

Evaluación de 3 fuentes de fosforo (DAP, MAP Y Roca fosforica) como enraizante en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L*)._Variedad Fedearroz 68 en el Municipio de Piedras – Tolima.

Fabian Andrés Cerquera Lozano

Juan Carlos Rodríguez Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Agronomía

2022

Evaluación de 3 fuentes de fosforo (DAP, MAP Y Roca fosforica) como enraizante en el cultivo de arroz (*Oriza sativa L*)._Variedad Fedearroz 68 en el Municipio de Piedras – Tolima.

Fabián Andrés Cerquera Lozano

Juan Carlos Rodríguez Torres

Asesor

Francisco José Montealegre Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Agronomía

2022

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento de mi vida, por cumplir uno de mis más grandes sueños el cual es mi graduación, le doy infinitas gracias por su gran amor y protección.

A mi madre Sandra Patricia Lozano y, a mi tía Luz Alba Lozano, por apoyarme en esta carrera para salir adelante, y brindarme todo su apoyo y amor incondicional, además de inculcarme desde niño valores que me permitieron crecer como persona de bien, mi más grande admiración y respeto hacia ellas.

A toda mi familia que son parte del motor de mi vida, que por ellos realizo mis sueños, y por el apoyo sincero que siempre me han brindado.

A los ingenieros agrónomos Francisco Montealegre, Rafael Ospina, Federico Mejía y demás personas, por brindarme su apoyo en el desarrollo de este proyecto, que sin ellos no hubiese sido posible obtener estos resultados.

A La universidad por brindarme tantas oportunidades, y agradezco mucho de corazón a todos mis maestros, mis compañeros, por todos los conocimientos que me han otorgado.

Agradezco a todas aquellas personas que hicieron parte de este proceso y que hoy me permito culminar con grandes esfuerzos y dedicación.

Fabian Andrés Cerquera Lozano

Doy gracias a Dios por permitirme culminar mis estudios y a mi familia que me apoyo y acompaño en cada paso de mi educación y etapa en la UNAD siendo un apoyo indispensable para cumplir todas mis metas.

Por otro lado agradezco a los tutores de la UNAD, escuela de ECAPMA virtuales y presenciales del CEAD Sur de Ibagué, que gracias a sus asesorías, tutorías y acompañamiento hicieron que este paso por la universidad fuera de gran importancia en mi vida productiva, de ante mano agradezco al Ingeniero Francisco Montealegre que siempre

está dispuesto a solucionar las inquietudes generando conocimiento que es de gran importancia para mejorar mi calidad de vida, siendo un ejemplo muy grande en mi formación. Agradezco a todas esas personas que directa o indirectamente participaron en este proceso y etapa de mi vida.

Un agradecimiento especial a mi esposa Shiomy Johana Ruiz mis hijas Samantha, Karla Xiomara mi suegra Herminda Cardozo mis padres Vitelio Rodríguez, Carmen Lucy Torres por ese apoyo incondicional importante para poder cumplir los objetivos y metas propuestas.

Juan Carlos Rodríguez

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Resumen

El estudio se realizó en el municipio de Piedras-Tolima, con una altura promedio de 403 (m. s. n. m) y una Temperatura de 26°C. La importancia de realizar este proyecto va enfocada en buscar una solución a un problema de enraizamiento en el cultivo de arroz, debido a que es una problemática de gran importancia a la hora de asegurar las cosechas, puesto que la deficiencia de este elemento ocurre frecuentemente en el cultivo. Se busca verificar la respuesta de la raíz a 3 tratamientos utilizando 3 fuentes de fosforo (DAP, MAP Y Roca fosforica) comparado con un testigo absoluto, los cuales ayudan en la regulación de varias enzimas, así mismo evaluar cuál de estos elementos aporta a un mejor desarrollo radicular, considerando que la raíz es el principal órgano de absorción de los nutrientes. El desarrollo del estudio se estimó como un proyecto aplicado, sostenido en un diseño de campo y documental. El documento está estructurado en 4 secciones. En la primera se exponen los Objetivos, Planteamiento del Problema y Justificación. En la segunda parte está el Marco teórico, Antecedentes y Metodología. En la tercera sección están los resultados. El documento finaliza con unas conclusiones y recomendaciones. Los resultados son: En la variedad *Fedearroz 68*, DAP causa un mejor desarrollo radicular de las 3 fuentes de fosforo estudiados,

Palabras Claves: problemática, cosecha, regulación, enzimas, absorción, nutrientes.

Abstract

The study was carried out in the municipality of Piedras, with an average height of 403 (m.s.n.m) and a temperature of 26°C. The importance of carrying out this project is focused on finding a solution to a problem of rooting in rice cultivation, because it is a problem of great importance when it comes to ensuring harvests, since the deficiency of this element frequently occurs in the crop. The aim is to verify the response of the root to 3 treatments using 3 sources of phosphorus (DSP, MAP AND Phosphoric rock) compared with an absolute control, which help in the regulation of several enzymes, as well as to evaluate which of these elements contributes to a better root development, considering that the root is the main organ of absorption of nutrients. The development of the study was estimated as an applied project, supported by a field and documentary design. The document is structured in 4 sections. The first presents the Objectives, Problem Statement and Justification. In the second part is the theoretical framework, background and methodology. In the third section are the results. The document ends with some conclusions and recommendations. The results are: In the variety Fedearroz 68, DBH of the 3 phosphorus sources studied,

Keywords: problematic, harvest, regulation, enzymes, absorption, nutrients

Tabla de Contenido

Lista de tablas	10
Lista de figuras.....	11
Lista de apéndices	12
Introducción	13
Objetivos	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos.....	14
Planteamiento del problema.....	15
Justificación	17
Marco Teórico.....	19
Definición e historia	19
Dimensión agronómica	21
Taxonomía.....	21
Morfología.....	22
Requerimientos.....	23
Nutrición mineral del arroz	25
Quelatos.....	28
Fosforo: Importancia en la planta.....	29
Fisiología del fósforo en el cultivo de arroz.....	29
Variedad a utilizar	30
Metodología	31
Materiales, métodos y área de estudio	31
Ubicación Geográfica del estudio	32
Diseño experimental.....	34

Distribución de los tratamientos.....	35
Fuente: Autor.....	35
Aplicación de los tratamientos	35
Resultados	37
Desarrollo radicular Fedearroz 68.....	37
Resultados en el tiempo.....	38
Conclusiones	41
Recomendaciones	42
Apéndices.....	48

Lista de tablas

Tabla 1. Estructura agropecuaria del municipio de Piedras – Tolima.....	18
Tabla 2. Morfología de la planta de arroz <i>Oryza Sativa</i> L.....	22
Tabla 3. Concentración de nutrientes en el tejido foliar de la plántula de arroz (plantas de altura mayor que 30 cm).....	27
Tabla 4. Concentración de nutrientes en el tejido foliar de la planta de arroz en la etapa que va del macollamiento al inicio del primordio.....	28
Tabla 5. Recursos necesarios.....	36

Lista de figuras

Figura 1. Partes del tallo de la planta de arroz <i>Oryza Sativa</i> L.....	23
Figura 2. Ficha técnica variedad Fedearroz 68.....	30
Figura 3. Mapa veredal municipio de Piedras.....	31
Figura 4. Coordenadas Finca Agrícola El Chaco.....	32
Figura 5. Informe análisis de suelo.....	33
Figura 6. Tratamiento Variedad Fedearroz 68.....	35
Figura 7. Test tukey longitud raíz.....	37
Figura 8. Tendencia del desarrollo radicular de Fedearroz 68.	38
Figura 9. Tendencia del desarrollo radicular de Fedearroz 68.....	39
Figura 10. Prueba normalidad shapiro Wilk, desarrollo radicular de Fedearroz 68.....	40

Lista de apéndices

Apéndice A. Instalación de tratamientos.....	48
Apéndice B. Trabajo de los estudiantes en campo.....	49
Apéndice C. Marcaje de los tratamientos.....	50
Apéndice D. Medición de las raíces	51
Apéndice E. Resumen Analítico Especializado – RAE.....	52

Introducción

Existen actualmente 24 especies de arroz en el mundo, de las cuales 22 son silvestres y dos cultivadas. Los experimentos químicos y agronómicos han permitido que hoy en día exista diversidad genómica del género *Oryza*. (Acevedo, Marco A, Castrillo, Willian A, & Belmonte, Uira C, 2006). Son miles de variedades las que se derivan de las especies cultivadas (*Oryza Sativa L*), cada una con tratamientos diferentes y con elementos esenciales. Las variedades se condicionan a la fertilidad del suelo y las condiciones del entorno. En los suelos de América Latina, que se distinguen por su variedad de climas, humedad, temperaturas y trópicos hay estudios limitados y se centran en el desarrollo foliar, o del grano (Fuente: Antropología Alimentaria. El Arroz. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Departamento de Nutrición y Dietética, Área de Antropología Alimentaria. Bogotá, Noviembre de 2003). En torno al desarrollo radicular como tal, se encuentra un vacío en el conocimiento. El propósito de esta investigación es determinar cuál de las fuentes de fosforo Dap, Map y Roca Fosfórica, causa un mejor desarrollo radicular en la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68. Se realiza el trabajo de campo en el suelo de la finca El Chaco, ubicada en el municipio de Piedras – Tolima, teniendo como base las propiedades físico-químicas del suelo en esa zona, encontradas por el CIAT y Fedearroz. Con una población de 3000 plantas, distribuidas en grupos de 250 por fuente de fosforo, y 1000 plantas de un testigo absoluto. Igualmente se escoge el municipio de Piedras debido a que la economía de ese lugar depende netamente de la siembra, recolección y venta de la cosecha del cultivo del arroz. Se selecciona esa variedad por ser la que predomina en el cultivo de los suelos con esas características. Como resultados se tienen que las características agronómicas del suelo interactúan significativamente con el elemento aplicado en cada bloque.

Objetivos

Objetivo general

Determinar cuál fuente de fosforo (Dap, Map y Roca Fosfórica), causa un mejor desarrollo radicular en la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68.

Objetivos específicos

Desarrollar el estudio acerca del efecto que tiene el Fosforo en el crecimiento radicular de la planta.

Evaluar la respuesta en el enraizamiento a los tratamientos, con las fuentes de fosforo Dap, Map y Roca Fosfórica en la planta de arroz *Oryza sativa L* en la variedad Fedearroz 68.

Obtener y comparar resultados por cada fuente de Fosforo, por medio de un análisis estadístico cuantitativo y cualitativo.

