Neiva, 23/01/2023

Señores
CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Ciudad

Los suscritos:

DAYANA MARCELA SERRATO RIVERA, con C.C. No. 1.075.274.550 de Neiva,

VALENTINA TRUJILLO VALENCIA, con C.C. No. 1.006.948.869 de Neiva,

Autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) MEDIANTE EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS MEJORADOS CONTRA LOS TRADICIONALES, A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA USCO". presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de INGENIERO AGRICOLA.

Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: DAYANA MARCELA SERRATO RIVERA

Firma: Dayana M. Serrato

EL AUTOR/ESTUDIANTE: VALENTINA TRUJILLO VALENCIA

Firma: Valentina Trujillo

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (Oryza sativa L.) MEDIANTE EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS MEJORADOS CONTRA LOS TRADICIONALES, A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA USCO"

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Serrato Rivera	Dayana Marcela
Trujillo Valencia	Valentina

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Polania Montiel	Diana Carolina
Ardila Marín	Juan Gonzalo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 73

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**):

Diagramas___ Fotografías_x__ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas_x__ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros_x_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: PDF

MATERIAL ANEXO: Tesis PDF, Formato 06 – Carta Autorización, Formato 07 – Inscripción tesis.

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria)*:

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español	Inglés	Español	Inglés
1. Rendimiento	yield	6. siembra al voleo	broadcast sowing
2. semilla certificada	certified seed	7. estado fenológico	phenological stage
3. densidad siembra	sowing density	8. herbicidas	herbicides
4. fertilizantes	fertilizers	9. Fungicidas	fungicides
5. muestreo de suelos	soil sampling	10. riego por tablares en contorno	contour tillage irrigation

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El presente proyecto se desarrolló en la Granja Experimental de la Universidad de Surcolombiana, ubicada en las coordenadas: (2°53'9.12"N, 75°18'26.09"O) en el municipio de Palermo-Huila, vereda San Miguel a 9 kilómetros de la ciudad de Neiva, en donde se evaluó el rendimiento del cultivo del arroz, y utilizando semilla certificada de referencia FL Fedearroz 2020 para la siembra, en un área total de 4 hectáreas. Esta área se dividió en 2 partes iguales así: dos hectáreas con una densidad de siembra de 100 kg ha^{-1} y las otras dos con una densidad de siembra 150 kg ha^{-1}, rango sugerido en ficha técnica; así mismo, probar la diferencia de fertilizantes convencionales de acuerdo con la recomendación de Fedearroz y mediante el uso de productos fertilizantes químicos mejorados. Es de aclarar, que el proceso implementado de los cultivos con respecto a la delimitación de las parcelas, determinación de las características físicas y químicas del suelo, la siembra al voleo, seguimiento y supervisión en el estado fenológico del cultivo, proceso de cosecha, manejo de herbicidas, fungicidas y análisis de las pérdidas, fueron similares, con el fin de lograr evaluar ambos métodos. De acuerdo con lo anterior, el método de riego que se implementó fue tablares en contorno, teniendo en cuenta las curvas de nivel ya que el terreno no está 100% nivelado. Finalmente, se obtuvo mejor relación costo beneficio en el método convencional con un valor de 2,87 sobre 2,11 del método químico mejorado; esto se presentó por ligeras diferencias negativas en la densidad de siembra que no pudieron garantizarse en cada uno de los métodos en mención. Por otro lado, el seguimiento mostró mayor relación en cantidad de macollamiento y formación de panículas en los tratamientos que emplearon fertilizantes mejorados, con valores de 1,29 contra 1,16 y 2,52 contra 1,97, respectivamente.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The present project was developed at the Experimental Farm of the Surcolombiana University, located at the coordinates: (2°53'9.12 "N, 75°18'26.09 "W) in the municipality of Palermo-Huila, San Miguel, 9 kilometers from the city of Neiva, where the rice crop yield was evaluated, and using certified seed of reference FL Fedearroz 2020 for planting, in a total area of 4 hectares. This area was divided into 2 equal parts as follows: two hectares with a planting density of 100 kg ha-1 and the other two with a planting density of 150 kg ha-1, range suggested in the technical data sheet; likewise, testing the difference of conventional fertilizers according to the recommendation of Fedearroz and by using improved chemical fertilizer products. It should be clarified that the process implemented for the crops with respect to the delimitation of the plots, determination of the physical and chemical characteristics of the soil, broadcast planting, monitoring and supervision of the phenological state of the crop, harvesting process, handling of herbicides, fungicides and

