost. Se evitó la presencia de residuos (piedras, raíces) mediante el zarandeo de la tierra y la arena utilizada.

Una vez obtenido el sustrato para el repique, se realizó un análisis químico para evaluar la riqueza nutritiva del suelo, dicho análisis fue realizado por la Agencia Agraria de Jaén; siendo el pH 6.6, con el contenido de los macro elementos nutritivos presentes en el suelo según la tabla siguiente.

Tabla 2

Macro elementos nutritivos del suelo, presentes en el sustrato de repique.

	Macro elemento	Partes por millón (ppm)
Nitrógeno	N-NO ₃ ⁻	24.00
	N-NH ₄ ⁺	2.70
Fósforo		11.40
Potasio		105.00

Una vez obtenido el sustrato para el repique, se realizó un análisis químico para evaluar la riqueza nutritiva del suelo, dicho análisis fue realizado por la Agencia Agraria de Jaén, cuyo contenido fue el siguiente: pH= 6.6; N-NO₃⁻ = 24 ppm.; N-NH₄⁺ = 2.7 ppm; fósforo = 11.4 ppm y potasio = 105 ppm.

Llenado de bolsas de polietileno:

Se utilizaron bolsas de polietileno de 4'x7", las que se llenaron en todo su volumen y extensión con sustrato previamente desinfectado.

La desinfección del sustrato se realizó diluyendo el formol comercial al 5%, con lo cual se humedeció de forma uniforme el montículo de tierra mezclada con arena, para luego tapar con plástico oscuro por un periodo de 1 día y posteriormente a través de la remoción con una palana se realizó el ventilado correspondiente por 5 días. Procediéndose a realizar el llenado de las bolsas con sustrato al séptimo día posterior al inicio de la desinfección. Esta actividad se realizó para prevenir el ataque de organismos patógenos en las plántulas repicadas de *Cordia alliodora*.

Repique de las plántulas:

Al cabo de 30 días después del inicio de la germinación, las plántulas de la cama de

almacigo presentaron el surgimiento en el ápice de un par de hojas verdaderas, en cuyo momento el tallo de las plántulas poseían un tamaño promedio de 2.5 cm., y con estas características se realizó el repique correspondiente, previa selección de las plántulas, según las características morfológicas adecuadas de la raíz y tallo, descartando aquellas plantas que no presentaban raíces secundarias o la raíz principal era muy pequeña, también se eliminaron las plántulas con defecto de deformación o torcedura del tallo o la presencia de hojas afectadas por el ataque de insectos. Las plántulas seleccionadas fueron sembradas en las bolsas con sustrato con la ayuda de un repicador, a través del cual se hizo un hoyo en el centro de cada bolsa con sustrato, en donde se metió la raíz de la plántula con sumo cuidado y posterior a esto, se colocó sustrato mullido y se presionó con la yema de los dedos para evitar dejar espacios vacíos que afecten el prendimiento de la planta de *Cordia alliodora*. Así se enfilaron aproximadamente 1000 plantones, es decir, una bolsa tras otra, buscando que entre ellas se mantengan erguidas y en pie, tal como se evidenció en la figura 31.

Mantenimiento de los plantones:

Se realizó los cuidados culturales a las plantas mediante el riego y deshierbo, sin ninguna aplicación de abonamiento. El riego fue en forma manual a través de una regadera, dos veces al día en promedio (dependiendo de las condiciones ambientales), por la mañana y por la tarde.

Selección de plantones para el ensayo de investigación:

Después de 45 días de repicado los plantones, del total de plantones sembrados se seleccionaron 120 plantas para la investigación, escogiéndose las plantas que alcanzaron una altura de tallo de 8 cm (del cuello de la raíz hasta ápice de la planta) y que cuenten con 2 pares de hojas desarrolladas y emergiendo un tercer par en el ápice. Los plantones seleccionados fueron ubicados siguiendo el orden del diseño de bloques de la figura 6, para ello se etiquetaron con una numeración: T1, T2, T3 y T4, y se distribuyeron de la forma que se visualiza en la figura 38. A las cuales se agregó posteriormente el fosfato diamónico, según el tratamiento correspondiente.

Aplicación del fosfato diamónico ((NH₄)₂HPO₄):

Para determinar el peso de las dosis a aplicar, con la ayuda de una espátula se pesó las cantidades de 6, 12 y 18 gránulos del fosfato diamónico, para ello se consideró el

promedio de 10 pesadas. Siendo el resultado promedio del pesaje 0.175 g, 0.350 g y 0.525 g. correspondientemente.

En forma posterior se realizó el abonamiento con fosfato diamónico a cada planta según la dosis que le correspondía, tomando en cuenta el análisis estadístico equivalente a cada tratamiento, correspondiendo para cada tratamiento 30 plantones.

Ubicación del fertilizante:

El fertilizante fosfato diamónico se aplicó directo al sustrato, para lo cual el gránulo del fertilizante se introdujo en el suelo ubicado alrededor de la planta, muy cerca al costado lateral de la bolsa de polietileno, evitando así tener contacto con el tallo, hojas y raíz. Cada plantón etiquetado recibió la dosis correspondiente al tratamiento del diseño estadístico establecido.

Manejo de plantones del ensayo de investigación:

Los plantones de *Cordia alliodora* instalados en cada bloque fueron protegidos con una malla rashell para evitar el ataque de moluscos (caracoles). Se realizó el riego mediante una regadora durante tres veces al día, al inicio de la mañana, al terminar la mañana y al terminar la tarde.

Evaluaciones durante el ensayo de investigación:

El periodo de la evaluación se realizó entre el 25 de agosto y el 24 de setiembre del 2022. Evaluándose 30 plantas por cada tratamiento y se realizaron 7 mediciones de las características físicas de cada plantón cada 5 días, siendo la primera evaluación en el momento de la instalación del ensayo de investigación. Mediante el uso de una regla con graduación en centímetros se evaluó el crecimiento del tallo, el número de hojas y medición del tamaño de la hoja prominente, entre otras características, tal como se describe a continuación:

- Altura de la planta: Fue medida cada cinco días.
- Altura del tallo: Fue medida cada cinco días. La medición se hizo desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible.
- Número de hojas: Fue evaluado cada cinco días.
- Tamaño de la hoja predominante: Fue medida cada cinco días.
- Longitud de la raíz principal y secundaria: Fue medida a los 30 días después del abonamiento, mediante la extracción total de la planta, mediciones realizadas desde

el cuello de la raíz hasta la parte terminal de las raíces.

- Masa fresca de la planta: Fue pesada a los 30 días en el laboratorio donde se obtuvo el peso de tallos y raíces de la planta.
- Masa seca foliar: Se pesó en laboratorio a los 10 días luego del pesaje en fresco.
- Masa seca radicular: Se pesó en laboratorio a los 10 días luego del pesaje en fresco.

Determinación de biomasa:

Después de realizar las mediciones, las plantas extraídas se secaron de manera natural, es decir con la radiación solar durante ocho días, luego se realizó el pesaje seco de la raíz y del tallo de cada planta, para la determinación de la biomasa, es decir, se calculó la cantidad de materia orgánica ganada por cada órgano de la planta (raíz y tallo incluido hojas) que fue abonada, en comparación con el plantón testigo,

Etapas de gabinete:

Se realizaron las comparaciones de las características y biomasa de la raíz, tallo y hojas de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico entre sí y con la muestra testigo.

2.6.3. Instrumento de recolección de datos

Se utilizaron formatos de observación, en los cuales se recolectó y registró los datos.

2.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos se ordenaron en tablas y gráficos, para su análisis estadístico en Minitab. Los datos se evaluaron mediante el análisis inferencial estadístico de la hipótesis nula y alterna, tomando en cuenta un nivel de significancia del 5 % para el valor P. De esta manera fueron evaluados en cada planta, su tamaño, número de hojas, tamaño de la hoja prominente, biomasa radicular y aérea. Aplicando el análisis de varianza ANOVA, además el análisis de regresión lineal, significancia de los efectos según los tratamientos en cada medida. Para analizar los datos se utilizaron el software estadístico de acceso libre R en su versión 4.2.1. y el minitab.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de las características morfológicas de la raíz de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo

De la figura 22, se concluye que después de dos meses y medio, se encontró una longitud de raíz distinta para cada tratamiento: raíz T1 = 16.18 cm., T2 = 20.18 cm., T3 = 20.28 cm., y la muestra testigo que no recibió dosis alguna solo alcanzó 10 cm. de longitud. La de las raíces secundarias en su longitud máxima de las plántulas arrojó: T1 = 13.38 cm., T2 = 14.92 cm., T3 = 16.26 cm., finalmente, la plántula testigo alcanzó solo 8.1 cm., fue notoria la escasa frondosidad de las raíces.

3.2. Descripción de las características morfológicas del tallo de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo.

De la figura 23, se concluye que, al concluir el tratamiento, la evaluación del crecimiento de la máxima longitud del tallo arrojó el siguiente resultado: T1 = 17.71 cm., T2 = 16.55 cm., T3 = 17.95 cm., en cambio, la plántula testigo no superó los 12 cm.

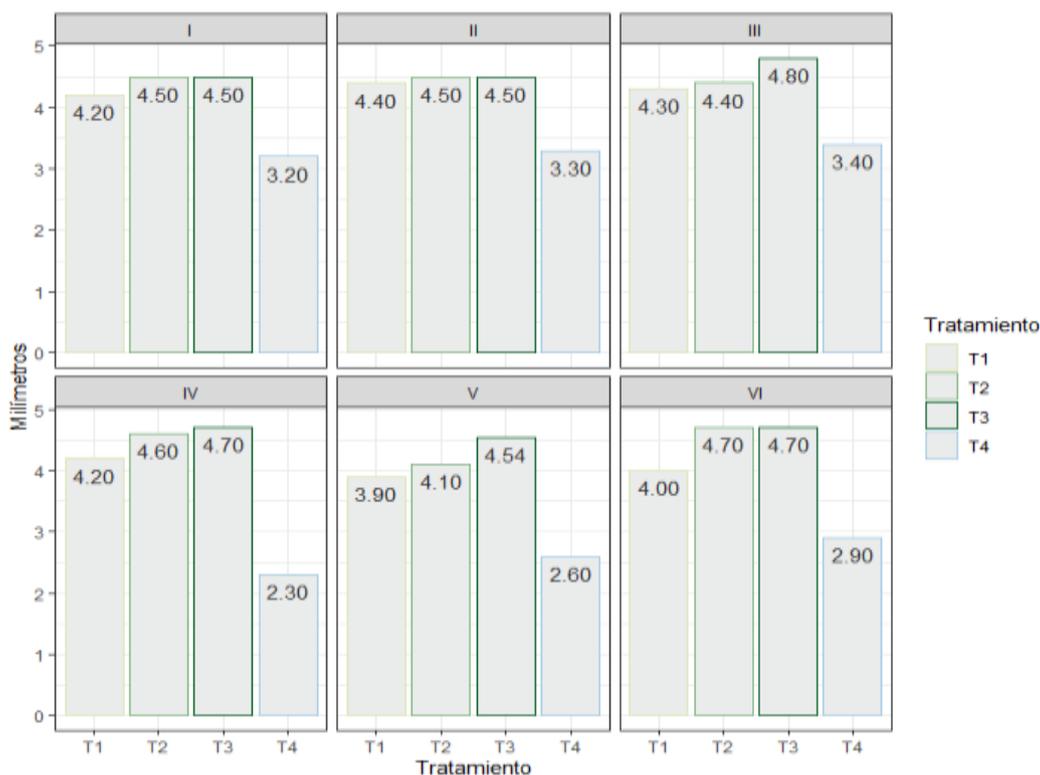
También se realizó la evaluación máxima del diámetro de la base del tallo, encontrándose el siguiente resultado: T1 = 4.4 mm, T2 = 4.7 mm, T3 = 4.8 mm., T4 = 3.4 mm.

Respecto al número de hojas, el resultado arrojó que los T1, T2 y T3 superaron las 10 hojas por planta. Y el T4 no superó las 10 hojas además de presentar un tallo más delgado y con hojas de menor tamaño.

3.3. Diámetro del cuello de la raíz; así como, tamaño y forma de la raíz principal y número de raíces secundarias de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo.

Figura 7

Diámetro promedio del cuello de la raíz por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

El resumen de los valores del diámetro del cuello de la raíz de la planta de *Cordia alliodora*, es el siguiente: T1 arrojó un diámetro superior a 3.90 mm. en todos los bloques, alcanzando 4.40 mm en el bloque II. Por otra parte. T2 arrojó un diámetro superior a 4.10 mm para todos los bloques, alcanzando 4.70 mm en el bloque IV; mientras que T3 alcanzó un diámetro superior a 4.50 mm en todos los bloques llegando a alcanzar 4.80 mm en el bloque III, siendo el mayor diámetro respecto a todos los tratamientos evaluados. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 3.4 mm de diámetro. **Conclusión:** El T3 arrojó mayor diámetro promedio del cuello de la raíz por tratamiento y por bloque.