Planteamiento del problema

La deficiencia de fósforo en las plantas ha sido señalada por años como el segundo problema en importancia después del nitrógeno, en la fertilidad de los suelos, en la América tropical (Sánchez y Salinas, 1981); esta deficiencia es con frecuencia agravada por su fijación en diferentes formas, haciendo que sea menos disponible para las plantas (Fernández y Turrión, 2011).

Teniendo en cuenta que la agricultura es una actividad económica fundamental en países de América Latina, ya que durante los últimos 5 años ha presentado una tendencia creciente en el Valor Agregado Agrícola (VAA). En el contexto colombiano, éste aumentó en 0.5% para el 2016, y su crecimiento ha sido conservador para los siguientes años (CEPAL, 2017, p.4). En el país es considerada la principal fuente de empleo y generación de ingresos para el sector rural (Junguito, Perfetti, & Becerra, 2014). Según el DANE, para el año 2018, representó el 6,92% del Producto Interno Bruto en Colombia. El Café, el Arroz y el Maíz han sido en su orden los cultivos de mayor área cosechada en el país para el 2016 (Ministerio de Agricultura, 2016). Con relación al arroz (*Oryza Sativa L.*), es un cultivo de producción significativo en Colombia, representa el 13% del área cosechada y el 30% de los cultivos transitorios. Su producción representa el 6% del valor de la producción agropecuaria y el 10% de la actividad agrícola colombiana. El valor generado por este producto es equivalente al 58% del valor constituido por el cultivo del café (Aramendiz, Espitia & Cardona, 2011). Es además uno de los más importantes en regiones como el Tolima, el cual para el año 2016, según el Ministerio de Agricultura, representó el 69,95% de la producción de cultivos transitorios, equivalente a 689.306 toneladas. Para el año 2018 representa el 74,47% del área cosechada en el total del área de cereales. El municipio de Piedras se encuentra entre los primeros 10 del departamento en producción de arroz, con un total de 16.404 toneladas en el 2018 (Agronet , 2019).

El fósforo es uno de los elementos más importantes en el desarrollo y el metabolismo de las plantas, es uno de los reguladores de la fotosíntesis, principalmente de la actividad del ciclo de Calvin, en particular, es responsable de la cantidad y la actividad de la Rubisco y la regeneración de la Ribulosa 1-5 bifosfato (Rao & Terry, 1989).

Las formas inorgánicas regulan una gran cantidad de actividad enzimática y rutas metabólicas relacionadas al proceso de transporte. Además, su deficiencia afecta varios aspectos de la fotosíntesis, ya que se ha demostrado mediante varios estudios que reduce de manera significativa la capacidad de fijación de CO₂ de las plantas (Xu et al., 2007).

Por otra parte, en la localidad de Piedras desde los años 2015 y 2017 se ha implementado variedad de arroz Fedearroz 68, de allí la importancia de realizar este proyecto enfocado a identificar la fuente de Fosforo que más influye en el enraizamiento de la variedad de arroz Fedearroz 68, verificando la respuesta de la raíz en 3 tratamientos, utilizando 3 fuentes de fosforo (Dap, Map y Roca Fosfórica), además de un testigo absoluto. Debido a que es una problemática de gran importancia a la hora de asegurar las cosechas, puesto que la deficiencia de este elemento ocurre frecuentemente en el cultivo del arroz.

Justificación

Actualmente se encuentra diversidad de elementos en el suelo del territorio tolimense, los cuales son importantes para el abono y crecimiento de los productos agrícolas, tales como Aguacate, Café, Arroz, Maíz, Caña, y demás. Para el año 2018 el arroz ocupa el 18.18% del área sembrada y el 19,77% del área cosechada, siendo solamente superado en extensión por el Café a nivel departamental. Mientras que, a nivel de producción en toneladas, el arroz ocupa el primer lugar con 397,302 para el año 2018 (Ministerio de Agricultura, 2016).

La importancia de este proyecto radica en evaluar 3 fuentes de Fosforo (Dap, Map y Roca Fosfórica) en el enraizamiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L*). Con el fin de mejorar condiciones de productividad y competitividad de los cultivos del área. Brindando información sobre el manejo o cambios de las rutinas productivas en el cultivo del arroz. En cuanto a la productividad, con este trabajo se busca encontrar la fuente de Fosforo que más influye en el crecimiento y madurez de la planta de arroz, y con ello dar un aporte para la toma de decisiones de los agricultores de la zona.

El arroz es el principal cultivo de la región, el cual se ha caracterizado por ser la base de la economía del municipio de Piedras Tolima. En este municipio se calcula aproximadamente el 49,4% de la superficie cosechada para 2016, el 59,9% para 2017 y el 61% para 2018, lo que significa que va en aumento, siendo esta una oportunidad para mejorar el manejo agronómico, donde se pueda implementar nuevas alternativas tanto económicas como de desarrollo y producción.

Tabla 1*Estructura agropecuaria del municipio de Piedras – Tolima.*

Evaluación Agropecuaria						
municipio de Piedras 2017						
Cultivo	2018		2019		2019	
	Área Cosechada (ha)	%	Área Cosechada (ha)	%	Área Cosechada (ha)	%
Arroz	4,187	49.4%	4,236	59.9%	2,132	61.0%
Plátano	30	0.4%	32	0.5%	32	0.9%
Limón	15	0.2%	21	0.3%	21	0.6%
Maíz	3,800	44.8%	2,600	36.8%	1,100	31.5%
Yuca	450	5.3%	180	2.5%	210	6.0%

Fuente: Autor, modificado de Agronet.

El aporte desde la perspectiva metodológica es que se va a estudiar la evolución radicular de la planta de arroz en cuatro momentos, a los 15, 30 y 45 días después de emergida la semilla. Se utilizan 4000 semillas de la variedad Fedearroz 68 divididas en cuatro bloques.

A las 1000 semillas de cada bloque se les aplica una fuente de fosforo diferente incluyendo el testigo. Posteriormente se toman muestras de cada parcela (05 plantas), 20 muestras de cada bloque para examinar su desarrollo radicular, luego se toman los datos para analizarlos estadísticamente.

Se pretende demostrar la capacidad de enraizamiento de la planta de arroz, variedad Fedearroz 68, con diferentes fuentes de fosforo, las cuales ayudan en la regulación de varias enzimas, así mismo evaluar cual fuente de fosforo aporta a un mejor desarrollo radicular, siendo la raíz el principal órgano de la absorción de los nutrientes.

Marco Teórico

Definición e historia

El arroz (*Oryza Sativa*) es la segunda planta cereal y el producto agrícola- más usada en la actualidad, por debajo del Maíz. Debido a su antigüedad en la dimensión tanto gastronómica y socioeconómica de la humanidad, está en la mayoría de las comidas de cerca de 115 países, y el 40% de la población mundial depende de éste para el 80% de su dieta (Diaz & Chaparro-Giraldo, 2012).

El arroz es una planta monocotiledónea, que en los países tropicales completa su ciclo de vida en aproximadamente 110 a 120 días. El arroz está constituido por componentes, tales como: “almidón, proteínas, grasas, ligninas y cenizas, con indicios de numerosos metales y vitaminas” (Diaz & Chaparro-Giraldo, 2012, p.181).

La planta del arroz que se evalúa en esta investigación es la del género *Oryza*. Para definir el género es requerido un poco de historia. En relación con los géneros que componen otros cereales, *Oryza* ocupa una posición filogenética distinta en una subfamilia aparte, la familia Ehrhartoideae (Kellogg, Evolutionary History of the Grasses, 2001). Su historia se remonta al Mioceno, hace aproximadamente 14 a 9 millones de años. *Oryza* es a su vez un miembro de la tribu Oryzeae -está compuesta por aproximadamente 11 géneros-, que junto con la tribu Ehrharteae está incluida en la subfamilia Ehrhartoideae (Kellogg, 2009; Tang *et al.*, 2010). Aunque hay muchos estudiosos que enuncian el origen del género *Oryza* probablemente hace unos 130 millones de años, en el antiguo megacontinente Gondwanaland y diferentes especies se distribuyeron en diferentes continentes con la ruptura de Gondwanaland (Khush, 1997). Si bien se aborda que las características morfológicas del arroz son una amalgama de elementos que se han originado en su larga historia evolutiva. El género *Oryza* fue nombrado por Linnaeus en 1753, y el número de cromosomas en la planta fue determinado por Kuwada en 1910, hasta los años sesenta que se aclaran las características

del género *Oryza* (Vaughan, Morishima, & Kadowaki, 2003). Del género *Oryza* se derivan 24 especies de las cuales 22 son silvestres y dos cultivadas (Díaz & Chaparro-Giraldo, 2012). La diversidad genómica y de especies de *Oryza* se encuentran principalmente en las islas del sureste de Asia, de las 22 especies silvestres 9 se ubican en Indonesia, y 7 de los 10 tipos de genomas se encuentran en el sureste de Asia. Algunos grupos de especies se asocian con lo encontrado en el sur de Asia, África y América (Toriyama et al., 2005; Johns y Mao, 2007; Ikehashi, 2009) como se citó en (Díaz & Chaparro-Giraldo, 2012). Las dos especies cultivadas son *Oryza Sativa* L. originaria de Asia, específicamente en varias partes de la India y en áreas adyacentes, y *Oryza Glaberrima*, probablemente se originó en el delta del río Níger o en Liberia, en África (Moquete, 2010; (Díaz & Chaparro-Giraldo, 2012; Tang et al., 2010). La mayoría de las variedades consumidas actualmente, incluso en América Latina, proceden de la especie *Sativa*, mientras que el cultivo de la otra especie, es propia de su lugar de origen. El cultivo de *Oryza Sativa* empieza en Hunan-China en los años 8200 – 7800 A.C. en los valles de los ríos Hang-Ho y Yang-Tse-Kiang (Arroz Cantone, 2017). Posteriormente fueron adoptados en Corea, Japón y Filipinas, hasta llegar a los países mediterráneos. “Con la llegada de la especie a otras áreas, hace 2000 años aproximadamente, se dio el surgimiento de centros secundarios de diversidad con formas distintivas. [...] Actualmente se han considerado centros más recientes en África y Suramérica” (Díaz & Chaparro-Giraldo, 2012, p.182). De la especie *Oryza Sativa* existen más de 2000 variedades cultivadas en el mundo, cada variedad se diferencia bien sea en la morfología de la planta y del grano, la resistencia al volcamiento, la ramificación, la calidad del grano, la precocidad, la resistencia y tolerancia a los factores bióticos y abióticos y la productividad física (Díaz & Chaparro-Giraldo, 2012). Esta especie se divide en tres subespecies -y a su vez las variedades-, basadas sobre sus condiciones geográficas: *índica*, *javánica* y *japónica*. La primera hace referencia al cultivo que se realiza en las zonas tropicales y subtropicales; la *javánica* se cultiva en zonas

húmedas y la japónica en zonas templadas e incluso está en condición de tolerar bajas temperaturas (Moquete, 2010).