analysis of losses, were similar, in order to evaluate both methods. According to the above, the irrigation method implemented was contour boarding, taking into account the contour lines since the terrain is not 100% level. Finally, a better cost-benefit ratio was obtained in the conventional method with a value of 2.87 over 2.11 for the improved chemical method; this was due to slight negative differences in planting density that could not be guaranteed in each of the methods mentioned. On the other hand, the monitoring showed a higher relationship in the amount of tillering and panicle formation in the treatments that used improved fertilizers, with values of 1.29 vs. 1.16 and 2.52 vs. 1.97, respectively.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Marlio Bedoya Cardoso

Firma: _____

Nombre Jurado: Lina Alexandra Meza Mendoza

Firma: _____

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa L.*) MEDIANTE EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS MEJORADOS CONTRA LOS TRADICIONALES, A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA USCO”

"EVALUATION OF RICE (Oryza sativa L.) CROP YIELD YIELD BY USING IMPROVED CHEMICAL FERTILIZERS AGAINST TRADITIONAL FERTILIZERS AT TWO SEEDING DENSITIES AT THE USCO EXPERIMENTAL FARM."

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autor(es)
Dayana Marcela Serrato Rivera: 20181169505
Valentina Trujillo Valencia: 20171156399

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Agrícola
sede Neiva, Huila, Colombia. 2022

Firma

_____

Director: Diana Carolina Polanía Montiel

Firma

_____

Codirector: Juan Gonzalo Ardila Marín

Nota de aceptación

_____

Firma

_____

Jurado: Marlio Bedoya Cardoso

Firma

_____

Jurado: Lina Alexandra Meza Mendoza

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa L.*) MEDIANTE EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS MEJORADOS CONTRA LOS TRADICIONALES, A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA USCO”

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la Granja Experimental de la Universidad de Surcolombiana, ubicada en las coordenadas: (2°53'9.12"N, 75°18'26.09"O) en el municipio de Palermo-Huila, vereda San Miguel a 9 kilómetros de la ciudad de Neiva, en donde se evaluó el rendimiento del cultivo del arroz, y utilizando semilla certificada de referencia FL Fedearroz 2020 para la siembra, en un área total de 4 hectáreas. Esta área se dividió en 2 partes iguales así: dos hectáreas con una densidad de siembra de 100 kg ha^{-1} y las otras dos con una densidad de siembra 150 kg ha^{-1}, rango sugerido en ficha técnica; así mismo, probar la diferencia de fertilizantes convencionales de acuerdo con la recomendación de Fedearroz y mediante el uso de productos fertilizantes químicos mejorados. Es de aclarar, que el proceso implementado de los cultivos con respecto a la delimitación de las parcelas, determinación de las características físicas y químicas del suelo, la siembra al voleo, seguimiento y supervisión en el estado fenológico del cultivo, proceso de cosecha, manejo de herbicidas, fungicidas y análisis de las pérdidas, fueron similares, con el fin de lograr evaluar ambos métodos. De acuerdo con lo anterior, el método de riego que se implementó fue tablares en contorno, teniendo en cuenta las curvas de nivel ya que el terreno no está 100% nivelado. Finalmente, se obtuvo mejor relación costo beneficio en el método convencional con un valor de 2,87 sobre 2,11 del método químico mejorado; esto se presentó por ligeras diferencias negativas en la densidad de siembra que no pudieron garantizarse en cada uno de los métodos en mención. Por otro lado, el seguimiento mostró mayor relación en cantidad de macollamiento y formación de panículas en los tratamientos que emplearon fertilizantes mejorados, con valores de 1,29 contra 1,16 y 2,52 contra 1,97, respectivamente.

Palabras clave: Rendimiento, semilla certificada, densidad siembra, fertilizantes, muestreo de suelos, siembra al voleo, estado fenológico, herbicidas, fungicidas, riego por tablares en contorno.