Tabla 3

ANOVA para diámetro del cuello de la raíz principal de plantas de Cordia alliodora.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Diámetro	Tratamiento	3	51.78	17.26	72.98	0.00
	Bloque	5	2.59	0.52	2.19	0.06
	Residuos	111	26.25	0.24		

Interpretación:**Hipótesis:**

Ho: Todos los tratamientos (T1=T2=T3=T4) tienen el mismo impacto en el diámetro del cuello de la raíz.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre en el diámetro del cuello de la raíz. Es decir: $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$.

La tabla 2 muestra los datos conseguidos en el análisis de varianza aplicado al diámetro del cuello de la raíz principal, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se puede observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si existen diferencias significativas entre los valores de diámetro promedio del cuello de la raíz principal en los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) no existe diferencias significativas (Valor p: > 0.05).

Tabla 4

Coefficientes de regresión lineal para diámetro del cuello de la raíz.

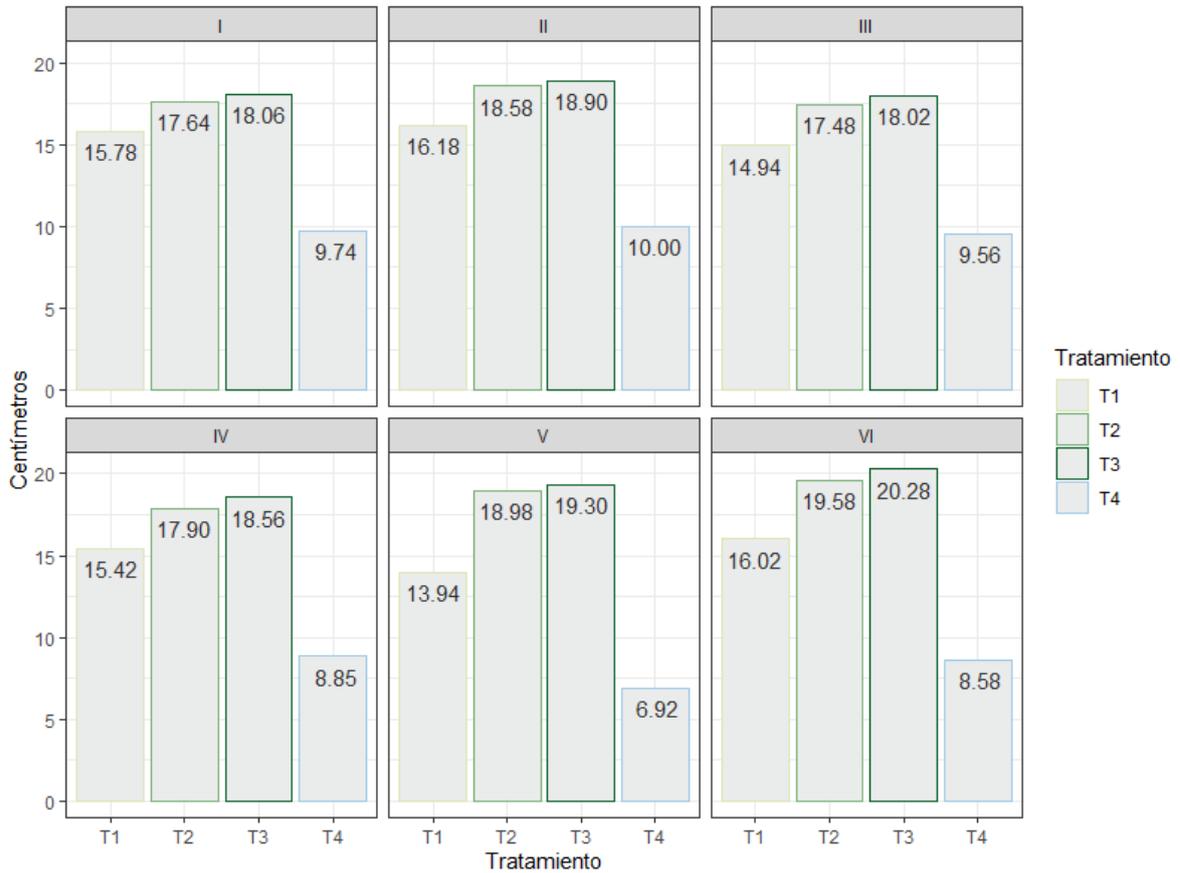
Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
Diámetro de la raíz principal	Tratamientos		
	T1	1.22	0.00
	T2	1.52	0.00
	T3	1.67	0.00
	T4		

Interpretación:

En la tabla 3 reportó los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el diámetro del cuello la raíz principal de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el diámetro de la raíz principal es significativo con respecto al testigo en sentido positivo (todos los coeficientes son mayores que cero y el Valor p: < 0.05), siendo el tratamiento 3 el que tiene un mayor efecto (coeficiente estimado = 1.67).

Figura 8

Tamaño promedio de la raíz principal de las plántulas de Cordia alliodora.



Interpretación:

La figura 8 muestra que el T1(0.175g) obtuvo un tamaño de la raíz principal superior a 13.9 cm para todos los bloques llegando alcanzar 16.18 cm en el bloque II, así mismo, T2(0.350g) obtuvo un tamaño superior a 17.90 cm para todos los bloques alcanzando los 20.18 cm en el bloque VI, a su vez el tratamiento el T3(0.525 g) obtuvo un tamaño superior a 18.02 cm para todos los bloques llegando alcanzar los 20.28 cm en el bloque VI, siendo el mayor tamaño respecto a todos los tratamientos evaluados. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 10.0 cm de tamaño.

Tabla 5

ANOVA para el tamaño de la raíz principal de las plantas de Cordia alliodora.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Raíz principal	Tratamiento	3	2101.59	700.53	104.71	0.00
	Bloque	5	36.27	7.25	1.08	0.37
	Residuos	111	742.60	6.69		

Interpretación:**Hipótesis:**

Ho: Todos los tratamientos (T1=T2=T3=T4) tienen el mismo impacto sobre el tamaño de la raíz principal de las plántulas.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre el tamaño de la raíz principal de las plántulas. Es decir: T1≠T2≠T3≠T4.

La tabla 4 muestra los datos adquiridos en el análisis de varianza aplicado a los resultados del tamaño de la raíz principal de las plántulas, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se pudo observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si hay discrepancias significativas entre los valores del tamaño promedio de la raíz principal en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula. Y se acepta la hipótesis alterna que establece que al menos un tratamiento impactó de forma diferente que el resto de tratamientos.

Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) no existe discrepancias significativas (Valor p: > 0.05)

Tabla 6

Coefficientes de regresión lineal, estimados para el tamaño de la raíz principal de las plantas de Cordia alliodora

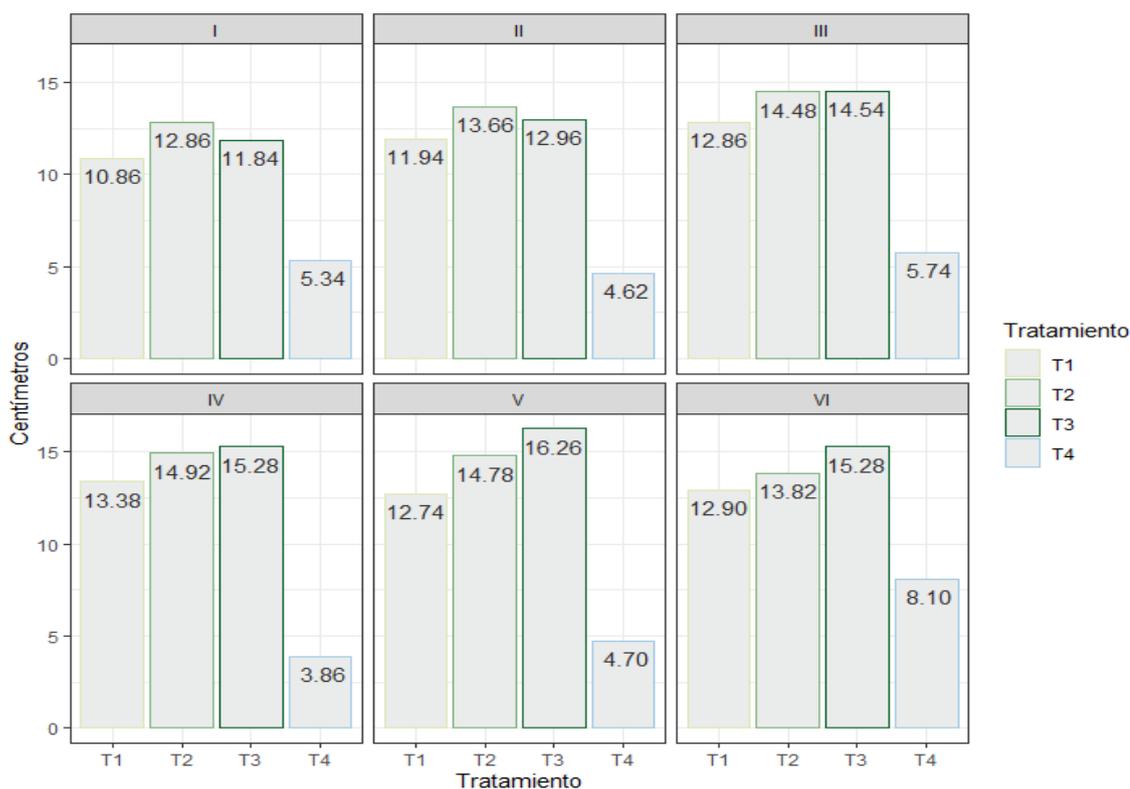
Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
Tamaño de la raíz principal	Tratamientos		
	T1	6.44	0.00
	T2	9.42	0.00
	T3	9.91	0.00
	T4		

Interpretación:

La tabla 5 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el tamaño de la raíz principal de las plantas de *Cordia alliodora*. considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el tamaño de la raíz principal fue significativo en sentido positivo con respecto al testigo (todos los coeficientes son mayores que cero y Valor p: < 0.05). Siendo el tratamiento T3 el que presento un mayor efecto (coeficiente estimado = 11.31).

Figura 9

Tamaño de la raíz secundaria de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

La figura 9 grafica los promedios del tamaño de raíz secundaria de las plantas de *Cordia alliodora* para cada tratamiento, en cada bloque. Se observó que, el T1(0.175g) obtuvo un tamaño promedio superior a 10.8 cm para todos los bloques llegando alcanzar 13.38 cm en el bloque IV, así mismo, T2(0.350g) obtuvo un tamaño promedio superior a 12.8 cm para todos los bloques alcanzando los 14.92 cm en el bloque IV, a su vez el tratamiento el T3(0.525 g) obtuvo un tamaño promedio superior a 11.8 cm para los bloques I y II mientras que para los demás bloques el tamaño promedio fue

superior a 14.5 cm llegando alcanzar los 16.26 cm en el bloque V, siendo el mayor tamaño promedio respecto a todos los tratamientos evaluados. Por otra parte, la raíz secundaria de las plantas sin tratamiento (testigo), es decir, el T4 en todos los bloques no logró superar los 8.1 cm de tamaño, en promedio.

Tabla 7

ANOVA para el tamaño de la raíz secundaria de las plantas de Cordia alliodora.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Raíz secundaria	Tratamiento	3	1591.12	530.37	130.49	0.00
	Bloque	5	76.41	15.28	3.76	0.00
	Residuos	111	451.17	4.06		

Interpretación:

Hipótesis:

Ho: Todos los tratamientos (T1=T2=T3=T4) tienen el mismo impacto sobre el tamaño de la raíz secundaria de las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre el tamaño de la raíz secundaria de las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: T1≠T2≠T3≠T4.

En la tabla 6, se presentan los datos arrojados en el análisis de varianza aplicado a los resultados del tamaño de la raíz secundaria, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se puede observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si existen discrepancias significativas entre los valores del tamaño promedio de la raíz secundaria en los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) también existe diferencias significativas (Valor p: < 0.05), esto puede deberse a factores externos.

Tabla 8

Coefficientes de regresión lineal para el tamaño de la raíz secundaria.

Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
Tamaño de la raíz secundaria	Tratamientos		
	T1	7.05	0.00
	T2	8.69	0.00
	T3	8.97	0.00
	T4		

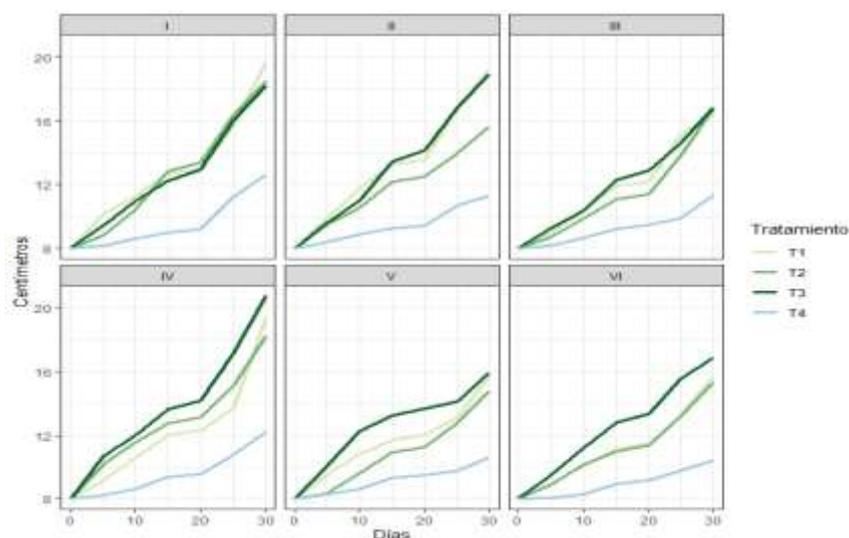
Interpretación:

En la tabla 7 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el tamaño de la raíz secundaria de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el tamaño de la raíz secundaria es significativo en sentido positivo con respecto al testigo (los coeficientes > son que cero y $p < 0.05$). Siendo el tratamiento T3 el que tiene mayor efecto (coeficiente estimado = 8.97)

3.4. Tamaño del tallo y diámetro de la base del tallo, número y tamaño de hojas de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo.

Figura 10

*Tamaño promedio del tallo las plántulas de *Cordia alliodora* por tratamiento y por bloque.*



Interpretación:

En la figura 10, se observó que el testigo (T4) es el que presenta valores inferiores a los obtenidos con los tratamientos de fosfato diamónico en todos los bloques. Mientras que, en la mayoría de los bloques, el tratamiento T3(0.525 g) es el que sobresale ligeramente de los demás tratamientos respecto al tamaño del tallo de las plantas.

Tabla 9

ANOVA para el tamaño del tallo las plantas de *Cordia alliodora*.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Tamaño de planta	Día	6	5273.57	878.93	301.24	0.00
	Tratamiento	3	1406.52	468.84	160.69	0.00
	Bloque	5	183.42	36.68	12.57	
	Residuos	818	2386.65	2.92		

Interpretación:**Hipótesis:**

Ho: Todos los tratamientos (T1=T2=T3=T4) tienen el mismo impacto sobre tamaño del tallo las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre tamaño del tallo las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: T1≠T2≠T3≠T4.

En la Tabla 8, se visualizan los datos arrojados en el análisis de varianza aplicado a los resultados del tamaño del tallo, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se observó que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si existen diferencias significativas entre los valores del tamaño del tallo en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (T1=T2=T3=T4). Y se acepta la hipótesis alterna (T1≠T2≠T3≠T4) que establece que al menos un Tratamiento (T3) impactó de forma diferente que el resto de tratamientos.

Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) también existe diferencias significativas (Valor p: < 0.05), esto puede deberse a factores externos.

Tabla 10

Coefficientes de regresión lineal para el tamaño del tallo de las plantas de Cordia alliodora.

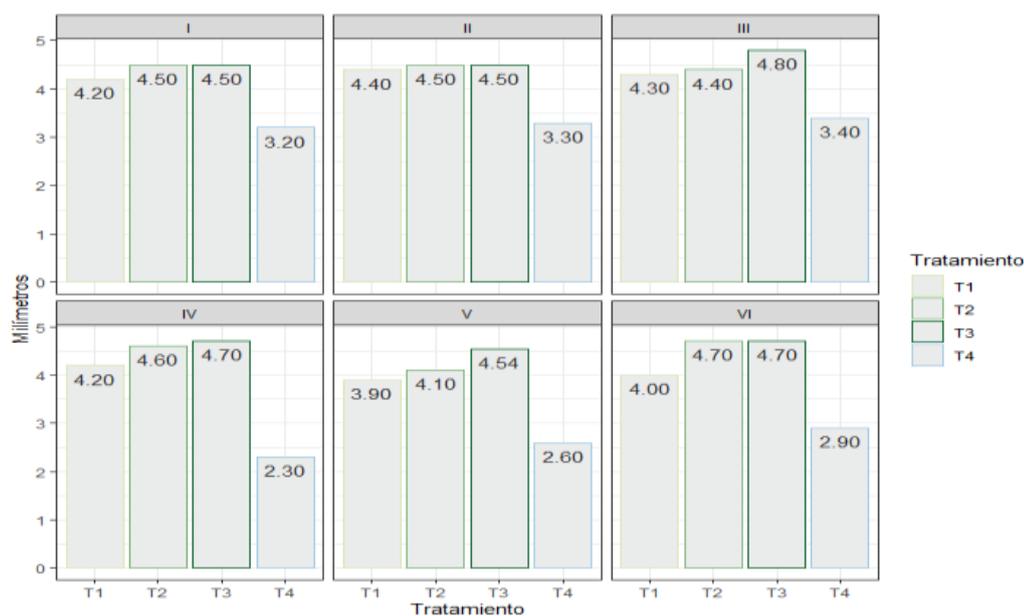
Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P	
Tamaño de planta	Días	0		
		5	1.14	0.00
		10	2.29	0.00
		15	3.53	0.00
		20	3.90	0.00
		25	5.76	0.00
		30	7.94	0.00
		Tratamientos		
	T1	2.84	0.00	
	T2	2.41	0.00	
T3	3.42	0.00		

Interpretación:

En la Tabla 9 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el tamaño del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el tamaño del tallo es significativo en sentido positivo con respecto al testigo (todos los coeficientes mayores que cero y $p < 0.05$). Siendo el tratamiento T3 el que presenta mayor efecto (coeficiente estimado = 3.42)

Figura 11

Diámetro promedio del tallo de plántulas Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

En la figura 11, se grafica los valores del diámetro del tallo de la planta de *Cordia alliodora* para los tratamientos en cada bloque. Se puede ver que, el T1(0.175g) obtuvo un diámetro superior a 3.90 mm para todos los bloques llegando alcanzar 4.40 mm en el bloque II, así mismo, T2(0.350g) obtuvo un diámetro superior a 4.10 mm para todos los bloques alcanzando los 4.70 mm en el bloque IV, a su vez el tratamiento el T3(0.525 g) obtuvo un diámetro superior a 4.50 mm para todos los bloques llegando alcanzar 4.80 mm en el bloque III, siendo el mayor diámetro respecto a todos los tratamientos evaluados. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 3.4 mm de diámetro.

Tabla 11

ANOVA para diámetro del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Diámetro	Tratamiento	3	51.78	17.26	72.98	0.00
	Bloque	5	2.59	0.52	2.19	0.06
	Residuos	111	26.25	0.24		

Interpretación:**Hipótesis:**

Ho: Todos los tratamientos ($T1=T2=T3=T4$) tienen el mismo impacto sobre el diámetro del tallo las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre el diámetro del tallo las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$.

En la Tabla 10, se tienen los datos arrojados en el análisis de varianza aplicado a los resultados del diámetro del tallo, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se puede observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si hay discrepancias significativas entre los datos de diámetro promedio del tallo en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ($T1=T2=T3=T4$). Y se acepta la hipótesis alterna ($T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$) que establece que al menos un tratamiento impactó de forma diferente que el resto de tratamientos.

Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) no existe diferencias significativas (Valor p: > 0.05).

Tabla 12

Coefficientes de regresión lineal para el diámetro del tallo de Cordia alliodora.

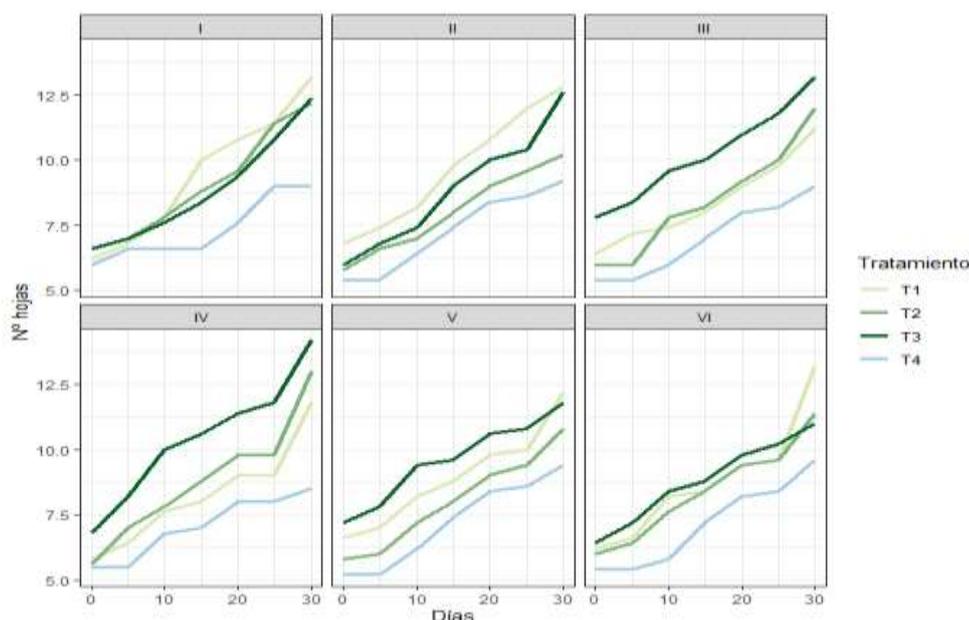
Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
Diámetro del tallo	Tratamientos		
	T1	1.22	0.00
	T2	1.52	0.00
	T3	1.67	0.00
	T4		

Interpretación:

En la Tabla 11 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el diámetro del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5%, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el diámetro del tallo es significativo con respecto al el testigo en sentido positivo (todos los coeficientes son mayores que cero y p: < 0.05). Siendo el tratamiento T3 el que presento mayor efecto (coeficiente estimado = 1.67).

Figura 12

Número de hojas de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

En la figura 12 se visualiza la evolución del número de hojas por planta para los tratamientos en cada bloque, se puede observar que para las plantas tratadas con fosfato diamónico, es decir, los tratamientos T1, T2 y T3 al cabo de 30 días en todos los bloques superan las 10 hojas por planta en promedio. Mientras que el testigo (T4) es el que mostró menor número de hojas en promedio, por debajo de 10 hojas por planta.

Tabla 13

ANOVA para el número de hojas de las plantas de Cordia alliodora.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Número de hojas	Día	6	2529.48	421.58	238.49	0.00
	Tratamiento	3	600.11	200.04	113.16	0.00
	Bloque	5	14.32	2.86	1.62	0.15
	Residuos	818	1445.98	1.77		

Interpretación:**Hipótesis:**

Ho: Todos los tratamientos (T1=T2=T3=T4) tienen el mismo impacto sobre número de hojas de las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre número de hojas de las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$.

En la tabla 12, se tienen los datos arrojados en el análisis de varianza aplicado a los resultados del número de hojas, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se pudo observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tiene un efecto significativo ($p < 0.05$), es decir, si hay discrepancias significativas entre los valores del número de hojas en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ($T1=T2=T3=T4$). Y se acepta la hipótesis alterna ($T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$) que establece que al menos un tratamiento impactó de forma diferente que el resto de los tratamientos.

Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) no existe diferencias significativas ($p > 0.05$).

Tabla 14

Coefficientes de regresión lineal para el número de hojas de las plantas Cordia alliodora.

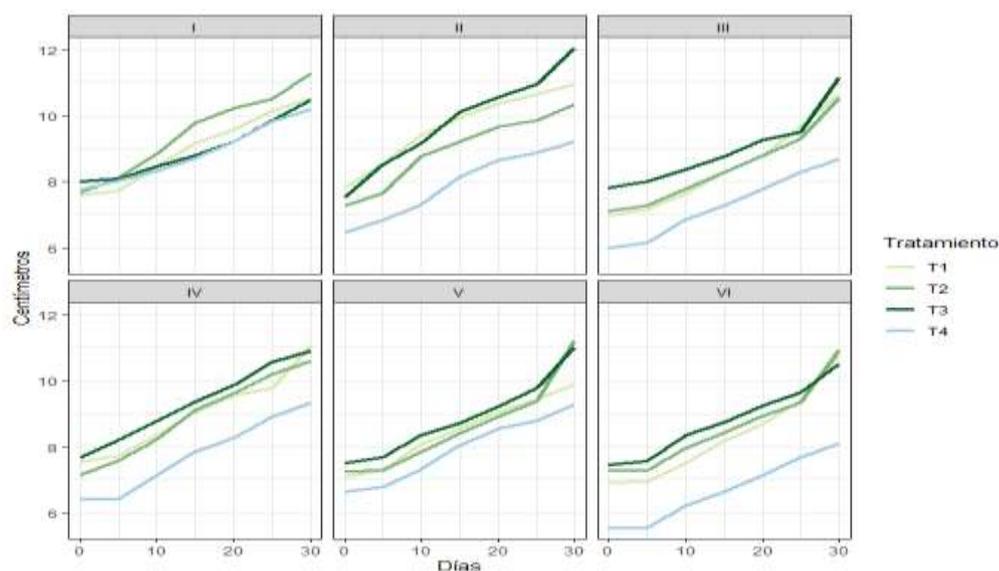
Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
Número de hojas	Días		
	0		
	5	0.50	0.00
	10	1.47	0.00
	15	2.29	0.00
	20	3.26	0.00
	25	3.79	0.00
	30	5.29	0.00
	Tratamientos		
	T1	1.75	0.00
T2	1.29	0.00	
T3	2.31	0.00	

Interpretación:

En la Tabla 13 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el número de hojas de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el número de hojas es significativo con respecto al testigo en sentido positivo (todos los coeficientes son mayores que cero y $p < 0.05$). Teniendo mayor efecto el tratamiento T3 (coeficiente estimado = 2.31)

Figura 13

Tamaño promedio de hojas de plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

En la figura 13 se grafica el crecimiento del tamaño de hoja prominente de las plantas de *Cordia alliodora* para cada tratamiento en cada bloque, se observa que, a excepción del bloque I donde no se aprecia un comportamiento resaltante entre los tratamientos y el testigo, en los demás bloques la diferencia del tamaño de hoja prominente entre las plantas tratadas con fosfato diamónico y el testigo es significativa, pues en todos los bloques los tratamientos T1, T2 y T3 al concluir el día 30 presentan un tamaño de hoja superior a los 9.5 cm a comparación del testigo (T4) el cual no supera dicha medida.