En América Latina y el Caribe, desde 1967 han sido lanzadas más de 300 variedades al mercado, y cerca del 90% pertenecía al sistema de cultivo con riego. Con el paso del tiempo, y entrado el siglo XXI se fue adaptando el arroz a los suelos ácidos de las sabanas tropicales, a los valles y a las zonas aledañas a los bosques del trópico de América Latina. Actualmente, se dice que en estas regiones el arroz crece más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo (Degiovanni, Martínez, & Motta, 2010). Aunque también existe un porcentaje del arroz que mantiene su genética de origen, es decir cultivado en suelos húmedos o inundados, en la rivera de los ríos.

Dimensión agronómica

El cultivo de arroz se puede ver desde varias dimensiones, las cuales involucran la economía, el comportamiento social, el efecto en la nutrición, la agronomía, y demás. Se aborda desde el punto de vista agronómico, ya que el campo de estudio de esta ciencia involucra estudiar y analizar métodos para mejorar la calidad de los productos agrícolas y alimentarios.

La morfología y la taxonomía vegetal es una línea de investigación que estudia la clasificación de las plantas, la mayoría silvestres, por medio de la observación y la composición de esta (Noches, 2019).

Taxonomía

El arroz pertenece a el Reino: Plantae; Subreino: Tracheobionta; División: Angiospermae; Clase: Monocotyledoneae; Subclase: Commelinidae; Orden: Glumiflorae; Familia: Poaceae (gramineae); Subfamilia: Ehrhartoideae; Tribu: Oryzeae; Género: Oryza; Siendo las especies cultivadas: *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud, ambas son especies de reproducción autógena, diploides con $2n=24$ cromosomas.

Morfología

La planta de arroz es monoica, incompleta, perfecta; que consta de raíz, tallo hojas como órganos vegetativos; y de flor y semillas como órganos reproductivos. Estas pueden tener tamaños que varían entre 0,4m (enanas) y de 7,0m (flotantes). (Arregocés, Rosero, y González, 2005).

Tabla 2

Morfología de la planta de arroz Oryza Sativa L

Estructura	Descripción
Raíz	Delgadas, fibrosas y fasciculadas. Dos tipos de raíces al germinar y al madurar: seminales y adventicias secundarias, en su respectivo orden.
Tallo	Cilíndrico con nudos y entrenudos, de 60-120cm de largo.
Hoja	Lineales, alternas, envainadoras, al ápice agudo.
Flores	Hermafroditas de color verde o blanco, conjunto se compone de una panoja grande, termina estrecha, y colgante después de floración.
Inflorescencia	Panícula determinada ubicada en el vástago terminal. Consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y flósculo
Grano	Ovario maduro. Grano descarado con forma caríopside con el pericarpio pardusco.

Fuente: (Noches, 2019)

Figura 1

Partes del tallo de la planta de arroz Oryza Sativa L



Fuente: https://www.ecured.cu/Arroz#/media/File:Oryza_sativa_partes_del_tallo.jpg

Requerimientos

Para que el cultivo de arroz sea óptimo, es necesario, como en cualquier otro tipo de cultivo, tener unas características de temperatura, clima, suelo y pH.

Clima: El arroz es una planta de origen tropical y subtropical, por este motivo se deben escoger regiones húmedas tropicales para el cultivo de esta planta. Por tal motivo el arroz se produce en alturas desde el nivel del mar hasta 2500m. La lluvia es necesaria, ya que muchas de estas plantas necesitan suelos inundados para ser cultivadas (Arroz, s.f).

Temperatura: La temperatura afecta de manera integral el proceso del cultivo del arroz, ya que depende de dicha temperatura germina más rápido o no la semilla, crecen más los tallos o crecen más granos de arroz por espiga. El arroz puede germinar a temperaturas mínimas entre 10 y 20°C, pero esta no es la temperatura óptima para el arroz, ya que dicha

temperatura se encuentra entre 30 y 35°C, esta es una brecha muy estrecha ya que a 40°C no se puede producir el arroz, ya que este no germina. Según el manual técnico para el cultivo de arroz, la temperatura optima, anterior dicha, hace que la planta crezca más rápido de lo normal, aunque son las susceptibles a atraer plaga, por otro lado, si la temperatura es baja, entre 10 y 20°C, la planta genera un gran porcentaje de esterilidad, lo que a su vez genera que no crezca el grano de arroz en la planta (DICTA, 2003).

Suelo y pH: El arroz puede crecer en una gran variedad de suelos, aunque como esta planta es originaria de suelos cercanos a ríos, su crecimiento es mejor en suelos de textura fina y media, hablando así de arcillas con gran cantidad de material orgánico, que proporciona una gran cantidad de nutrientes a la planta, aunque cabe recalcar que su trabajo es más laborioso. Por otro lado, la inundación es importante porque este cambia el pH del suelo el cual es importante que este en 6.6, ya que la liberación microbiana de nitrógeno y fosforo es alta, al igual que la absorción de nutrientes, (Dióxido de carbono, ácidos orgánicos, hierro y aluminio) (Arroz, s.f).

Fertilización: La fertilización genera un desarrollo de la planta óptimo de las rices y de la planta en general. Este proceso hace que la planta además de crecer sana y fuerte, gracias a que aporta materia orgánica al suelo. Antes de aplicar cualquier fertilizante es indispensable hacer un estudio de cómo se encuentra el suelo en ese momento, y más cuando ya se ha realizado una siembra anteriormente ya que las plantas absorben una cantidad importante de nutrientes del suelo, y se la llevan con ellas al momento del corte. La planta de arroz necesita más de 10 elementos para crecer, los más importantes para que esta tenga un óptimo crecimiento es fosforo, el nitrógeno y el potasio, son los elementos que más necesita, pero en desventaja, estos elementos son los que se encuentran menos en el suelo. La forma en que se aplican los fertilizantes depende de muchos factores, como el suelo, el tipo de grano, y la época en que se siembra, estas se hacen generalmente de manera manual con fertilizantes

nitrogenados, las dosis son de aproximadamente 150 kilogramos por hectárea, y se dosifican en dos partes una antes de la siembra donde se coloca a unos cuantos centímetros de profundidad y otra cuando brota la semilla. El fósforo es muy importante de igual manera gracias a que mejora la productividad del arroz, naciendo más grano y de mejor tamaño, este debe ser suministrado, de igual manera antes de la siembra. El fósforo se debe encontrar entre unos 50 a 80 kilogramos por hectárea. Por último, el potasio ayuda al fortalecimiento de la planta, ya que fortalece las espigas y el tallo, para que no caiga al agua, si se presentan altos vientos durante el crecimiento. Este se debe encontrar entre 80 y 150 kilogramos por hectárea (Banco Agrícola de Venezuela , 2015).

Nutrición mineral del arroz

Se han encontrado diversos aspectos relacionados con la nutrición mineral de la planta de arroz. (Mejía & Menjívar, 2010) encuentran como elementos esenciales: Nitrogeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Silicio, Hierro, Zinc, Cobre, Manganeseo, Molibdeno y Boro. El rendimiento final del cultivo se ve afectado por la cantidad de los diferentes nutrientes, ellos enuncian que existe un equilibrio en cantidades, para la nutrición adecuada. La fisiología del arroz y sus requerimientos nutricionales están muy ligados a las condiciones del suelo y del clima. El suelo en su mayoría de casos no cuenta con la cantidad adecuada para el crecimiento de la planta, en el desarrollo radicular debe actuar también el riego de aquellos minerales faltantes. Los elementos esenciales a que se refieren, hacen parte del compendio de 17 elementos que hasta la fecha se han encontrado que influyen directamente en la nutrición. Cerca del 96% de la materia seca vegetal está constituida por el Carbono (C), el Hidrógeno (H), y el Oxígeno (O). El restante 4% de la biomasa acumulada - los otros 14 minerales- es tomado principalmente por las raíces. Cada uno cumple funciones específicas y según sus propiedades fisicoquímicas, se clasifican en metales (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo y Ni) y no metales (N, S, P, B y Cl) (Mejía & Menjívar , 2010).

A su vez, (Mejía & Menjívar , 2010) definen las condiciones para que un elemento sea esencial en el proceso de nutrición vegetal:

1. La planta no puede completar el ciclo de vida sin ese elemento
2. El elemento es un componente irremplazable
3. Es un elemento estructural de órganos y tejidos o de enzimas, y cumple funciones en la actividad enzimática.

El suelo es un sistema importante desde el punto de vista de la fertilidad y la productividad de la planta, se presentan interacciones con la planta, el agua y la atmosfera. Se compone de cuatro fases: Fase gaseosa; Fase Sólida; Fase líquida y Fase orgánica. La tercera fase es aquella donde se disuelven -en agua- los solutos de la naturaleza orgánica e inorgánica. Las plantas solo pueden extraer los nutrientes requeridos, solo que éstos estén disueltos en agua. Muchos nutrientes se pierden por la lixiviación y otros se inmovilizan cuando forman parte de los compuestos insolubles. La razón por la cual algunas variedades se adaptan mejor al suelo, es por que éste presenta diferentes concentraciones de iones en su solución, y por tanto diferente cantidad de minerales. Aún así, los 17 nutrientes minerales son esenciales para las diferentes variedades de arroz cultivable, según su etapa de desarrollo. Los siguientes cuadros muestran los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz, en diferentes etapas fenológicas.

Tabla 3

Concentración de nutrientes en el tejido foliar de la plántula de arroz (plantas de altura mayor que 30 cm)

Elemento	Unidad	Niveles de concentración		
		Bajo	Suficiente	Alto
N	%	< 2.5	2.5-4.0	> 4.0
P	%	< 0.1	0.1-0.2	> 0.2
K	%	< 1.0	1-2.5	> 2.5
Ca	%	< 0.15	0.15-0.3	> 0.3
Mg	%	< 0.12	0.15-0.3	> 0.3
S	%	< 0.15	0.15-0.25	> 0.25
B	mg/kg	< 5	5-25	> 25
Mn	mg/kg	< 20	20-600	> 600
Fe	mg/kg	< 70	70-300	> 300
Cu	mg/kg	< 6	6-25	> 25
Zn	mg/kg	< 15	15-50	> 50
Mo	mg/kg	< 0.1	0.5-2	

Fuente: (Mejía & Menjívar, 2010).

Tabla 4

Concentración de nutrientes en el tejido foliar de la planta de arroz en la etapa que va del macollamiento al inicio del primordio.