ABSTRACT

The present project was developed at the Experimental Farm of the Surcolombiana University, located at the coordinates: (N 2°53'9.12", W 75°18'26.09") in the municipality of Palermo-Huila, San Miguel, 9 kilometers from the city of Neiva, where the rice crop yield was evaluated, and using certified reference seed "FL Fedearroz 2020" for planting, in a total area of 4 hectares. This area was divided into 2 equal parts as follows: two hectares with a planting density of 100 kg ha-1 and the other two with a planting density of 150 kg ha-1, range suggested in the technical data sheet; likewise, testing the difference of conventional fertilizers according to the recommendation of Fedearroz and by using improved chemical fertilizer products. It should be clarified that the process implemented for the crops with respect to the delimitation of the plots, determination of the physical and chemical characteristics of the soil, broadcast sowing, monitoring and supervision of the phenological state of the crop, harvesting process, handling of herbicides, fungicides and analysis of losses, were similar, in order to evaluate both methods. According to the above, the

irrigation method implemented was by contour, taking into account the contour lines since the terrain is not 100% level. In accordance with the above, the irrigation method that was implemented was by contour, considering the contour lines since the land is not 100% level. Finally, a better cost-benefit ratio was obtained in the conventional method with a value of 2.87 over 2.11 of the improved chemical method; this was due to slight negative differences in the sowing density that could not be guaranteed in each of the mentioned methods. On the other hand, the follow-up showed a greater relationship in the amount of tillering and panicle formation in the treatments that used improved fertilizers, with values of 1.29 against 1.16 and 2.52 against 1.97, respectively.

Keywords: Yield, certified seed, sowing density, fertilizers, soil sampling, broadcast sowing, phenological state, herbicides, fungicides, contour tillage irrigation.

INTRODUCCIÓN

La gramínea *Oryza sativa L.*, es uno de los cereales más consumidos por la población mundial debido a su alto contenido calórico y proteico, este proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (Bernis et al., 2004).

En Colombia, para el primer semestre del 2022 se sembraron 357.694 hectáreas de arroz mecanizado, de las cuales se cosechó el 42,3% y se produjeron 912.267 toneladas, en donde los departamentos de Tolima y Huila presentaron un aumento en los rendimientos de arroz mecanizado frente al mismo periodo de 2021 (DANE, 2022).

La fertilización es la práctica fundamental para obtener niveles altos de producción, ya que determina en gran parte el rendimiento del cultivo; para el segundo semestre del 2021, esta práctica representó el 28,15% del costo de producción del arroz de riego por hectárea en Colombia (Fedearroz, 2022). Cuando ésta es eficiente, se pueden reducir dichos costos haciendo más rentable la producción. La aplicación de fertilizantes debe basarse en los análisis de suelos, en los cuales se determinan las características físicas, químicas y biológicas del suelo, por lo tanto, se diagnostica el estado nutricional del suelo y su relación con el medio, para poder realizar una recomendación de fertilización apropiada. La elección del fertilizante debe ser según la reacción del suelo (Shrestha et al., 2020).

La federación Nacional de Arroceros, ha reforzado la investigación en la parte comercial, para contribuir a mejorar los aspectos de calidad en las semillas y la disminución de los costos de los agroquímicos; en la investigación de Gomez Casseres Argumedo (2021) realizada en el centro experimental la Victoria de Fedearroz, se evaluaron las variedades Fedearroz 2000, Fedearroz 2020, Fedearroz 70, Fedearroz 1467, FL Fedearroz 68 y Fedearroz CF Ibis en función de diferentes épocas de siembra (noviembre y diciembre), con el objetivo de conocer cuál o cuáles presentaron mejor comportamiento agronómico y rendimiento, mediante el seguimiento y toma de datos de las variables: altura de planta, fases fenológicas de la planta, evaluación de daños bióticos, determinación de calidad molinera, evaluación de los contenidos nutricionales de las distintas variedades, concluyendo que las variedades Fedearroz 70; Fedearroz 2020 y FL Fedearroz 68 presentaron un desarrollo uniforme durante todo el ciclo y estabilidad en el rendimiento en las dos épocas de siembra. Sin embargo, los niveles de rendimiento de las variedades de arroz también están muy influenciados por las condiciones ambientales y las prácticas de manejo del campo (Xing & Zhang, 2010).