Tabla 15

ANOVA para el tamaño de hojas de las plantas de Cordia alliodora.

Indicador	Variables	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Tamaño de hoja prominente	Día	6	970.44	161.74	157.41	0.00
	Tratamiento	3	231.35	77.12	75.05	0.00
	Bloque	5	120.56	24.11	23.47	0.00
	Residuos	818	840.50	1.03		

Interpretación:

Hipótesis:

Ho: Todos los tratamientos ($T1=T2=T3=T4$) tienen el mismo impacto sobre el tamaño de hojas de las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre el tamaño de hojas de las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$.

En la tabla 14, se tienen los datos arrojados por el análisis de varianza aplicado a los resultados del tamaño de hojas, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se pudo observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si hay discrepancias significativas entre los valores del tamaño de hojas en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ($T1=T2=T3=T4$). Y se acepta la hipótesis alterna ($T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$) que establece que al menos un tratamiento

impactó de forma diferente que el resto de los tratamientos.

Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) si existen discrepancias significativas (Valor $p < 0.05$) esto puede deberse a factores externos.

Tabla 16

Coefficientes de regresión lineal el tamaño de hojas de Cordia alliodora.

Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
	Días		
	0		
	5	0.25	0.06
	10	0.87	0.00
	15	1.46	0.00
Tamaño de hoja	20	1.94	0.00
prominente	25	2.41	0.00
	30	3.22	0.00
	Tratamientos		
	T1	1.08	0.00
	T2	1.09	0.00
	T3	1.39	0.00
	T4		

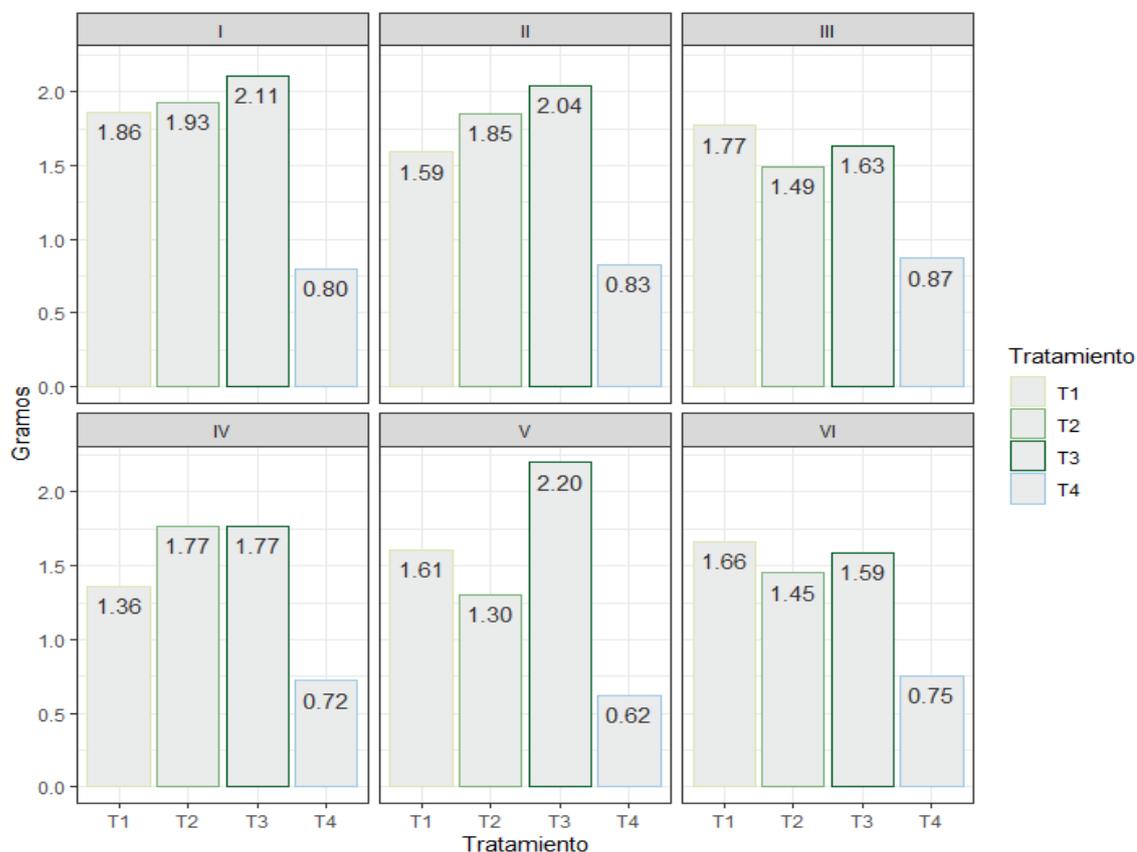
Interpretación:

En la tabla 15 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para el tamaño de hojas de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en el tamaño de hojas es significativo con respecto al el testigo en sentido positivo (todos los coeficientes son mayores que cero y Valor $p: < 0.05$). Siendo el tratamiento T3 el que presentó mayor efecto (coeficiente estimado = 1.39).

3.5. Biomasa de la raíz de los plántones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo.

Figura 14

Biomasa (peso fresco) de la raíz de plántulas Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.

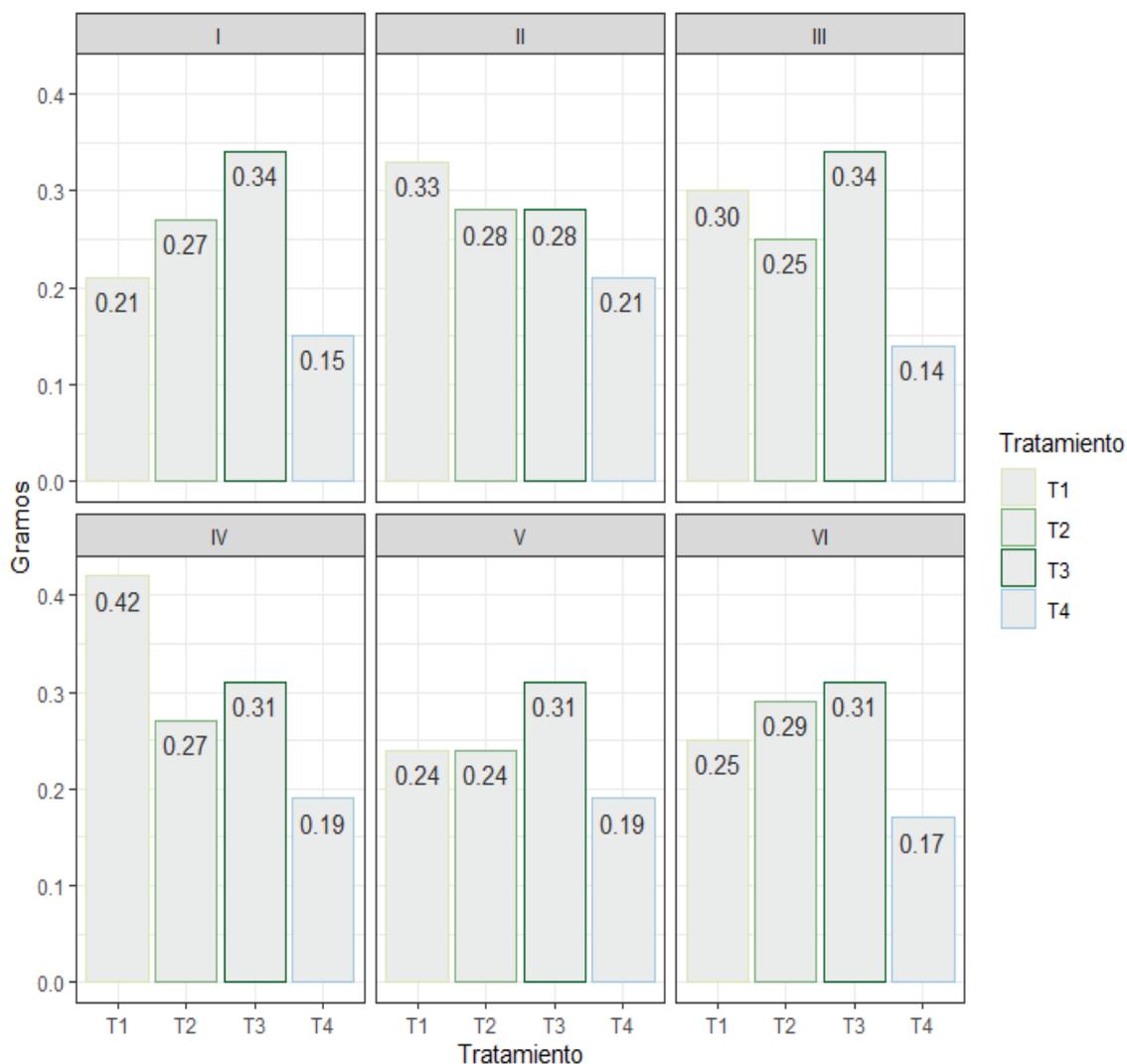


Interpretación:

En la Figura 14, se grafica los valores de la biomasa de la raíz de la planta de *Cordia alliodora* en estado fresco para los tratamientos en cada bloque. Se puede ver que, el T1(0.175g) obtuvo un peso fresco superior a 1.36 g para todos los bloques llegando alcanzar los 1.86 g en el bloque I, así mismo, el T2(0.350g) obtuvo un peso fresco superior a 1.30 g para todos los bloques alcanzando los 1.93 g en el bloque I, a su vez el tratamiento T3(0.525 g) obtuvo un peso fresco superior a 1.5 g para todos los bloques llegando alcanzar 2.20 g en el bloque V, siendo el mayor peso fresco respecto a todos los tratamientos evaluados. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 0.87 g de peso fresco.

Figura 15

Biomasa (peso seco) de la raíz de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

En la figura 15, se grafica los valores del peso seco de la raíz de la planta de *Cordia alliodora* para los tratamientos en cada bloque. Se observó que, el T1(0.175g) obtuvo un peso seco superior a 0.2 g para todos los bloques, así mismo, el T2(0.350g) obtuvo un peso seco superior a 0.24 g para todos los bloques, a su vez el tratamiento T3(0.525 g) obtuvo un peso seco superior a 0.28 g para todos los bloques. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 0.21 g de peso seco.

Tabla 17ANOVA para la biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas de *Cordia alliodora*.

Indicador	Variabales	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Peso fresco (raíz)	Tratamiento	3	21.32	7.11	34.94	0.00
	Bloque	5	1.40	0.28	1.38	0.24
	Residuos	110	22.38	0.20		
Peso seco (raíz)	Tratamiento	3	0.34	0.11	11.58	0.00
	Bloque	5	0.04	0.01	0.91	0.48
	Residuos	110	1.07	0.01		

Interpretación:**Hipótesis:**

Ho: Todos los tratamientos ($T_1=T_2=T_3=T_4$) tienen el mismo impacto sobre la biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre la biomasa fresca y seca de la raíz las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: $T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$.

En la tabla 16, se tienen los datos arrojados en el análisis de varianza aplicado a los resultados de la biomasa fresca y seca de la raíz, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se pudo observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si hay discrepancias significativas en los valores de la biomasa fresca y seca de la raíz en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ($T_1=T_2=T_3=T_4$). Y se acepta la hipótesis alterna ($T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$) que establece que al menos un tratamiento impactó de forma diferente que el resto de los tratamientos. Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) no existe discrepancias significativas (Valor p: > 0.05).

Tabla 18

Coefficientes de regresión lineal, para biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas.

Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
Tratamientos			
Peso fresco (raíz)	T1	0.88	0.00
	T2	0.87	0.00
	T3	1.13	0.00
	T4		
Tratamientos			
Peso seco (raíz)	T1	0.12	0.00
	T2	0.09	0.00
	T3	0.14	0.00
	T4		

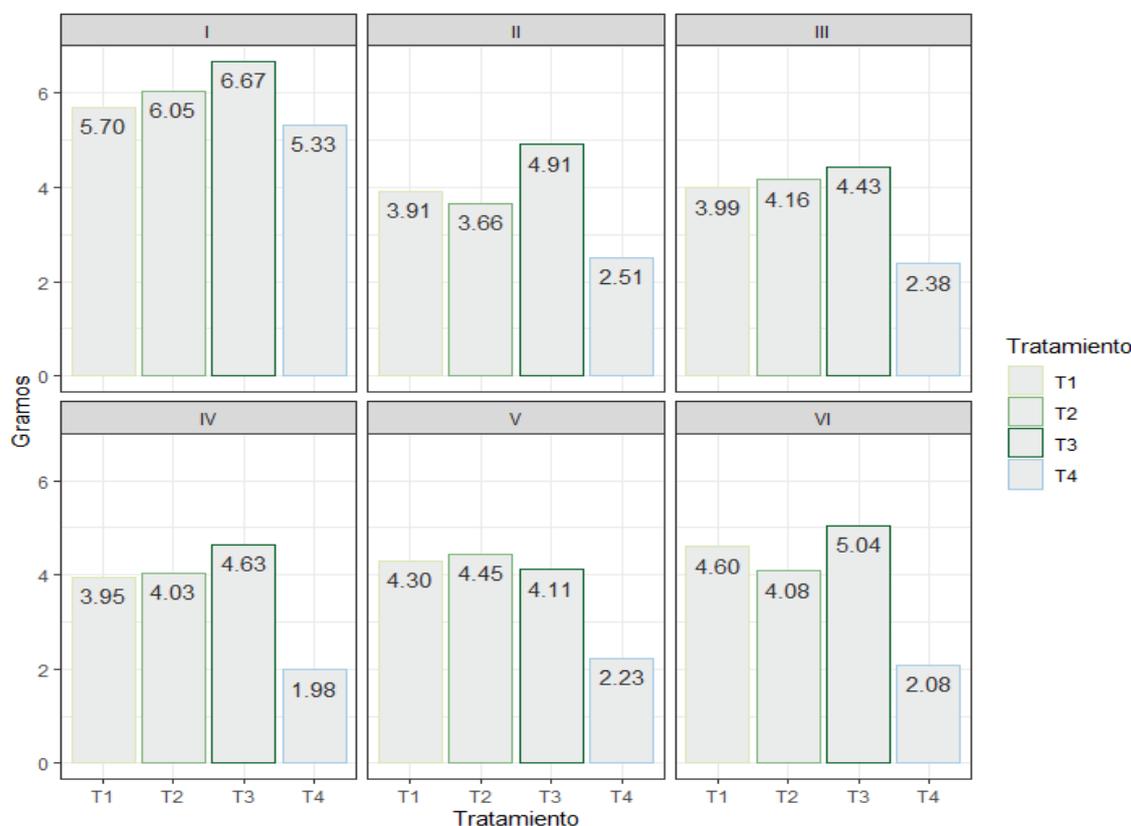
Interpretación:

En la tabla 17 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para la biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en la biomasa fresca y seca de la raíz es significativo con respecto al testigo en sentido positivo (todos los coeficientes son mayores que cero y $p < 0.05$). Siendo el tratamiento T3 el que presentó mayor efecto (coeficiente estimado = 0.14).

3.6. Calcular la biomasa del tallo de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico y muestra testigo.

Figura 16

Biomasa (peso verde) del tallo de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.

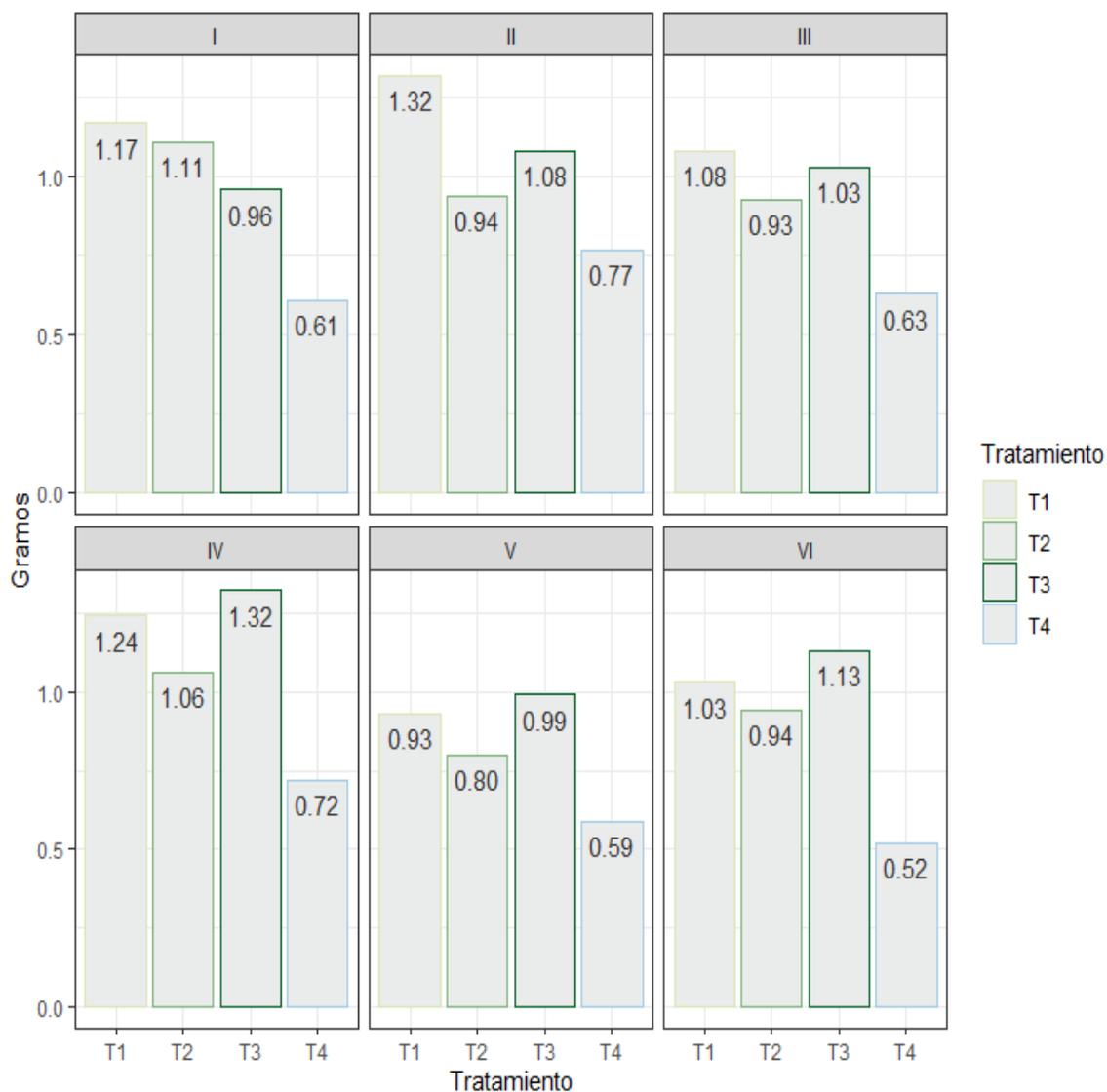


Interpretación:

En la figura 16, se grafica los valores de la biomasa del tallo de la planta de *Cordia alliodora* en estado verde para los tratamientos en cada bloque. Se puede observar que, el T1(0.175g) obtuvo un peso verde superior a 3.9 g para todos los bloques llegando alcanzar los 5.70 g en el bloque I, así mismo, T2(0.350g) obtuvo un peso verde superior a 3.6 g para todos los bloques alcanzando los 6.05 g en el bloque I, a su vez el tratamiento T3(0.525 g) obtuvo un peso verde superior a 4.1 g para todos los bloques llegando alcanzar los 6.67 g en el bloque I, siendo el mayor peso fresco respecto a todos los tratamientos evaluados. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 2.5 g de peso verde a excepción del bloque I que tiene 5.33 g de peso verde promedio.

Figura 17

Biomasa (peso seco) del tallo de las plántulas de Cordia alliodora por tratamiento y por bloque.



Interpretación:

En la figura 17, se grafica los valores promedios del peso seco del tallo de la planta de *Cordia alliodora* para los tratamientos en cada bloque. En la tabla se observa que, los tratamientos T1(0.175g), T2(0.350g) y T3(0.525 g) obtuvieron el mayor peso seco promedio con valores superiores a 0.8 g para todos los bloques. Por otra parte, el testigo T4, en todos los bloques, no logra superar los 0.77 g de peso seco en promedio.

Tabla 19

ANOVA para la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*.

Indicador	Variabes	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor-P
Peso Fresco (tallo)	Tratamiento	3	78.33	26.11	25.50	0.00
	Bloque	5	78.56	15.71	15.35	0.00
	Residuos	110	112.62	1.02		
Peso Seco (tallo)	Tratamiento	3	4.38	1.46	25.74	0.00
	Bloque	5	0.83	0.17	2.93	0.02
	Residuos	110	6.24	0.06		

Interpretación:

Hipótesis:

Ho: Todos los tratamientos ($T_1=T_2=T_3=T_4$) tienen el mismo impacto sobre la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*.

Ha: Por lo menos un Tratamiento tiene impacto diferente sobre la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*. Es decir: $T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$.

En la tabla 18, se tienen los datos adquiridos en el análisis de varianza aplicado a los resultados de la biomasa fresca y seca del tallo, considerando un nivel de significancia del 5 %. Se puede observar que los tratamientos consistentes en la aplicación de fosfato diamónico en las dosis evaluadas tienen un efecto significativo (Valor p: < 0.05), es decir, si hay discrepancias significativas en los valores de la biomasa fresca y seca del tallo en los tratamientos evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ($T_1=T_2=T_3=T_4$). Y se acepta la hipótesis alterna ($T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$) que establece que al menos un tratamiento impactó de forma diferente que el resto de los tratamientos. Por otra parte, entre bloques (I, II, III, IV, V, VI) si hay discrepancias significativas (Valor p: < 0.05) esto puede deberse a factores externos.

Tabla 20

Coefficientes de regresión lineal estimados para la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de Cordia alliodora

Indicador	Variables	Coefficiente estimado	Valor-P
	Tratamientos		
	T1	1.65	0.00
Peso fresco (tallo)	T2	1.64	0.00
	T3	2.20	0.00
	T4		
	Tratamientos		
	T1	0.49	0.00
Peso seco (tallo)	T2	0.32	0.00
	T3	0.45	0.00
	T4		

Interpretación:

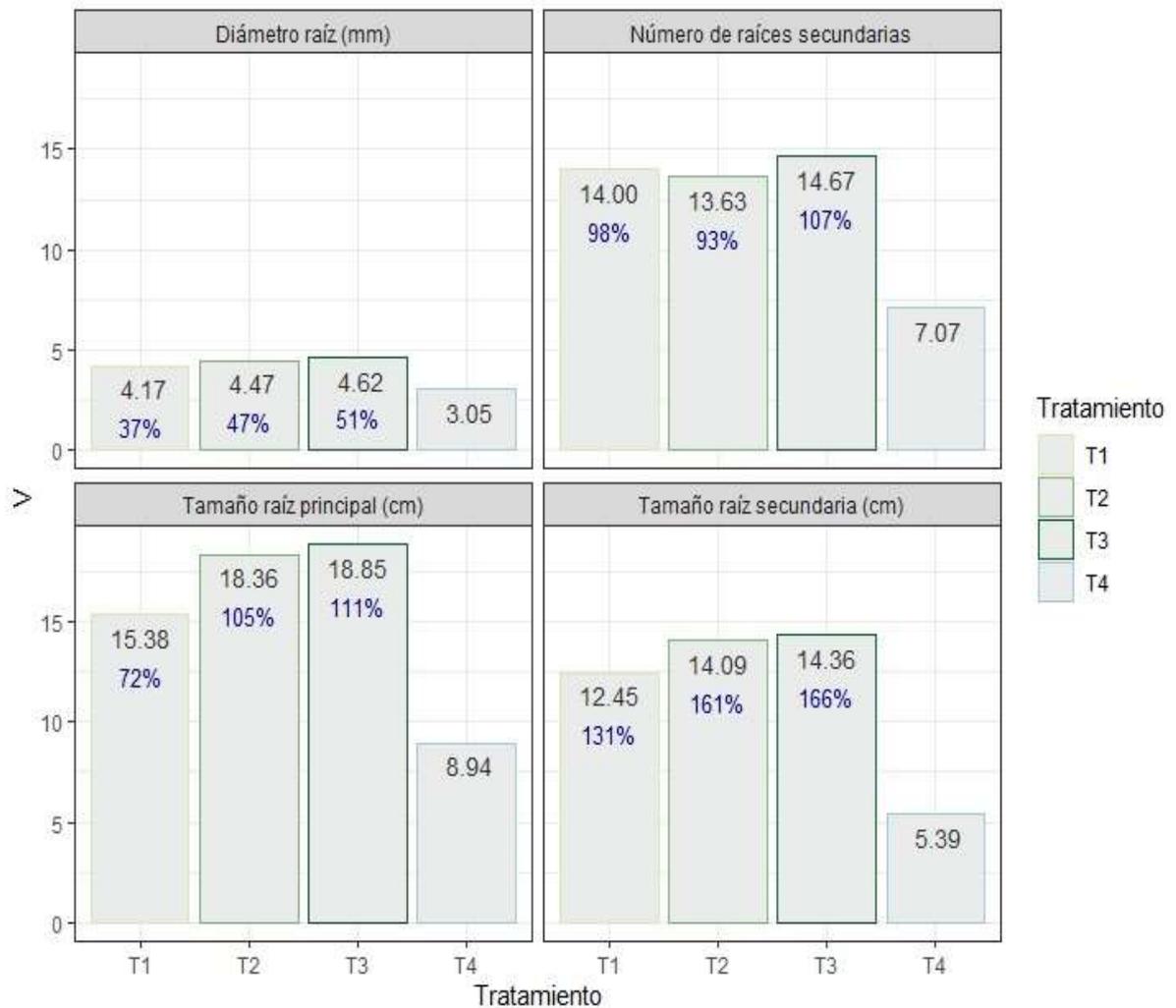
En la tabla 19 se tienen los coeficientes estimados mediante el análisis de regresión lineal, para la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de *Cordia alliodora*. Se muestra que, considerando un nivel de significancia del 5 %, el efecto de cada uno de los tratamientos con fosfato diamónico en la biomasa fresca y seca del tallo es significativo con respecto al testigo en sentido positivo (todos los coeficientes son mayores que cero y $p < 0.05$). Siendo el tratamiento T1 el que presentó mayor efecto (coeficiente estimado = 0.49).