Elemento	Unidad	Niveles de concentración		
		Bajo	Suficiente	Alto
N	%	< 2.5	2.5-3.5	> 3.5
P	%	< 0.1	0.1-0.2	> 0.2
K	%	< 1.0	1-2.2	> 2.2
Ca	%	< 0.2	0.2-0.4	> 0.4
Mg	%	< 0.12	0.17-0.3	> 0.3
S	%	< 0.2	0.2-0.5	> 0.5
B	mg/kg	< 4	4-25	> 25
Mn	mg/kg	< 30	30-600	> 600
Fe	mg/kg	< 70	70-300	> 300
Cu	mg/kg	< 5	5-20	> 20
Zn	mg/kg	< 20	20-50	> 50
Mo	mg/kg	< 0.1	0.5-2	

Fuente: (Mejía & Menjívar , 2010).

Quelatos

Los quelatos son complejos formados por la unión de un metal y un compuesto que contiene dos o más ligandos potenciales. La quelatación, por tanto, es la habilidad de un compuesto químico (agente quelatante) para formar una estructura en anillo con un ion metálico resultando un compuesto con propiedades químicas diferentes a las del metal original (infoAgro.com, s.f.)

Para propósitos de esta investigación, se aborda el aporte teórico que se realiza para el fósforo.

Fósforo: Importancia en la planta

La respuesta de los cultivos a aplicaciones de fósforo está afectada por la interacción de una gran cantidad de factores, tanto de manejo de cultivo como de la interacción con otros nutrientes, características del suelo, fase de desarrollo del cultivo, clima, variedad y el método de aplicación seleccionado. En general, las respuestas son consistentes, y aún mayores cuando se cuenta con una baja disponibilidad en el suelo de este nutrimento (Dibb, Fixen & Murphy, 1990).

Fisiología del fósforo en el cultivo de arroz

El fósforo es uno de los elementos más importantes en el desarrollo y el metabolismo de las plantas. Las formas inorgánicas regulan una gran cantidad de actividad enzimática y rutas metabólicas relacionadas al proceso de transporte. Además, su deficiencia afecta varios aspectos de la fotosíntesis, ya que se ha demostrado mediante varios estudios que reduce de manera significativa la capacidad de fijación de CO₂ de las plantas (Xu, Weng & Yang, 2007).

El fósforo es uno de los reguladores de la fotosíntesis, principalmente de la actividad del ciclo de Calvin, en particular, es responsable de la cantidad y la actividad de la Rubisco y la regeneración de la Ribulosa 1-5 bifosfato (Rao & Terry, 1989).

En efecto, la fotosíntesis es el sumidero más importante para la absorción de energía en las hojas, por lo que este sistema se puede ver expuesto a un exceso de energía lumínica, como consecuencia a una baja fijación de CO₂ inducida por la deficiencia de fósforo (Rao & Terry, 1989).

Li, et al. (2004), ha demostrado bajo diversas investigaciones, que un insuficiente aporte de fósforo a las plantas, induce fotoinhibición, además de daños en el fotosistema II.

Xu et al. (2007), demostraron que plantas de arroz sometidas a deficiencia de fósforo, en el día 32 la tasa de producción de O_2^- y la actividad de la superóxido dismutasa, se incrementó en 74.4 y 63.7%, en comparación a las plantas con el suministro adecuado del nutrimento. La baja cantidad de pigmentos fotosintéticos, y la débil capacidad de fotosíntesis inducida por la deficiencia de fósforo en las plantas de arroz, resulta en la acumulación de un exceso de fotones de energía por debajo de alta irradiación, lo cual a su vez incrementa la concentración de especies reactivas de oxígeno (ROS) como subproductos de la fotosíntesis, incluyendo peróxido de hidrógeno H_2O_2 , radicales hidroxilo OH, superóxido O_2^- y oxígeno singulete 1O_2 .

Variedad a utilizar

La variedad que se van a utilizar en la investigación es Fedearroz 68. Para ello se obtiene la ficha técnica de la página de fedearroz.

Figura 2

Ficha técnica variedad Fedearroz 68

SIEMBRA Para siembra en surco entre 100 – 150 kg/ha de semilla certificada. Para siembra al voleo entre 160- 180 kg/ha de semilla certificada.

CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD

Vigor: crecimiento inicial rápido, el cual está ligado a una adecuada preabonada y un manejo temprano de malezas.

Macollamiento: intermedio. Usar densidades bajas de semilla en lotes bajos y en lotes altos evitar densidades mayores a 180 kg/ha. Realizar preabonamientos y evitar retrasos en la fertilización.

SUSCEPTIBILIDAD A HERBICIDAS No presenta susceptibilidad en particular. Deben evitarse aplicaciones de herbicidas después de los 30 días después de emergencia.

SANIDAD

- Tolerante a *Pyricularia grisea* y Virus de Hoja Blanca.

- Susceptible a *Rhizoctonia solani*

Bajo las condiciones de manejo recomendadas no se presentan problemas fitosanitarios; no obstante, esta condición debe revisarse durante el ciclo del cultivo de acuerdo al monitoreo sanitario.

NUTRICIÓN Es necesario ajustar las siguientes recomendaciones de fertilización a cada lote y al resultado del análisis de suelos.

Nitrógeno (N): debido a la precocidad se recomienda manejar la nutrición de acuerdo a las etapas de desarrollo. Los abonamientos se deben hacer más temprano.

% Dosis total	Rangos de aplicación	Días después de emerg.
5	Preabonamiento	0
20	Inicio de macollamiento	12-15
30	Pleno macollamiento	24-26
25	Antes de inicio de primordio floral	34-36
20	Inicio de embuchamiento	50-55

Fósforo (F): aplicación recomendada en pre-siembra incorporada especialmente en riego. En seco aplicar con una distribución de 50% en pre-siembra y 50% al inicio de macollamiento.

Potasio (P): fraccionar con el nitrógeno desde la pre-siembra.

Elementos menores y secundarios: los micronutrientes, Ca, Mg y S aplicarlos de acuerdo al análisis de suelos. Elementos menores incorporarlos al momento de la siembra, y los secundarios fraccionados en la fase vegetativa. El plan de fertilización debe estar basado en el análisis de suelo y en la oferta ambiental.

COSECHA Resistente a retraso de cosecha. Rango óptimo de cosecha entre 22 – 24%.

OFERTA AMBIENTAL La expresión de las etapas de desarrollo puede cambiar en la época húmeda (abril-octubre) y época seca (noviembre-marzo) en los Llanos Orientales. La presencia de aristas en el grano puede incrementar bajo condiciones de altas temperaturas.

Fuente: (Fedearroz)

Metodología

Materiales, métodos y área de estudio

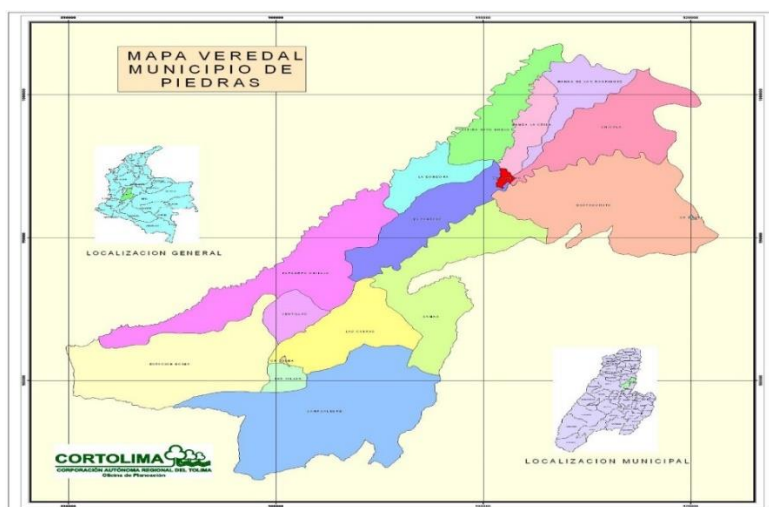
El Municipio de Piedras se encuentra ubicado en el centro del Departamento del Tolima, su cabecera está a 50 Km de Ibagué la capital del Departamento. Con territorios ligeramente ondulados y planos, al sur del municipio se ubica la zona montañosa con alturas menores a los 700 m.s.n.m. Sus coordenadas son: Latitud norte 4° 33' y Longitud oeste 74° 53'. Una altura de 403 m.s.n.m. Temperatura de 26°C (Montealegre, 2008).

El municipio se extiende por un aproximado de 355 Km² de los cuales el 1.20 Km², es decir 0.34% son la cabecera municipal y el 99.66% restante es la zona rural. La superficie está asentada en dos regiones totalmente diferentes, una plana localizada cerca del río Magdalena al norte y occidente, otra zona montañosa situada al sur. (Montealegre, 2008). Con una población aproximada de 5.662 habitantes.

En el municipio de piedras el principal generador de empleo gira en torno a la siembra, recolección y venta de la cosecha del cultivo del arroz (Tiempo, 2005). Es un sector con especialización agrícola cuya producción y área cosechada ha venido en ascenso.

Figura 3

Mapa veredal municipio de Piedras.



Fuente: (Montealegre, 2008)

Ubicación Geográfica del estudio

El estudio se realizó en la Finca Agrícola El Chaco, ubicada en la vereda Paradero de Chípalo, jurisdicción de Piedras, la actividad principal de esta finca es la producción de arroz.

Figura 4

Coordenadas Finca Agrícola El Chaco



Fuente: Autor

Datos generales: Cultivo: Arroz (*Oriza sativa* L). Variedad: Fedearroz 68 1.

Descripción del estudio: El estudio se realizó en el lote 15 de la Finca Agrícola el Chaco, con un área total de 10.5 Ha de las cuales $70m^2$ del terreno fueron destinados para el estudio. El suelo posee una textura Franco-Arenosa y un pH de 6.62

La primera actividad que se llevó acabo fue revisar el análisis de suelos.