Las malas hierbas son una de las amenazas clave para mantener la productividad del sistema de cultivo de arroz (Mishra et al., 2022), estas causan pérdidas mayores en el sistema de siembra directa que en el arroz trasplantado, los herbicidas de postemergencia son una herramienta importante utilizada para controlar las malezas en siembra directa (Chauhan & Abugho, 2012),

sin embargo, una mayor comprensión de los factores que influyen en la germinación de las semillas de malezas podría optimizar el uso de estos. En el estudio de Zhang et al. (2018), afirman que mediante la gestión integradora y optimización del cultivo de arroz, se podría lograr el doble objetivo de aumentar el rendimiento y la eficiencia en el uso de recursos mediante la mejora agronómica y desempeños fisiológicos, sin embargo, se concluyó que el alto rendimiento de grano y la alta eficiencia en el uso de recursos merecen aún más investigación.

El sistema tradicional, riego por contorno, ocupa gran cantidad de fertilizantes y mano de obra (Torrente Trujillo et al., 2006), no obstante, para el año 2021, el costo de los insumos para la producción de arroz en el departamento del Huila, tuvo un incremento cerca del 30% (Macías Medina, 2021), poniendo en riesgo esta actividad productiva que es muy significativa para el departamento y el país; esto ha ocasionado que los productores busquen diferentes estrategias para minimizar costos sin llegar a afectar significativamente el rendimiento.

Para los productores de arroz es de vital importancia establecer la relación entre la variedad de semilla, densidad de siembra y de las propiedades físicas del suelo, ya que de estas dependerá el tratamiento que se le dé al cultivo, junto con los esquemas de fertilización sugeridos por los agrónomos, en cantidad y calidad de productos empleados, y, a su vez, la incidencia que los esquemas de fertilización tienen con el rendimiento de sus cultivos, pues allí radica la fuente de recursos que genera su sostenimiento. No tener claridad en dichas relaciones, es un problema actualmente generalizado entre productores a la hora de buscar estrategias o alternativas para minimizar costos, ya que conlleva a malas prácticas que afectan los rendimientos y, en general, el estado de los suelos explotados.

La presente investigación tiene como objeto, comparar cualitativa y cuantitativamente la reducción de los costos directos, el aumento de la productividad y la rentabilidad de los cultivos sin afectar la calidad del grano, entre los métodos de producción con químico mejorado y tradicional; lo anterior, con el fin de evidenciar bajo cuál de las dos (02) condiciones generó un mayor rendimiento del cultivo en unidades de bultos/ha; con la intención de brindar al agricultor del sector arrocero un punto de referencia respecto a la fertilización edáfica, cumpliendo con los requerimientos nutricionales del cultivo dependiendo del estado fisiológico, ampliando su margen de utilidad, convirtiéndolo en beneficios económicos, sociales y políticos para el departamento.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se desarrolló en la Granja Experimental de la Universidad Surcolombiana, ubicada en las coordenadas: (2°53'9.12"N, 75°18'26.09"O) en el municipio de Palermo-Huila, vereda San Miguel a 9 kilómetros de la sede central. En una parcela experimental del Lote B. Tal como puede apreciarse en la Figura 1.

Se implementó el método estadístico de hipercubo latino para la selección aleatoria de los puntos de fenología y muestreo de suelos. Este modelo es aplicable al muestreo del cultivo del arroz y se realizó mediante un algoritmo en RStudio® (https:// r-project.org/).

Mediante el uso de herramientas avanzadas para el análisis y visualización de datos, como Microsoft Excel y la interfaz RStudio®, se pudo evaluar si había diferencias significativas o no, tanto en los datos individuales para descartar atípicos, como entre tratamientos mediante el análisis estadístico ANOVA de diferencia mínima (LSD). Los factores que se analizaron estadísticamente fueron los parámetros de rendimiento, a los cuales se les realizó seguimiento durante el ciclo del desarrollo del cultivo; entre estos están: Peso de 1000 granos (g) [Pgr], Porcentaje de vaneamiento (%), Número de panícula por m^2 [Pm2], Altura de panículas, y Granos

llenos por tratamiento. Se implementaron aforadores de 50x50 cm para su respectivo análisis de seguimiento en los puntos de muestreo de fenología, los cuales se muestran en la Figura 2.