3.7. Comparación de las características de la raíz de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico con la muestra testigo.

La comparación de todas las características de la raíz de los plantones de *Cordia alliodora* según los tratamientos evaluados y su efectividad se revelan en la figura 20.

Figura 18

Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo en las características de la raíz de los plántones de *Cordia alliodora*.



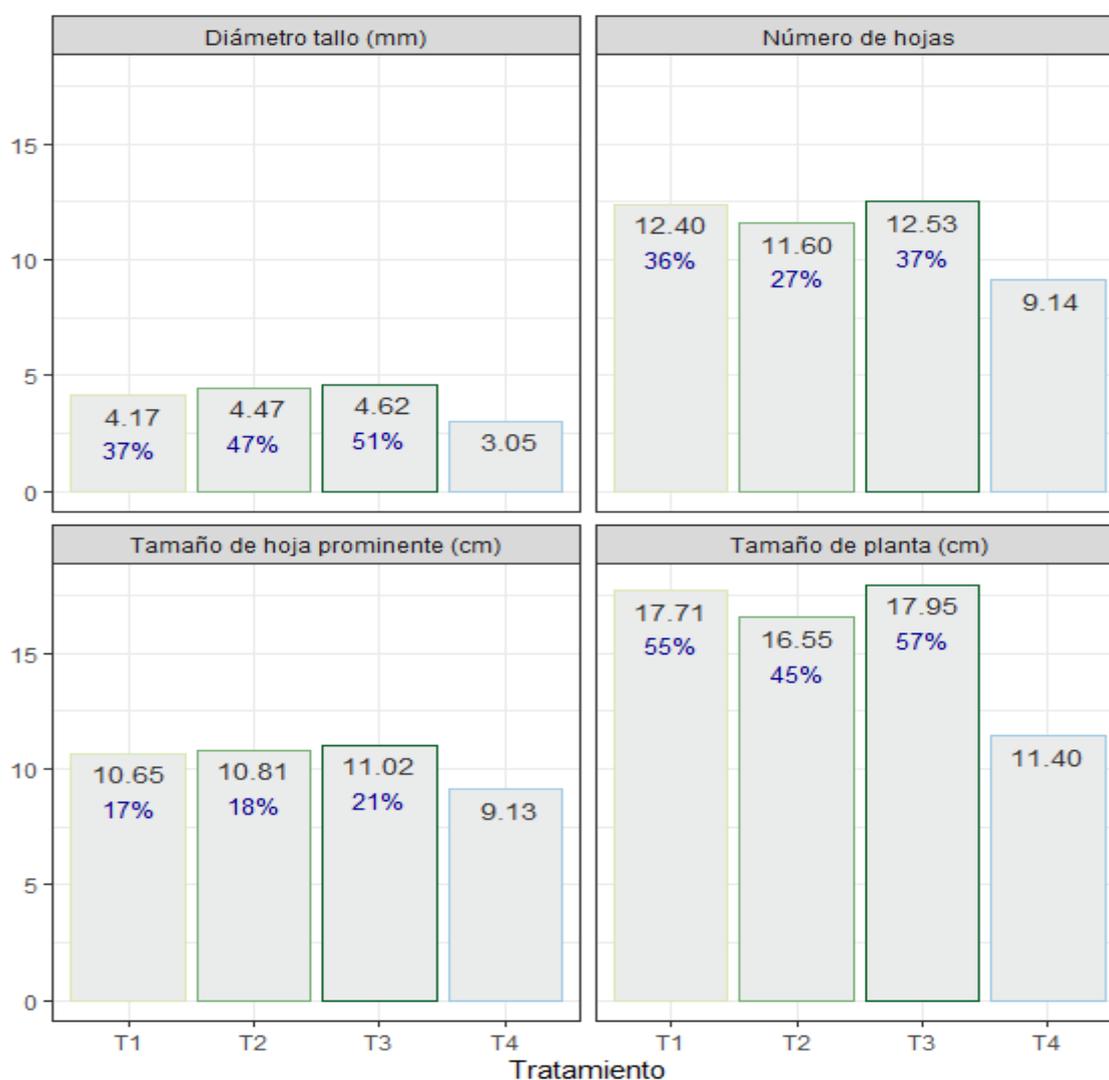
Interpretación:

En la figura 18 se hace una comparación de las características de la raíz de *Cordia alliodora* donde se observa que el T3 es el que tienen mejores valores en casi todas las características evaluadas a excepción de tamaño de la raíz principal donde el T1 tiene el mejor valor. Por el contrario, el T4 (testigo) tiene los valores más bajos en todas las características de la raíz diferenciándose significativamente de los demás tratamientos.

3.8. Comparación de las características del tallo de los plantones de *Cordia alliodora* con las dosis de fosfato diamónico con la muestra testigo.

Figura 19

Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo, en las características del tallo de los plantones de *Cordia alliodora*.



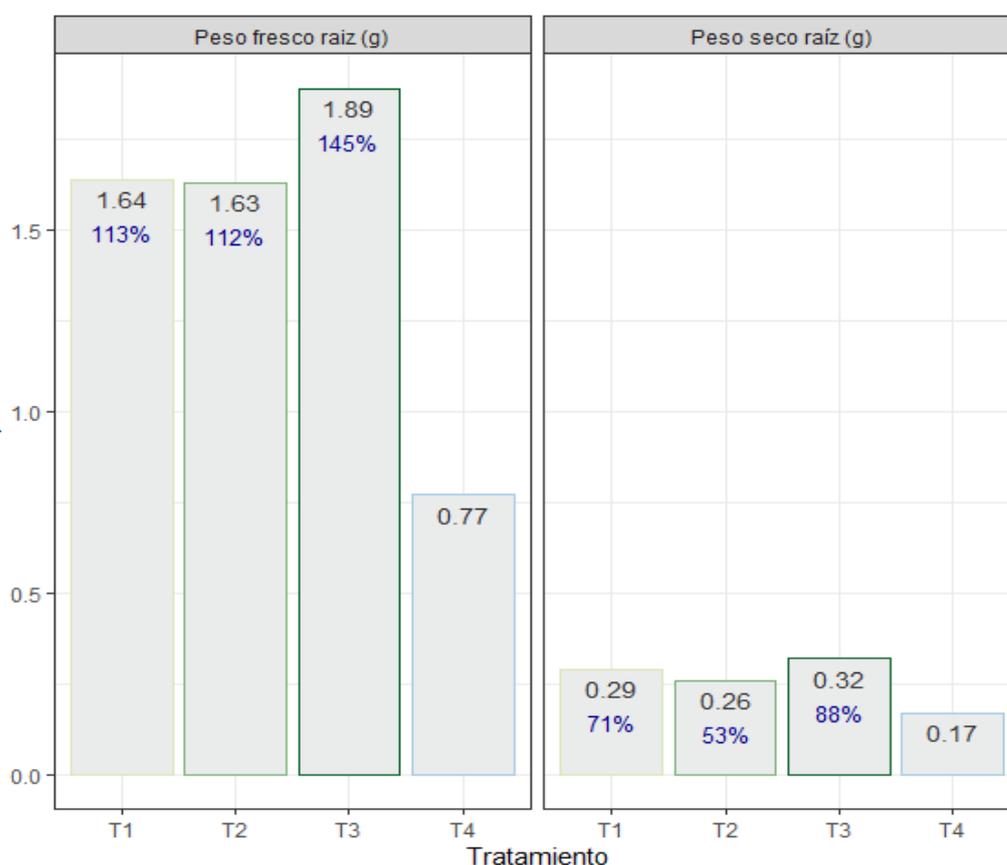
Interpretación:

En la figura 19 se hace una comparación de las características del tallo de los plantones de *Cordia alliodora* donde se observa que el T3 es el que tienen mejores valores en todas las características del tallo el segundo lugar lo ocupa el T2 en cuanto a diámetro y tamaño de hoja y el T1 en cuanto a número de hojas y tamaño del tallo. Por el contrario, el T4 (testigo) tiene los valores más bajos en todas las características del tallo diferenciándose significativamente de los demás tratamientos.

3.9. Comparación de la biomasa de la raíz de los plantones de *Cordia alliodora* en las tres dosis de fosfato diamónico entre sí y con la muestra testigo.

Figura 20

Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo, en la biomasa de la raíz de los plantones de *Cordia alliodora*.



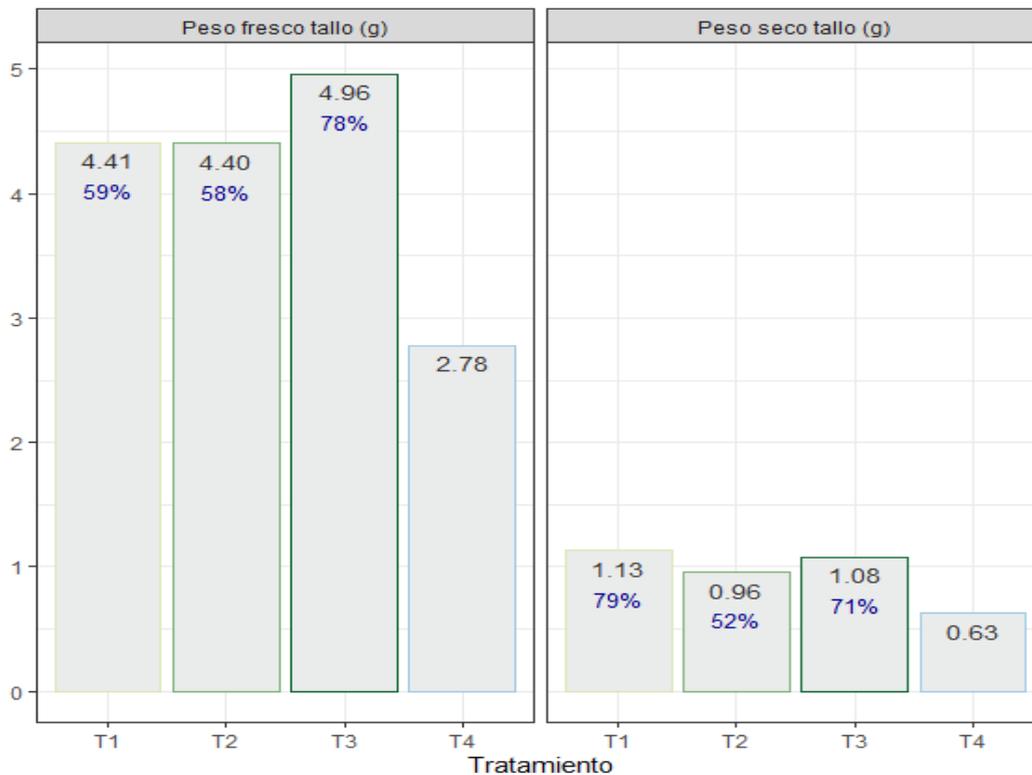
Interpretación:

En la figura 20 se percibe la comparación de la biomasa fresca y seca de la raíz de las plantas de *Cordia alliodora* según los tratamientos evaluados, en cuanto a la biomasa fresca el T3 es el que tiene un mejor valor el cual es 1.84 g con 145 % de efectividad, le sigue el T1 con 1.64 g y 113 % de efectividad y el T2 con 1.64 g y 112 % de efectividad, siendo el testigo el que obtuvo un menor valor con 0.77 g de biomasa fresca; con respecto a la biomasa seca el T3 obtuvo 0.32 g con 88 % de efectividad, le sigue el T1 con 0.29 g y 71 % de efectividad y el T2 con 0.26 g y 53 % de efectividad, a comparación del testigo que obtuvo 0.17 g de biomasa seca.