Figura 5

Informe análisis de suelo

agrosoil		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: 185-FI-007 Fecha: 2020-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina Gavilán (Escuela de Ciencias Agrícolas) Aprobó: José Manuel García-Sarmiento (Comercial) Página: 3 de 5	
Código Análisis 81270	Fecha de recepción: 16/10/2020	Fecha de emisión del análisis: 6/11/2020	Fecha de entrega al cliente: 6/11/2020		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
Nombre: ROMICA SAS	R.Trab: LUISA TRIANA	Móvil: 3175355955	E-mail: luisa triana@romicasas.com.co romicasas2018@gmail.com		
Dpto: TOLIMA	M.Por: PIEDRAS	Vereda: CHIPALO	Finca: EL CHACO		
Lote: LOTE 12	Cultivo: ARROZ	Cultivo: *	Edad: 0 Mes		
Clima: Cálido	Pendiente o inclinación: Moderadamente inclinada		7-12 %		
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS					
Propiedades físicas					
Textura	F-A	Franco arenosa		La textura franco arenosa es un suelo con alta a moderada capacidad de retención de agua moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla	%	20	Calificación		
Limo	%	28			
Arena	%	52			
Da	g/cm ³	1			
Dr	g/cm ³				
Propiedades químicas					
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango óptimo		Calificación
			Min	Max	
pH		6,37	5,70	6,50	Ligeramente ácido
CE	ds/m ¹	0,35		3	No salino
CIC	cmol _c /kg				
CICE		9,71			
BT		9,71	6,00		Medio
Suelo con moderada disponibilidad de bases intercambiables					
Composición química					
MO	%	1,87	4,03		Deficiente
CO		1,08	2,29		Deficiente
N-Total		0,69	0,81		Deficiente
Deficiente contenido de materia orgánica. Se debe aplicar abono verde o abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de materia orgánica.					
N-Disp	mg/kg ¹	27,12	90,00	117,00	Deficiente
P		19,92	88,60	341,76	Deficiente
La deficiencia de nitrógeno generalmente produce en el arroz un retraso en el crecimiento de la planta, clorosis en follaje que puede convertirse en necrosis.					
K	mg/kg ¹	0,34	0,76	0,34	Exceso
Ca		5,82	0,78	1,16	Exceso
El exceso de potasio puede generar en el arroz deficiencia de calcio o magnesio.					
Mg	mg/kg ¹	2,97	0,52	0,73	Exceso
Na		0,58			
El exceso de calcio puede generar en el arroz deficiencia de azufre, magnesio o boro.					
Al					
El exceso de magnesio puede causar en el arroz reducción general del crecimiento de la planta y deficiencia de calcio y potasio.					

Fuente: Finca agrícola el Chaco

Seguido a esto la medición del área $70m^2$, el terreno ya contaba con la preparación adecuada (4 pases de rastra, Nivelación con Landplane, Caballoneo con taipa para la distribución del riego). Posterior se llevó a cabo la siembra de las semillas de Arroz (*Oriza sativa* L) Variedad: Fedearroz 68. Así mismo se llevó a cabo la aplicación de los insumos a las 3.000 semillas de arroz cada una con su tratamiento respectivo (Dap, Map, Roca Fosfórica y testigo absoluto).

El siguiente paso a realizar fue la elaboración de las estacas con la asignación de un color/estaca de acuerdo al tratamiento (Rojo-testigo absoluto, Azul-MAP, Verde-DAP, Blanco-Roca Fosforica), las cuales fueron llevadas a campo a realizar el montaje. El montaje consistió en la elaboración de 20 parcelas con una medición de $3m^2$ cada una, la cual fueron

distribuidas en 4 bloques con 4 parcelas y/o tratamiento cada una, contando el testigo absoluto.

La siguiente actividad que se realizo fue el riego por gravedad a los 15 días de la siembra, para permitir la emergencia de las plantas, con un porcentaje promedio del 80%.

Las evaluaciones del desarrollo radicular se realizaron a los 65 días después de la fecha de germinación, Por último después de obtener todos los datos se analizaron estadísticamente. En cada una de estas evaluaciones se tomaban 05 plantas de muestra por parcela/tratamiento para realizar el estudio de la raíz Longitud, para un total de 20 plantas/parcela/tratamiento evaluadas.

Por ultimo después de obtener todos los datos se analizaron estadísticamente.

Diseño experimental

Diseño: Bloques Completamente al Azar (B. C. A)

Tamaño de la muestra: 70 m² de suelo, 1 variedad, (20) Parcelas, 4000 plantas promedio. Distribución de muestra: 4 bloques de 5 parcelas para un total de 20 parcelas.

Parcelas: Cada una contiene un tratamiento distinto (DAP, MAP, Roca Fosforica, Testigo) con la misma variedad, de Arroz (*Oriza sativa l*).

Número de repeticiones: 4; Número de tratamientos: 3; Numero de evaluaciones: 4

Distribución de los tratamientos

Figura 6

Tratamiento Variedad Fedearroz 68

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Roca fosfórica	DAP	testigo	MAP
testigo	MAP	Roca fosfórica	DAP
DAP	Roca fosfórica	MAP	testigo
MAP	testigo	DAP	Roca fosfórica

Fuente: Autor

Aplicación de los tratamientos

Productos a evaluar: fuentes de Fosforo (DAP, MAP, Roca Fosforica) Modo y mecanismo de acción.

Mecanismo de acción: El fósforo es uno de los elementos más importantes en el desarrollo y el metabolismo de las plantas. Las formas inorgánicas regulan una gran cantidad de actividad enzimática y rutas metabólicas relacionadas al proceso de transporte. Además, su deficiencia afecta varios aspectos de la fotosíntesis, ya que se ha demostrado mediante varios estudios que reduce de manera significativa la capacidad de fijación de CO₂ de las plantas (Xu, Weng & Yang, 2007).

Modo de acción. Adsorción de fosforo para verificar cuál de estas fuentes (DAP, MAP Roca Fosforica) es el que más favorece y aporta al proceso de enraizamiento.

Tipo de aplicación: Se realizó la aplicación directamente al suelo de forma manual.

Gramera digital: utilizada para tomar el peso de las dosis de cada una de las fuentes de fosforo a evaluar.

Metodología de evaluación: En cada una de las parcelas se tomarán 05 plantas al azar en cada una de las evaluaciones para hacer el respectivo análisis del crecimiento radicular.

Recursos Necesarios

Tabla 5

Recursos necesarios

Recurso	Descripción	Presupuesto (\$)
Equipo Humano	Dos investigadores estudiantes del programa de agronomía	\$ 3.000.000
Equipos y Software	PC, Cámara, programa de estadística	\$ 1.000.000
Viajes y Salidas de Campo	5 Salidas de campo para realizar la evaluación	\$ 300.000
		\$3.000
Materiales y suministros	Semillas de arroz	\$ 40.000
	Fuentes de Fosforo DAP, MAP, Roca Fosforica	\$ 80.000
	Total	4.423.000

Fuente: Autor

Resultados

Con base en el trabajo de campo se obtuvo una matriz que integra los datos de la longitud de la raíz medidos en centímetros, para el elemento aplicado y también para el testigo. Esta información, para cada una de las cuatro evaluaciones, al momento de 65 días, para la variedad estudiada.

Se obtiene una muestra de 05 plantas por cada bloque, y como son cuatro bloques por tratamiento, entonces se tienen 20 datos para cada tratamiento, esto a su vez para cada momento de estudio, para determinar la fuente de Fosforo que más influye en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Desarrollo radicular Fedearroz 68

Cuando se realiza el análisis de Varianza para esta variedad de arroz, las tres fuentes de Fosforo son estadísticamente significativas por sí solas, sin embargo, la presente investigación se enfoca en ponderar el efecto de estas fuentes de Fosforo en la planta de arroz.

Figura 7

Test tukey longitud raíz

```

$statistics
  MSerror Df  Mean      CV      MSD
  5.8715 16 14.745 16.43349 4.384554

$parameters
  test      name.t ntr StudentizedRange alpha
  Tukey arroz$tratamiento 4      4.046093 0.05

$means
      arroz$longitud.raiz      std r  Min  Max  Q25  Q50  Q75
DAP      20.48 3.259908 5 16.8 24.7 17.9 20.4 22.6
MAP      14.92 1.979141 5 12.6 17.5 13.3 15.4 15.8
roca fosforica 11.90 1.467992 5 10.3 14.2 11.1 11.7 12.2
testigo  11.68 2.605187 5  8.9 15.3 10.2 10.6 13.4

$comparison
NULL

$groups
      arroz$longitud.raiz groups
DAP      20.48      a
MAP      14.92      b
roca fosforica 11.90      b
testigo  11.68      b

attr(,"class")
[1] "group"
> |

```

Fuente: Elaboración Propia

Con la significancia estadística de la variable, se observa que el DAP presentó mayor desarrollo radicular con un promedio de 20,48cm. El comportamiento radicular del MAP 14,92cm respectivamente. Con relación a la Roca Fosfórica presento un promedio de desarrollo radicular de 11,09cm. Y, por último, el testigo presenta un crecimiento radicular promedio de 11,68cm. Si bien se observa en los efectos marginales, que el crecimiento radicular es muy divergente entre tratamientos.

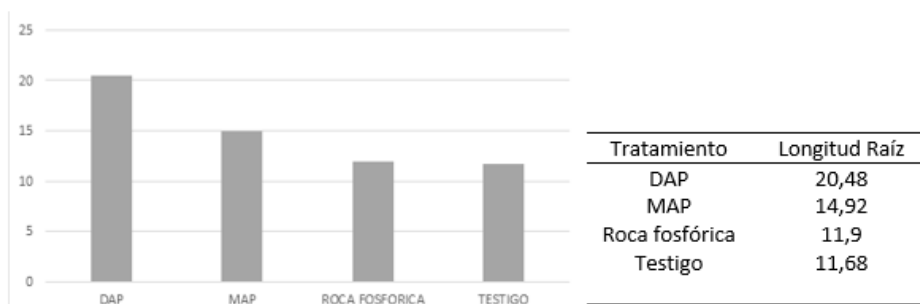
De las tres fuentes de Fosforo estudiadas, el DAP causa un mejor desarrollo radicular en la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68.

Resultados en el tiempo

Los resultados concuerdan que el desarrollo radicular de la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68 es creciente a lo largo del estudio, se observa como las fuentes de Fosforo influyen en el crecimiento tanto de la longitud como del ancho de la raíz. Se puede observar que el DAP presenta una tendencia creciente superior a las demás, lo cual se reafirma con las medidas de tendencia central y de dispersión, el DAP contribuyó en mayor medida al promedio de la longitud. Gráficamente se reafirman los resultados de TES DE TUKEY, siendo el DAP el que mejor se comporta. El efecto de este elemento en la planta de arroz es evidente en su mayoría.

Figura 8

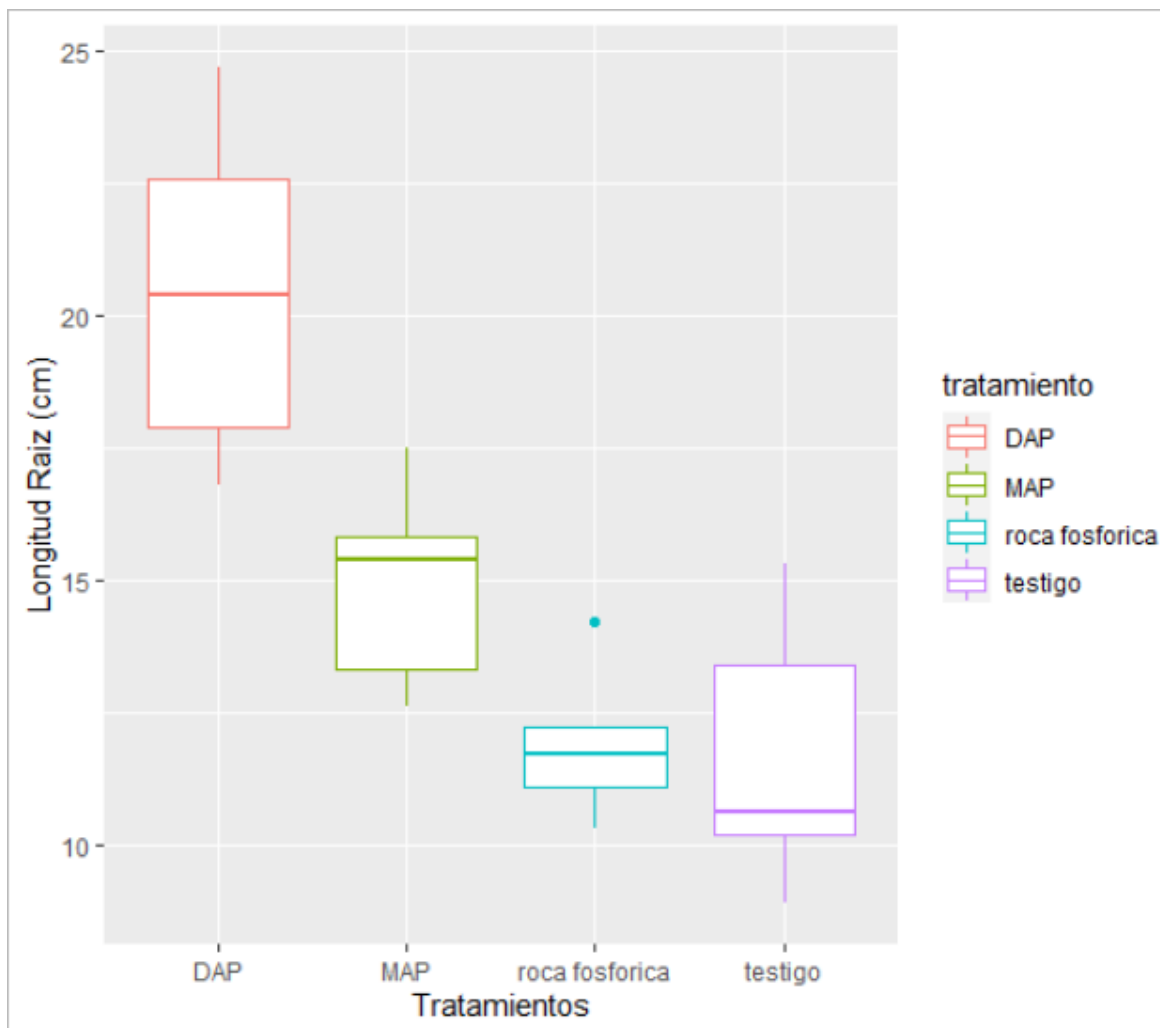
Tendencia del desarrollo radicular de Fedearroz 68.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9

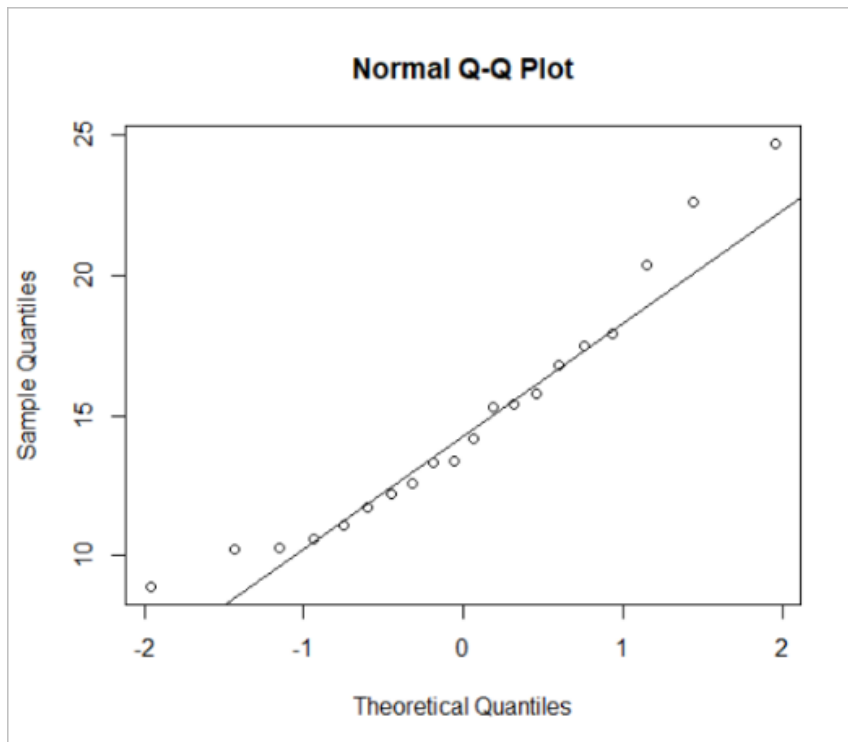
Tendencia del desarrollo radicular de Fedearroz 68.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10

Prueba normalidad shapiro Wilk, desarrollo radicular de Fedearroz 68.



Fuente: Elaboración Prop

Conclusiones

La distribución de los tratamientos por bloques fue una estrategia óptima para observar el desarrollo radicular de las plantas de arroz, ya que se trató de no repetir las fuentes de fosforo por fila ni por columna. Se trataron las plantas con las dosis correspondientes, la dosis utilizada de fosforo fue de 12 gramos.

El efecto de la variable que muestra la interacción entre las fuentes de fosforo y los bloques es estadísticamente significativa para la variedad de *Oryza Sativa L.* Por que da por entendido que el hecho de que cada bloque cuente con características y nutrientes diferentes del suelo, influye en la asimilación óptima del fosforo por parte de la planta.

De las tres fuentes de Fosforo estudiadas, el DAP causa un mejor desarrollo radicular en la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68m, con un valor promedio máximo de 20,48cm.

Los resultados obtenidos en este estudio comprueban lo enunciado por Dibb, Fixen & Murphy (1990), mencionan que la aplicación de fertilizantes fosfóricos al suelo como fertilizaciones base y/o rutinarias, son más eficientes en elevar los niveles de fósforo disponible en suelos los cuales poseen una disponibilidad media-alta del nutrimento, no así en los suelos con deficiencias de fósforo.

Recomendaciones

Se recomienda que aparte de utilizar el análisis de suelo a la hora de realizar un proyecto similar se tenga en cuenta también un análisis químico del agua que se va a utilizar, para de esta manera obtener resultados más acertados de cada uno de los productos a evaluar. De igual manera verificar que exista una preparación adecuada del suelo para obtener un mejor desarrollo radicular de la planta de arroz (*Oryza sativa L*).

Continuar con las evaluaciones del estudio, desarrollo radicular de la planta de arroz (*Oryza sativa L*) hasta la etapa de recolección para de esta manera generar un resultado de todo el proceso de crecimiento.

Para próximos estudios en esta dimensión agronómica, se recomienda incluir la variable del suelo como una de las más importantes. La significancia de las propiedades del suelo en la fase inicial de crecimiento de la planta de arroz se comprobó para las tres variedades, y es posible que sea así para las demás. Por lo tanto, verificar la fertilidad del suelo es una herramienta clave para el diagnóstico agronómico.

Con base en los resultados se puede observar que el desarrollo radicular del arroz no es uniforme. Las fases de macollamiento son diferentes en cada momento y también en cada fuente de fosforo. Por tanto, se sugiere que dependiendo de la fuente de fosforo que se estudie, examinar la dinámica de absorción de la planta. Hay fuentes de fosforo que son absorbidas en mayor proporción durante la etapa de maduración que en la etapa de emergencia o la etapa de iniciación de la panícula.

Existen estudios que determinan las fuentes de fosforo más importantes para el desarrollo de la planta en diferentes variedades de arroz y especies cultivables, en los suelos de América Latina, que se distinguen por su variedad de climas, humedad, temperaturas y trópicos hay estudios limitados y se centran en el desarrollo foliar y del grano. Pero en cuanto

al desarrollo radicular, hay un vacío en el conocimiento. Se sugiere ahondar en investigaciones de ese tipo, y articular los resultados con la política pública sectorial.

Bibliografía

- Agronet . (16 De 07 De 2019). *Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural. Agronet .*
Obtenido De <https://www.agronet.gov.co/estadistica/paginas/home.aspx?cod=1#>
- Aguilar, A., Muñoz L., A., & Jimenez D., R. (2016). “*Bases De Datos De Cultivos De Arroz En Colombia, Nicaragua Y Perú Con Información En Suelos, Manejo De Cultivo, Clima Y Rendimiento*”. International Center For Tropical Agriculture .
- Aramendiz Tatis, H., Espitia Camacho, M., & Cardona Ayala, C. (Marzo De 2011).
Adaptación Del Arroz Riego (Oryza Sativa L.) En El Caribe Colombiano. *Acta Agronómica*, 60(1), 1-12. Obtenido De
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/21153/22317
- Arroz. (S.F). *Ecured*. Obtenido De <https://www.ecured.cu/Arroz#Taxonom.C3.Ada>
- Banco Agrícola De Venezuela . (17 De Abril De 2015). *Siembra Fertilización Y Riego Del Cultivo De Arroz*. (B. A. Venezuela, Productor) Obtenido De
<https://www.youtube.com/watch?v=CG4vpvcwAjl>
- Cantone, A. (7 De Septiembre De 2017). *La Receta Perfecta* . Obtenido De
<http://larecetaperfectasena.blogspot.com/2017/09/blog-post.html>
- CEPAL. (2017). *Perspectivas De La Agricultura Y Del Desarrollo Rural En Las Américas: Una Mirada Hacia América Latina Y El Caribe 2017-2018*. San José, Costa Rica:
Hugo Chavarría. Obtenido De
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42281/1/Perspagricultura2017-2018_Es.Pdf
- Chaudhary, R., Nanda, J., & Tran, D. (2003). *Guía Para Identificar Las Limitaciones De Campo En La Producción De Arroz*. Roma: FAO.