3.10. Comparar la biomasa del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* en las tres dosis de fosfato diamónico entre sí y con la muestra testigo.

Figura 21

*Efectividades (%) de los tratamientos respecto al testigo en la biomasa del tallo de los plántones de *Cordia alliodora*.*



Interpretación:

En la figura 21 se muestra la comparación de la biomasa fresca y seca del tallo de las plantas de *Cordia alliodora* según los tratamientos evaluados, en cuanto a la biomasa fresca del tallo el T3 es el que tiene el mejor valor el cual es 4.96 g con 78 % de efectividad, le sigue el T1 con 4.1 g y 59 % de efectividad y el T2 con 4.40 g y 58 % de efectividad, siendo el testigo el que obtuvo un menor valor con 2.78 g de biomasa fresca; con respecto al a biomasa seca el T1 obtuvo 1.13 g con 79 % de efectividad, le sigue el T3 con 1.98 g y 71 % de efectividad y el T2 con 0.96 g y 52 % de efectividad, a comparación del testigo que obtuvo 0.63 g de biomasa seca.

IV. DISCUSIÓN

Se evaluó el efecto del fosfato diamónico en plántulas de *Cordia alliodora* para lo cual se usó dosis de fosfato diamónico 0.175 g, 0.350 g y 0.525 g evidenciándose al final del experimento un efecto positivo en las características morfológicas de la raíz y tallo de dichos plántulas. Del mismo modo otros autores utilizaron el fosfato diamónico para la fertilización de especies forestales a nivel de vivero tal es el caso de Vargas (2017), que utilizó fosfato diamónico en dosis de 0.25g, 0.75g, 1g en plántulas de *Cedrelinga cateniformis* obteniendo resultados positivos con discrepancias significativas en el crecimiento y cantidad de hojas en comparación al testigo.

En cuanto a las características morfológicas de la raíz, en la investigación se registró que los plántulas con aplicación de fosfato diamónico presentaron un sistema radicular bien desarrollado, raíz principal de mayor tamaño al igual que las raíces secundarias, lo contrario ocurrió con los plántulas testigo que presentaron sistema radicular constituido principalmente solo por una raíz principal pequeña y pocas raíces secundarias; según la Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (2022) se puede decir que la diferencia de los resultados entre los plántulas fertilizados y los plántulas sin fertilizar se debe a que el fosfato diamónico es una extraordinaria fuente de fósforo y nitrógeno que promueve la rápida formación y desarrollo del sistema radicular de las plantas.

En cuanto a las características morfológicas del tallo, para la investigación se registró que para la dosis de 0.525 g de fosfato diamónico los plántulas de *Cordia alliodora* tuvieron un tamaño de tallo de 17.95 cm y diámetro de 4.62 mm, además, el tamaño de hoja es mayor para los plántulas con las tres dosis de fosfato diamónico y superaron las 10 hojas por planta; estos resultados difieren con los obtenidos por Vélez (2021) quienes al usar 10 mg de fosfato diamónico en plántulas de *Ochroma pyramidale* obtuvieron un crecimiento de 2.3 cm y diámetro de 2 mm a los 30 días, a los 45 días el diámetro fue 3.65 mm, la diferencia entre los estudios fue por la especie estudiada, dosis de fertilizante utilizada y el tiempo de evaluación. Del mismo modo Vega (2017) con aplicación de 1 g de fosfato diamónico en plantas de *Cedrelinga cateniformis* obtuvo un mejor crecimiento y el número de hojas incremento en un 46, 3% con respecto al testigo.

La biomasa fresca y seca tanto de la raíz como del tallo fue superior para los tratamientos con 0.350 g y 0.525 g de fosfato diamónico en comparación a los plantones sin fertilización, resultados similares obtuvo Vélez (2021) al utilizar dosis de un 1 g de fosfato diamónico en plantas de *Ochroma pyramidale*.

Todos los resultados conseguidos en el desarrollo del presente estudio evidencian el efecto positivo del fosfato diamónico en las características morfológicas de las plantas de *Cordia alliodora* a nivel de vivero, sin embargo, otros autores han estudiado el efecto de este fertilizante a nivel de campo definitivo, tal es el caso de Barba (2022) que utilizó fosfato diamónico en plantaciones de *Tectona grandis* Lf de un año de edad, sus resultados mostraron un aumento de 72,9% en altura y 58,7% de diámetro a nivel del cuello.

Según Urbina & Tosta, (2018) el nitrógeno atmosférico (N_2) requiere de gran cantidad de energía para combinarlo con carbono y oxígeno, como descargas eléctricas ó fijación fotoquímica, Sin embargo, Martínez & Leyva, (2014) manifestó un tercer procedimiento consistente en el uso de la luz solar por bacterias que en simbiosis forman nódulos con las raíces de ciertas plantas (Leguminosas), así el N_2 atmosférico puede ser movilizado a las plantas mediante NH_4^+ (iones amonio) y NO_3^- (iones nitrato). A este respecto Vásquez, (2019) expresó que a modificación de NH_4^+ a NO_3^- depende de la temperatura del suelo, es decir, más rápida se da por encima los 10 °C.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los plántones de *Cordia alliodora* con aplicación de fosfato diamónico en las tres dosis utilizadas tuvieron mejores características morfológicas de su raíz, pues presentaron raíz desarrollada, raíz principal con mayor longitud, raíces secundarias con ramificación, mayor número de raíces y por ende más frondosas, en comparación al testigo T4, el cual presentó un sistema radicular poco desarrollado conformado especialmente por una raíz principal pequeña y sin frondosidad.

Las características morfológicas del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* fueron mejores para los tratamientos T1, T2 Y T3 ya que presentaron mayor crecimiento en cuanto a altura y diámetro, además tener hojas grandes y en mayor número, en comparación al testigo T4 que tuvo tallo más pequeño, delgado y con hojas pequeñas en menor cantidad.

Los tratamientos T2 (0.350g) y T3 (0.525 g) presentaron un mayor diámetro del cuello de la raíz con valores superiores a 4.0 mm, mayor tamaño de la raíz principal con valores superiores 17.9 cm y mayor tamaño de la raíz secundaria con valores superiores a 11.8 cm, por su parte el T4 sin aplicación de fosfato diamónico obtuvo los valores más bajos ya que en cuanto a diámetro del cuello de la raíz no logró superar los 3.4 mm de diámetro en promedio, tamaño de raíz principal no logró superar los 10.0 cm de longitud y el tamaño de raíz secundaria no logró superar los 8.1 cm de longitud.

El mayor crecimiento del tallo en cuanto a altura lo tuvieron los tratamientos T1 y T3 con valores superiores a 17, 5 cm, en cuanto al diámetro de la base del tallo los mejores resultados fueron para los T2 y T3 con valores superiores a 4.0 mm, así mismo el tamaño de las hojas prominentes fue superior a 17 cm para estos tratamientos y el número de hojas fue superior a 12 para T1 y T3. Por otra parte, el crecimiento en altura de los plántones sin fosfato no superó 11.4 cm, el diámetro no logró superar los 3.4 mm, el número de hojas fue menor a 10 y el tamaño fue menor a 9.5 cm.

La mayor cantidad de biomasa de la raíz lo obtuvieron los tratamientos T1 y T3 con valores superiores a 1 g de biomasa fresca y valores superiores a 0. 2 g de biomasa seca, en cambio el

testigo no superó los 0.87 g de biomasa fresca y los 0.21 de biomasa seca de la raíz.

La mayor cantidad de biomasa del tallo lo obtuvieron los tratamientos T1 y T3 con valores superiores a los 3.5 g de biomasa fresca y de biomasa seca tuvieron valores superiores a 0.95 g, mientras que el T4 (testigo) no logra superar los 2.5 g de biomasa fresca y los 0.8 g de biomasa seca del tallo.

Al comparar las características de la raíz de los plántones de *Cordia alliodora* entre todos los tratamientos con aplicación de fosfato diamónico y el testigo, se concluyó que el T3 fue el que mayor efectividad tuvo sobre casi todas las características evaluadas obteniendo los mejores valores. Por el contrario, el T4 (testigo) tuvo los valores más bajos en todas las características de la raíz mostrando una discrepancia significativa con respecto al resto de tratamientos.

Comparando las características del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* se determinó que el T3 tuvo mayor efectividad sobre todas las características del tallo ya que obtuvo los mejores valores, le sigue el T2 en cuanto a diámetro y tamaño de hoja y el T1 en cuanto a número de hojas y tamaño del tallo. En cambio, el T4 (testigo) tiene los valores más bajos en todas las características del tallo mostrando una discrepancia significativa con respecto al resto de tratamientos.

En la comparación de la biomasa de la raíz de los plántones *Cordia alliodora* con las tres dosis de fosfato diamónico utilizado y el testigo, se determinó que el T3 obtuvo el mejor valor tanto para la biomasa fresca de la raíz que fue 1.84 g con 145 % de efectividad, como para la biomasa seca de la raíz que fue 0.32 g con 88 %, en comparación con el T4 (testigo) que obtuvo menos biomasa que los demás tratamientos con valores de 0.77 g y 0.17 g de biomasa fresca y seca respectivamente.

Al comparar la biomasa del tallo de los plántones de *Cordia alliodora* entre los tratamientos evaluados, se concluyó que el T3 es el que tiene un mejor valor para la biomasa fresca del tallo el cual es 4.96 g con 78 % de efectividad y el T1 obtuvo el mayor valor para la biomasa seca del tallo el cual fue 1.13 g con 79 % de efectividad, por el contrario, el T4 (testigo) obtuvo el menor valor de biomasa fresca y biomasa seca del tallo siendo 2.78 g y 0.63 g respectivamente.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda a los profesionales entre otros que, para futuras investigaciones en temas relacionados al abonamiento en sólido, es importante tomar en cuenta la estación y la temperatura del lugar donde se realizará la investigación, puesto que esta condición va a influir en los diferentes requerimientos de los plántones, tales como la necesidad de la cantidad y frecuencia del agua de riego y de la separación o no de las de los plántones entre sí, los cuales al ubicarse muy separados entre filas en un clima cálido, favorece la pérdida rápida de humedad y por consiguiente afecta el aprovechamiento eficaz del abono y el adecuado crecimiento de la planta. Así mismo, el abonamiento en sólido no debe realizarse a pocos días del repique, puesto que las plántulas aún no han desarrollado su sistema radicular para poder absorber eficientemente el abono, así se realice el riego en forma oportuna, debiendo hacerse el abonamiento al sustrato al mes y medio posterior al repique, tiempo mínimo en el que las raíces de las plantas ya tienen el tamaño y la consistencia funcional adecuada para la absorción de nutrientes.

Se recomienda que al momento de aplicar el fosfato diamónico deben ayudarse de un repicador para así reducir el contacto con la planta, así mismo deben lavarse las manos para evitar algunas lesiones directas en las hojas y el tallo de la plántula abonada, que pueden manifestarse como quemaduras en la parte aérea del follaje.

Se recomienda que otros investigadores investiguen sobre la misma especie y con el mismo fertilizante, pero en campo definitivo, con la finalidad de verificar si los resultados difieren según las distintas etapas de crecimiento a mayor tiempo.

Se recomienda la aplicación de soluciones nutritivas como la evaluada en el presente estudio, en plantas a nivel de vivero, teniendo eficiencia en calidad y tamaño considerable, con el propósito de que no tengan inconvenientes en adaptarse y desarrollarse con normalidad en campo definitivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba del Águila, N (2022). *Efecto de la aplicación de cal y fosfato diamónico en el crecimiento de tectona grandis l.f. de un año* [Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5214/barba-del-aguila-natalia.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (2022). *Fosfato diamónico*. Valencia, España.
<https://aeфа-agronutrientes.org/fosfato-diamonico#:~:text=El%20principal%20uso%20del%20fosfato,mezcla%20con%20otros%20fertilizantes%20granulados>.
- Brugman Dávila, J.J. (2021). *Aplicación de biofertilizante líquido vía foliar y edáfica para la producción de plántones de cacao (Theobroma cacao L.)*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria de la Selva].
http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2044/TS_JJBD_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Buamscha M., Contardi, L., Kasten, R., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D., Landis, T. Luna, T., Mexal, J. y Wilkinson, K. (2012). *Producción de plantas en viveros forestales*. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Argentina.
http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc_plantas_viv.pdf
- Indacochea, B. S., Gabriel, J.L., Pinales, J. C., Álvarez, B.V. y Orlando, N. F. (2019). *El laurel [Cordia alliodora (Ruiz & Pav) OKEN]: especie estratégica para la microrregión del sur de Manabí, Ecuador*.
- International Plant National Institute [IPNI]. (2015). *Fuente de Nutrientes Específicos*.
[http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/\\$FILE/NSS-ES-17.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/$FILE/NSS-ES-17.pdf)
- International Plant Nutrition Institute [IPNI] (1999). *Functions of Phosphorus in Plants Better Crops with Plant Food*, 83 (1).