- Degiovanni B., V., Martínez R., C. P., & Motta O., F. (2010). *Producción Eco-Eficiente Del Arroz En América Latina. Tomo 1*. Cali, Colombia : CIAT.
- Diaz Granados, C., & Chaparro-Giraldo, A. (Diciembre De 2012). Métodos Y Usos Agrícolas De La Ingeniería Genética Aplicada Al Cultivo Del Arroz. *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 14(2), 179-195. Obtenido De [Https://Revistas.Unal.Edu.Co/Index.Php/Biotecnologia/Article/View/37419/40420](https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/37419/40420)
- FAO. (S.F.). *Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura*. Obtenido De [Http://Www.Fao.Org/3/Y2778s/Y2778s04.Htm](http://www.fao.org/3/Y2778s/Y2778s04.htm)
- Fedearroz. (S.F.). Obtenido De [Http://Www.Fedearroz.Com.Co/New/Agroquimicos2.Php?Id=Semilla](http://www.fedearroz.com.co/new/agroquimicos2.php?id=semilla)
- Infoagro.Com. (S.F.). *Infoagro.Com*. Obtenido De [Http://Www.Infoagro.Com/Abonos/Microelementos_Quelatados.Htm](http://www.infoagro.com/abonos/microelementos_quelataados.htm)
- JIANG, S., SHI, C., & WU, J. (August De 2009). Studies On Mineral Nutrition And Safety Of Wild Rice (*Oryza L.*). *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*, 60(S1), 139-147.
- Junguito, R., Perfetti, J. J., & Becerra, A. (2014). *Desarrollo de la agricultura colombiana*. Fedesarrollo . Obtenido De [Https://Www.Repository.Fedesarrollo.Org.Co/Bitstream/Handle/11445/151/CDF_No_48_Marzo_2014.Pdf?Sequence=3&Isallowed=Y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/151/CDF_No_48_Marzo_2014.pdf?sequence=3&isallowed=Y)
- Kellogg, E. A. (Marzo De 2001). Evolutionary History Of The Grasses. *Plant Physiology*, 125, 1198–1205. Obtenido De [Www.Plantphysiol.Org](http://www.plantphysiol.org)
- Kellogg, E. A. (2009). The Evolutionary History Of Ehrhartoideae, Oryzeae, And *Oryza*. *Rice*, 2, 1-14. Doi:10.1007/S12284-009-9022-2
- Khush, G. S. (1997). Origin, Dispersal, Cultivation And Variation Of Rice. *Plant Molecular Biology*, 35, 25-34. Doi:10.1023/A:100581061

- Mejía De Tafur , S., & Menjívar , J. C. (2010). Nutrición Mineral Del Arroz. En V. Degiovanni B. , C. P. Martínez R., & F. Motta O. , *Producción Eco-Eficiente Del Arroz En América Latina* (Págs. 306-335). Cali, Colombia : CIAT.
- Ministerio De Agricultura. (2016). *Anuario Estadístico Del Sector Agropecuario*. Bogotá.
- Montealegre, R. (2008). *Plan de desarrollo municipio de Piedras - Tolima*. Obtenido De [Http://Cdim.Esap.Edu.Co/Bancomedios/Documentos%20PDF/Pd%20-%20plan%20de%20desarrollo%20-%20piedras%20-%20tolima%20-%202008%20-%202011.Pdf](http://Cdim.Esap.Edu.Co/Bancomedios/Documentos%20PDF/Pd%20-%20plan%20de%20desarrollo%20-%20piedras%20-%20tolima%20-%202008%20-%202011.Pdf)
- Moquete, C. (2010). *Guía Técnica El Cultivo De Arroz. Serie Cultivos No. 37*. Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF.
- Noches Pallares, A. J. (2019). *Modelo de evaluación de un cultivo de arroz para determinar su factibilidad*. Monografía , Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.
- Rodríguez, J. H. (1999). Fertilización del cultivo del arroz (*Oryza Sativa*). *XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional De Suelos*, (Págs. 123-136).
- Secretaria De Agricultura Y Ganadería (SAG). Dirección De Ciencia Y Tecnología Agropecuaria (DICTA). (2003). *Manual Técnico Para El Cultivo De Arroz (ORYZA SATIVA)*. Comayagua: Secretaria De Agricultura Y Ganadería. Obtenido De [Https://Curlacavunah.Files.Wordpress.Com/2010/04/El-Cultivo-Del-Arroz.Pdf](https://Curlacavunah.Files.Wordpress.Com/2010/04/El-Cultivo-Del-Arroz.Pdf)
- Semillas Del Huila S.A. (S.F.). *Semillas Del Huila S.A. Sembramos Calidad* . Obtenido De [Http://Www.Semillasdelhuila.Com/Productos/Oryzica-1-](http://Www.Semillasdelhuila.Com/Productos/Oryzica-1-)
- Tang, L., Zou, X.-H., Achoundong, G., Potgieter, C., Second, G., Zhang, D.-Y., & Ge, S. (2010). Phylogeny And Biogeography Of The Rice Tribe (Oryzae): Evidence From Combined Analysis Of 20 Chloroplast Fragments. *Molecular Phylogenetics And Evolution*(54), 266-277. Doi:10.1016/J.Ympev.2009.08.007

- Tiempo, E. (2005). *El arroz: la principal actividad en 211 municipio*. Obtenido De [Https://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/MAM-1636288](https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1636288)
- Vaughan, D. A., Morishima, H., & Kadowaki, K. (2003). Diversity In The *Oryza* Genus. *Current Opinion In Plant Biology*, 6, 139-146. Doi:10.1016/S1369-5266(03)00009-8
- Wang, Z., Zhang, F., Xiao, F., Tao, Y., Liu, Z., Li, G., . . . Ding, Y. (2018). *Contribution Of Mineral Nutrients From Source To Sink Organs In Rice Under Different Nitrogen Fertilization*. *Plant Growth Regulation* . Doi:/10.1007/S10725-018-0418-0
- Acevedo, Marco A, Castrillo, Willian A, & Belmonte, Uira C. (2006). Origen, Evolución Y Diversidad Del Arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170. Recuperado En 31 De Mayo De 2022, De [Http://Ve.Scielo.Org/Scielo.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0002-192X2006000200001&Lng=Es&Tlng=Es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001&lng=es&tlng=es)
- (Universidad Nacional De Colombia, Facultad De Medicina, Departamento De Nutrición Y Dietética, Área De Antropología Alimentaria. Bogotá, Noviembre De 2003).

Apéndices

Apéndice A. Instalación de tratamientos



Apéndice B. Trabajo de los estudiantes en campo

Apéndice C. Marcaje de los tratamientos



Apéndice D. Medición de las raíces

Apéndice E. Resumen Analítico Especializado – RAE

Tema	Desarrollo rural
Título	Evaluación de 3 fuentes de fosforo (DAP, MAP Y ROCA FOSFORICA) como enraizante en el cultivo de arroz (<i>Oriza sativa L.</i>)_En el municipio de Piedras – Tolima.Variedad Fedearroz 68 en el municipio de Piedras – Tolima.
Autores	Fabian Andrés Cerquera Lozano Juan Carlos Rodríguez Torres
Fuente bibliográfica	<p>AgroNet . (16 de 07 de 2019). <i>Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. AgroNet</i> . Obtenido de https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1#</p> <p>Aguilar, A., Muñoz L., A., & Jimenez D., R. (2016). “<i>Bases de datos de cultivos de arroz en Colombia, Nicaragua y Perú con información en suelos, manejo de cultivo, clima y rendimiento</i>”. International Center For Tropical Agriculture .</p> <p>Aramendiz Tatis, H., Espitia Camacho, M., & Cardona Ayala, C. (Marzo de 2011). Adaptación del arroz riego (<i>Oryza sativa L.</i>) en el Caribe colombiano. <i>Acta Agronómica</i>, 60(1), 1-12. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/21153/22317</p> <p>Arroz. (s.f). <i>EcuRed</i>. Obtenido de https://www.ecured.cu/Arroz#Taxonom.C3.ADA</p> <p>Banco Agrícola de Venezuela . (17 de Abril de 2015). <i>Siembra fertilización y riego del cultivo de arroz</i>. (B. A. Venezuela, Productor) Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=CG4vpvcwAjl</p> <p>Cantone, A. (7 de Septiembre de 2017). <i>la receta perfecta</i> . Obtenido de http://larecetaperfectasena.blogspot.com/2017/09/blog-post.html</p> <p>CEPAL. (2017). <i>Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018</i>. San José, Costa Rica: Hugo Chavarría. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42281/1/PerspAgricultura2017-2018_es.pdf</p> <p>Chaudhary, R., Nanda, J., & Tran, D. (2003). <i>Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz</i>. Roma: FAO.</p> <p>Degiovanni B., V., Martínez R., C. P., & Motta O., F. (2010).</p>

	<p><i>Producción Eco-Eficiente del arroz en América Latina. Tomo 1. Cali, Colombia : CIAT.</i></p> <p>Díaz Granados, C., & Chaparro-Giraldo, A. (Diciembre de 2012). Métodos y usos agrícolas de la ingeniería genética aplicada al cultivo del arroz. <i>Rev. colomb. biotecnol.</i>, 14(2), 179-195. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/37419/40420</p> <p>FAO. (s.f.). <i>Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.</i> Obtenido de http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s04.htm</p> <p>Fedearroz. (s.f.). Obtenido de http://www.fedearroz.com.co/new/agroquimicos2.php?id=Semilla</p> <p>infoAgro.com. (s.f.). <i>InfoAgro.com.</i> Obtenido de http://www.infoagro.com/abonos/microelementos_quelatos.htm</p> <p>JIANG, S., SHI, C., & WU, J. (August de 2009). Studies on mineral nutrition and safety of wild rice (<i>Oryza L.</i>). <i>International Journal of Food Sciences and Nutrition</i>, 60(S1), 139-147.</p> <p>Junguito, R., Perfetti, J. J., & Becerra, A. (2014). <i>DESARROLLO DE LA AGRICULTURA COLOMBIANA.</i> Fedesarrollo . Obtenido de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/151/CDF_No_48_Marzo_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y</p>
Año	2021
Resumen	<p>El estudio se realizó en el municipio de Piedras, con una altura promedio de 403 (m. s. n. m) y una Temperatura de 26°C. La importancia de realizar este proyecto va enfocada en buscar una solución a un problema de enraizamiento en el cultivo de arroz, debido a que es una problemática de gran importancia a la hora de asegurar las cosechas, puesto que la deficiencia de estos elementos ocurre frecuentemente en el cultivo. Se busca verificar la respuesta de la raíz a 3 tratamientos utilizando 3 fuentes de fósforo (MAP, DAP Y ROCA FOSFORICA) comparado con un testigo absoluto, los cuales ayudan en la regulación de varias enzimas, así mismo evaluar cuál de estos elementos aporta a un mejor desarrollo radicular, considerando que la raíz es el principal órgano de absorción de los nutrientes. El desarrollo del estudio se estimó como un proyecto aplicado, sostenido en un diseño de campo y documental. El documento está estructurado en 4 secciones. En la</p>

	primera se exponen los Objetivos, Planteamiento del Problema y Justificación. En la segunda parte está el Marco teórico, Antecedentes y Metodología. En la tercera sección están los resultados. El documento finaliza con unas conclusiones y recomendaciones. Los resultados son:
Palabras claves	Arroz, <i>Oryza Sativa L.</i> , Desarrollo, DAP, MAP, ROCA FOSFORICA, Radicular.
Contenidos	<p>Tabla de Contenido</p> <p>1. Introducción ;Error</p> <p>2. Objetivos ;Error</p> <p>3. Planteamiento del problema..... ;Error</p> <p>4. Justificación ;Error</p> <p>5. Marco Teórico.....</p> <p>7. Metodología.....</p> <p>8. Resultados.....</p> <p>9. Conclusiones.....</p> <p>10. Recomendaciones.....</p> <p>11. Bibliografía.....</p>
Descripción del problema investigación	<p>En el Municipio de Piedras desde los años 2015 y 2017 se ha implementado variedad de arroz Fedearroz 68, de allí la importancia de realizar este proyecto enfocado a identificar la fuente de Fosforo que más influye en el enraizamiento de la variedad de arroz Fedearroz 68, verificando la respuesta de la raíz en 3 tratamientos, utilizando 3 fuentes de fosforo (Dap, Map y Roca Fosfórica), además de un testigo absoluto. Debido a que es una problemática de gran importancia a la hora de asegurar las cosechas, puesto que la deficiencia de este elemento ocurre frecuentemente en el cultivo del arroz.</p> <p>El fósforo es Con relación al arroz (<i>Oryza Sativa L.</i>), es un cultivo de producción significativo en Colombia, representa el 13% del área cosechada y el 30% de los cultivos transitorios. Su producción representa el 6% del valor de la producción agropecuaria y el 10% de la actividad agrícola colombiana. El valor generado por este producto es equivalente al 58% del valor constituido por el cultivo uno de los elementos más importantes en el desarrollo y el metabolismo de las plantas. Las formas inorgánicas regulan una gran cantidad de actividad enzimática y rutas metabólicas relacionadas al proceso de transporte. Además, su deficiencia afecta varios aspectos de la fotosíntesis, ya que se ha demostrado mediante varios estudios que reduce de manera significativa la capacidad de fijación de CO₂ de las plantas (Xu, Weng & Yang, 2007).</p>
Objetivo general	Determinar cuál de las fuentes de fosforo (DAP, MAP Y ROCA FOSFORICA), causa un mejor desarrollo radicular en la planta de

	arroz de la variedad Fedearroz 68.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la literatura acerca del efecto que tiene el fosforo al crecimiento radicular de la planta. • Evaluar la respuesta en el enraizamiento a los tratamientos, con las fuentes de fosforo (DAP, MAP Y ROCA FOSFORICA) en la planta de arroz <i>Oryza sativa L.</i>, en la variedad Fedearroz 68. • Contrastar los resultados obtenidos por cada fuente de fosforo, por medio de un análisis estadístico cuantitativo y cualitativo.
Metodología	<p>El estudio se realizó en el lote 15 de la Finca Agrícola el Chaco, con un área total de 10 Ha de las cuales $70m^2$ del terreno fueron destinados para el estudio. El suelo posee una textura Franco-Arenosa y un pH de 6.62</p> <p>La primera actividad que se llevó acabo fue la medición del área $70 m^2$, el terreno ya contaba con la preparación adecuada (3 pases de rastra, Nivelación con Landplane, Caballoneo con taipa para la distribución del riego). Posterior se llevó a cabo la siembra directa con una sembradora supertatu, con una densidad de siembra de 195 kilos de semilla fedearroz 68 por hectárea.</p> <p>El siguiente paso a realizar fue la elaboración de las estacas con la asignación de un color/estaca de acuerdo al tratamiento (rojo-testigo absoluto, blanco-roca fosfórica, azul-map, verde-dap)), las cuales fueron llevadas a campo a realizar el montaje. El montaje consistió en la elaboración de 04 parcelas/variedad con una medición de $3m^2$ cada una, la cual fueron distribuidas en 4 bloques con 4 parcelas y/o tratamiento cada una, contando el testigo absoluto. de acuerdo al color de los tratamientos así mismo era la demarcación numérica (1-dap, 2-map, 3-roca fosfórica, 4-testigo absoluto), esto con el fin de evitar alguna preferencia hacia uno de los tratamientos, teniendo conocimiento de cual aporta más al desarrollo radicular.</p> <p>La siguiente actividad que se realizo fue el riego por gravedad a los 15 días de la siembra, para permitir la emergencia de las plantas.</p> <p>Las evaluaciones del desarrollo radicular se realizaron a los 65 días después de la fecha de germinación, Por último después de obtener todos los datos se analizaron estadísticamente.</p>
Principales referentes teóricos y conceptuales	Es necesario apoyar el desarrollo y la transformación del sector agricultor en Colombia, mediante la implementación de nuevos métodos de producción apoyados en tecnología, mejorando la calidad de los productos y aumentando la producción por área sembrada; La agricultura se ha convertido en una labor fundamental no solo en nuestro país, sino en el mundo entero, ya que depende de la misma para asegurar el alimento futuro de la

	<p>humanidad, por esta razón han existido alternativas las cuales se han enfocado en mejorar la producción agrícola promoviendo la conservación del suelo, las cuencas hidrográficas y sobre todo la preservación de la biodiversidad, es por ello, la necesidad hacia el desarrollo y la transformación eficiente del sector, mediante técnicas de fertilización que permiten mejorar los indicadores de producción, mantener plantas saludables.</p> <p>Actualmente se encuentra diversidad de elementos en el suelo del territorio tolimense, los cuales son importantes para el abono y crecimiento de los productos agrícolas, tales como Aguacate, Café, Arroz, Maíz, Caña, y demás. Para el año 2018 el arroz ocupa el 18.18% del área sembrada y el 19,77% del área cosechada, siendo solamente superado en extensión por el Café a nivel departamental. Mientras que a nivel de producción en toneladas, el arroz ocupa el primer lugar con 397,302 para el año 2018.</p> <p>La importancia de este proyecto radica en evaluar 3 fuentes de Fosforo (Dap, Map y Roca Fosfórica) en el enraizamiento del cultivo de arroz (<i>Oryza sativa L.</i>). Con el fin de mejorar condiciones de productividad y competitividad de los cultivos del área. Brindando información sobre el manejo o cambios de las rutinas productivas en el cultivo del arroz. En cuanto a la productividad, con este trabajo se busca encontrar la fuente de Fosforo que más influye en el crecimiento y madurez de la planta de arroz, y con ello dar un aporte para la toma de decisiones de los agricultores de la zona.</p> <p>El arroz es el principal cultivo de la región, el cual se ha caracterizado por ser la base de la economía del municipio de Piedras Tolima. En este municipio se calcula aproximadamente el 49,4% de la superficie cosechada para 2016, el 59,9% para 2017 y el 61% para 2018, lo que significa que va en aumento, siendo esta una oportunidad para mejorar el manejo agronómico, donde se pueda implementar nuevas alternativas tanto económicas como de desarrollo y producción.</p> <p>Todo lo anterior contribuirá en un futuro a la mejora de los indicadores del sector agropecuario y su impacto en la economía del país, si vislumbramos una etapa de postconflicto apoyar el campo mediante estos proyectos será una estrategia fundamental de la UNAD para la sociedad como se ha demostrado recientemente en el lanzamiento de Campo UNAD</p>
Resultados	<p>Con base en el trabajo de campo se obtuvo una matriz que integra los datos de la longitud de la raíz medidos en centímetros, para el elemento aplicado y también para el testigo. Esta información, para cada una de las cuatro evaluaciones, al momento de 65 días, para la variedad estudiada.</p> <p>Se obtiene una muestra de 05 plantas por cada bloque, y como son cuatro bloques por tratamiento, entonces se tienen 20 datos para cada tratamiento, esto a su vez para cada momento de estudio, para determinar el la fuente de Fosforo que más influye en el</p>

	<p>crecimiento y desarrollo de la planta.</p> <p>Con la significancia estadística de la variable, se observa que el DAP presentó mayor desarrollo radicular con un promedio de 20,48cm. El comportamiento radicular del MAP 14,92cm respectivamente. Con relación a la Roca Fosfórica presento un promedio de desarrollo radicular de 11,09cm. Y por último, el testigo presenta un crecimiento radicular promedio de 11,68cm. Si bien se observa en los efectos marginales, que el crecimiento radicular es muy divergente entre tratamientos.</p> <p>De las tres fuentes de Fosforo estudiadas, el DAP causa un mejor desarrollo radicular en la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68.</p> <p>Los resultados concuerdan que el desarrollo radicular de la planta de arroz de la variedad Fedearroz 68 es creciente a los largo del estudio, se observa como las fuentes de Fosforo influyen en el crecimiento tanto de la longitud como del ancho de la raíz. Se puede observar que el DAP presenta una tendencia creciente superior a las demás, lo cual se reafirma con las medidas de tendencia central y de dispersión, el DAP contribuyó en mayor medida al promedio de la longitud. Gráficamente se reafirman los resultados de TES DE TUKEY, siendo el DAP el que mejor se comporta. El efecto de este elemento en la planta de arroz es evidente en su mayoría.</p>
Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> • La distribución de los tratamientos por bloques fue una estrategia óptima para observar el desarrollo radicular de las plantas de arroz, ya que se trató de no repetir las fuentes de fosforo. Se trataron las semillas con las dosis correspondientes, la dosis utilizada de fosforo fue de 12 gramos por parcela de $3m^2$. • Los resultados arrojaron que para la variedad Fedearroz 68 el efecto de las fuentes de fosforo es muy similar, dista muy poco, no hay diferencia estadísticamente significativa en la longitud de la raíz. Por tanto, las fuentes de fosforo acá tratadas, por sí solos no explican el crecimiento de la raíz. • Los resultados obtenidos en este estudio comprueban lo enunciado por Dibb, Fixen & Murphy (1990), mencionan que la aplicación de fertilizantes fosfóricos al suelo como fertilizaciones base y/o rutinarias, son más eficientes en elevar los niveles de fósforo disponible en suelos los cuales poseen una disponibilidad media-alta del nutriente, no así en los suelos con deficiencias de fósforo. • El efecto de la variable que muestra la interacción entre las fuentes de fosforo y los bloques es estadísticamente significativa para la variedad de <i>Oryza Sativa L.</i> Por que da por entendido que el hecho de que cada bloque cuente con características y nutrientes diferentes del suelo, influye en la asimilación óptima del fosforo por parte de la planta.