<http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/issue/BC-1999-1#:~:text=Publications%20/,-,Better%20Crops%20With%20Plant%20Food,-A%20Publication%20of>

INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (2017). *Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura*.

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>.

Lopresti, M.F y Torti, M.J. (2021). Uso de fertilizantes orgánicos (Bokashi y supermagro) en agricultura extensiva. EEA Pergamino, INTA.

<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9397>

Marín, B. (2018). *Evaluación de la calidad de plantones forestales producidos bajo un vivero temporal en el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, provincia de Marañón, Huánuco - Perú* [Tesis de Licenciatura, Universidad Agraria de la Selva].

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1436>

Martínez, A. & Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales*, 35 (1), 11-20.

<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n1/ctr02114.pdf>

MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego), (2021). Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). *Los sistemas Agroforestales*.

<https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/2051002-sistemas-agroforestales>

Oliva M., Vacalla F., Pérez, D., y Tucto, A. (2014). *Manual vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú*.

<http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ1419.pdf>

Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Servicio Nacional Forestal y de

Fauna Silvestre (SERFOR) ex Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS) Ministerio de Agricultura y Riego (MINAG) (2014). *Manual: Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú.*

<http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ1419.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] y Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes [IFA] (2002). *Los fertilizantes y su uso.*

<https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

Pineda-Herrera, E., Manzano-Méndez, F., Valdez-Hernández, J.I. y Beltrán-Rodríguez, L.A. (2018). Crecimiento diamétrico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15 (37):25-33
DOI: 10.18845/rfmk.v15i37.3600.

Ramos, D. y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35 (4), 52-59.
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr07414.pdf>

Ramos, A.E., y Lombardi, I, R. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “Eucalipto urograndis”. *Revista Forestal del Perú*, 35(2), 132-145. DOI:
<http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>

Rodríguez, S., Vergara, M., Ramos, J., & Sainz, C. (2012). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales.*
<https://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>

SIRE. (s.f). *Cordia alliodora* (Ruiz et Pavón) Oken.

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/905Cordia%20alliodora.pdf>

Torres, J.F. (2020). *Germinación de semillas de Cordia alliodora (R. y P.) Oken (laurel blanco)*

- en sustratos convencionales y bajo condiciones in vitro* [Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5491>.
- Urbina, R.F. & Tosta, D. I. (2018). *Efecto de dos biofertilizantes y fertilización convencional en el crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero* [Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana].
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/aa9fac3a-f82a-4781-9f62-b619d424cdef/content>
- Vásquez, R.L. (2019). *Influencia de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el desarrollo de Cedrela lilloi C.DC. Cedro lila en fase de vivero* [Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1895/TS_RLVP_2019_R2.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Vega, C. (2017). *Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en plantas de Cedrelinga cateniformis Duke (Chuncho), en condiciones de vivero en Santa Cecilia, Lago Agrio, provincia de Sucumbíos* [Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8180>
- Vélez Luspa, E. D. (2021). *Evaluación del efecto de los fertilizantes químicos Fosfato di Amónico (DAP) y Yaramila complex en la producción de plántulas de Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.) Urb. (balsa) bajo el sistema Jiffy Pellets* [Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6525/1/T-UTEQ-191.pdf>

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi adorada familia: Mis padres Jorge Campos y Teresa Vargas, mi hermana Ana Campos, mi esposa Katherine Vásquez, por ser ustedes mi soporte día a día y por darme la fuerza para seguir adelante con su incondicional apoyo, con quienes cuento siempre; y a mis amados hijos Ariana y Matheo, por darme ese ánimo de seguir creciendo como ser humano, como padre y como profesional.

José Salvador Campos Vargas

Dedico esta investigación como una muestra de mi profunda gratitud y amor a mis padres Dilmer Guevara y Natividad Díaz, a mis hermanas Celeste y Jhoselyn, quienes son mi ejemplo y admiración; en especial quiero dedicar la tesis a mi angelito Mauricio Sebastián. Gracias familia, son mi fuente de inspiración, admiración y amor.

Anghela Gianella Guevara Díaz

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la salud, fuerza y perseverancia para completar este proyecto de tesis.

A nuestros padres por su amor incondicional, su apoyo constante y su incansable ánimo para seguir adelante en este camino académico. Sus consejos y guía nos han ayudado a ser las personas que somos hoy.

A la Universidad Nacional de Jaén por haber generado en nosotros capacidades académicas que han contribuido en nuestro proceso de formación profesional.

A nuestros docentes por haber brindado sus conocimientos y experiencias y así forjarnos como profesionales con una amplia visión profesional y de calidad.

A la doctora Nayka Díaz por su valiosa colaboración y por compartir sus conocimientos y experiencia en la formulación de nuestra investigación. Su aporte ha sido fundamental para cristalizar el desarrollo y ejecución de nuestra tesis.

A nuestro asesor, el ingeniero forestal, Henry William Sarmiento Castillo, por su paciencia, dedicación y orientación en todo el proceso de investigación. Sus comentarios y sugerencias en base a su experiencia en el campo de la silvicultura nos han llevado a mejorar la calidad de nuestro trabajo, permitiendo el éxito de nuestra tesis.

Agradecemos a todas las personas que, de alguna manera, han contribuido a la realización de este proyecto, ya sea con sus palabras de aliento, su tiempo o su colaboración. Su ayuda ha sido esencial para alcanzar este logro.

José Salvador Campos Vargas

Anghela Gianella Guevara Díaz

ANEXOS

Anexo 1. Solicitud de autorización de uso de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LEY DE CREACIÓN N°29304-RESOLUCIÓN DE LICENCIAMIENTO N°002-2018-C/D

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



SOLICITO: AUTORIZACION DE USO DEL LABORATORIO

SEÑOR:

Dr. SEGUNDO SANCHEZ TELLO.

RESPONSABLE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN.

Yo **GUEVARA DIAZ ANGHELA GIANELLA** identificado con DNI N° 70030877, celular N° 980118859, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén me dirijo a usted para saludarle y al mismo tiempo manifestarle lo siguiente:

Que, habiendo culminado mis estudios universitarios en la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén solicito ante usted permiso para el uso del Laboratorio de IFA, lo requerimos puesto que estamos realizando junto a mi compañero **Campos Vargas José Salvador**; nuestro proyecto de investigación "Efecto del fosfato diamónico en el tamaño de plántones del laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.) Oken) en el vivero de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén, 2022", me es de suma importancia para continuar la investigación por lo que estamos en el curso SEICIGRA.

Por lo expuesto:

Ruego a Ud. acceder a mi petición por ser de necesidad.

Jaén, 30 de junio del 2022

Anghela Gimella Guevara Díaz

DNI: 70030877

Anexo 2. Cargo de solicitud de uso de instalaciones del vivero



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Solicito: Permiso para acceder a sus instalaciones del
Vivero Yanuyacu ubicado en sector La Granja**

Señor:

ING. MARIO GUZMAN GUEVARA
DIRECTOR DE LA AGENCIA AGRARIA DE JAÉN

Nosotros, **ANGHELA GIANELLA GUEVARA DÍAZ**, identificada con DNI N° 70030877, con domicilio en la Calle los Rosales N°117 de la ciudad de Jaén y **JOSÉ SALVADOR CAMPOS VARGAS**, identificado con DNI N° 74928138, con domicilio en la Calle los Laureles 125. Egresados de la Carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, con códigos universitarios 2016111123 y 2016111101, respectivamente. Ante su despacho nos presentamos y exponemos lo siguiente:

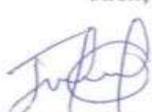
Que, habiendo iniciado la elaboración del proyecto de tesis titulado: EFECTO DEL FOSFATO DIAMÓNICO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DEL LAUREL (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav.) Oken) EN EL VIVERO DE YANUYACU, DISTRITO Y PROVINCIA DE JAÉN, 2022; solicitamos a usted ordene a quien corresponda, nos brinde el permiso correspondiente para acceder a las instalaciones del Vivero Yanuyacu ubicado en el sector La Granja, en los meses de julio hasta octubre del presente año, para realizar el trabajo de investigación y así podamos obtener el título profesional de Ingenieros Forestales y Ambientales.

Por lo expuesto, rogamos a usted acceder a nuestra solicitud y de antemano expresamos nuestro agradecimiento por la atención que preste a la presente.

Jaén, 20 de julio de 2022.



Bach. Guevara Díaz Anghela Gianella
DNI: 70030877
Celular: 980118859



Bach. Campos Vargas José Salvador
DNI: 74928138
Celular: 930973683

Anexo 3. Panel fotográfico

Figura 22

Raíces de las plántulas de Cordia alliodora después de tratamientos.



Figura 23

Tallo de las plántulas de Cordia alliodora después de tratamientos.



Figura 24

Acondicionamiento de cama de almácigo.



Figura 25

Siembra de Cordia alliodora (dispersión de semillas).



Figura 26

Tamizado de tierra y preparación de sustrato para repique.



Figura 27

Mezcla de tierra agrícola y arena en la preparación de sustrato.



eno

Figura 28

Llenado de sustrato en bolsas de polietileno.



Figura 29

Extracción y selección de plántulas para repique.



Figura 30

Selección de plántulas según calidad fenotípica en cuanto a raíz y tallo.



Figura 31

Enfilado de plántulas de Cordia alliodora.



Figura 32

Acondicionamiento del área para la instalación de bloques.



Figura 33

Medición y selección de plantas de Cordia alliodora en la cama de repique.



Figura 34

Traslado de plántones seleccionados.



Figura 35

Codificación de plántones seleccionados.



Figura 36

Pesaje de fosfato diamónico - Peso promedio del T2 - 0.350 g.



Figura 37

Abonamiento de plantas seleccionadas para la investigación.



Figura 38

Ubicación de plantones por bloques.



Figura 39

Evaluación inicial de plantas de cordia alliodora.



Figura 40

Riego constante de los plántones de cordia alliodora.



Figura 41

Evaluación final los plántones de cordia alliodora.



Figura 42

Agrupamiento de plántones por tratamiento.



Figura 43

Evaluación morfológica de la raíz y tallo de los plántones.



Figura 44

Características morfológicas de la raíz y tallo de los plantones por bloque.



Figura 45

Medición de la raíz.



Figura 46

Medición de tallo.



Figura 47

Medición de diámetro del cuello de la raíz.



Figura 48

Peso fresco del tallo.

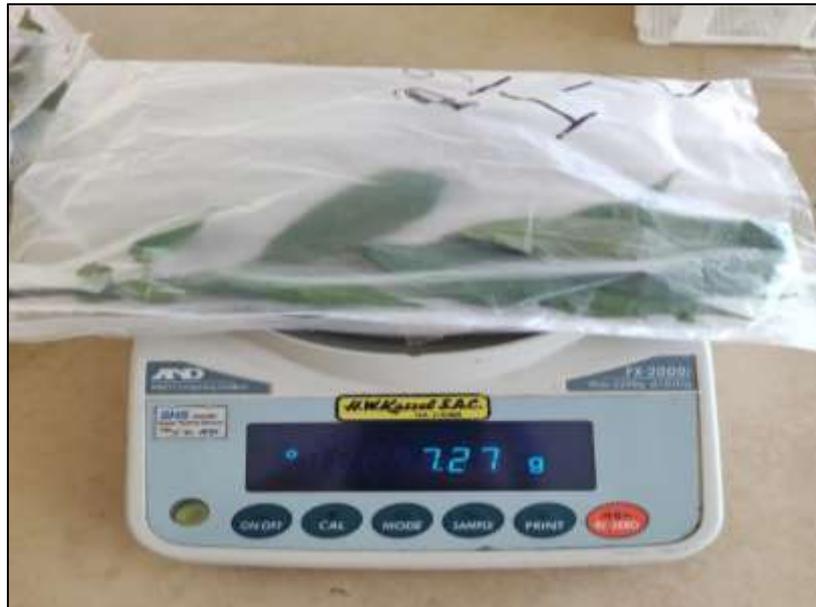


Figura 49

Peso fresco de la raíz.



Figura 50

Codificación del tallo y de la raíz para realizar el secado directo al sol.



Figura 51

Secado del tallo y de la raíz directo al sol.



Figura 52

Pesado de biomasa seca del tallo en el laboratorio de la universidad.



Figura 53

Pesado de biomasa seca de la raíz en el laboratorio de la universidad.



Figura 54

Peso seco del tallo.



Figura 55

Peso seco de la raíz.