1.1 DISEÑO EXPERIMENTAL:

El área de trabajo se dividió en 2 partes iguales como se muestra en la Tabla 1, teniendo en cuenta la densidad de siembra y manejo de fertilización a implementar.
Mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de software libre, como QGIS®, se creó una capa de puntos regulares utilizando "Research Tools" con un espaciado de 2 metros, luego se emplearon herramienta de geoproceso, como "Buffer" sobre el área de estudio a una distancia de 2 metros para que las unidades de muestreo no quedarán fuera o sobre los linderos de esta, y "Difference" para extraer los puntos que le pertenecen a cada tratamiento según las condiciones dadas por la primer herramienta, finalmente se calcularon las coordenadas XY y se georeferenciaron de acuerdo a la zona. Una vez concluido este último paso se procedió a extraer los datos en formato .CSV para importarlos a R, en donde se empleó el modelo de Hipercubo Latino y se obtuvieron al azar 12 puntos para muestreo de suelos y 36 para fenología, distribuidos uniformemente en los diferentes tratamientos como se muestran en las Figura 2.

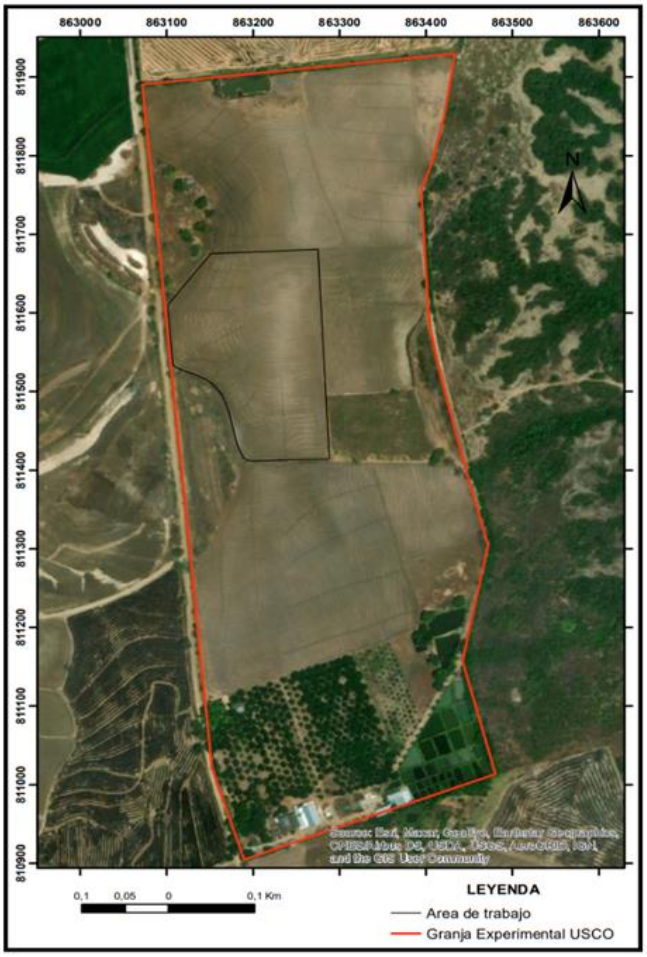


Figura 1. Imagen satelital de la granja experimental de la Universidad Surcolombiana.

Tabla 1. Diseño Experimental

Parcela	Manejo	Densidad de siembra (kg/ha)	Área (ha)
1	Convencional	150	1
2	Convencional	100	1
3	Mejorado	100	1
4	Mejorado	150	1

1.2 MUESTREO DE SUELOS:

Una vez georreferenciados los puntos para el muestreo de suelos como se observa en la Figura 2(a), se tomaron 3 muestras por cada tratamiento antes de la siembra, para esto, se limpió ligeramente la superficie del terreno donde se tomó la muestra, sin remover demasiado el suelo, ver Figura 3, luego se procedió a cavar una zanja en forma de "V", cuyo tamaño fue igual al ancho del palín y a una profundidad aproximada de 0 a 20 cm (Figura 4). Después, se realizó el corte de una sección de suelo con el palín, aproximadamente de 2 a 3 cm de espesor en una de las paredes de la abertura realizada, como se aprecia en la Figura 5, posteriormente, con un cuchillo se cortaron los extremos, se tomó la porción central de aproximadamente 10 cm en ancho y largo, y se introdujo en la bolsa plástica ziploc limpia y debidamente rotulada para la identificación de la muestra, ver Figura 6, finalmente, fueron transportadas, marcadas con la numeración del laboratorio y puestas a secar a temperatura ambiente (Figura 7).

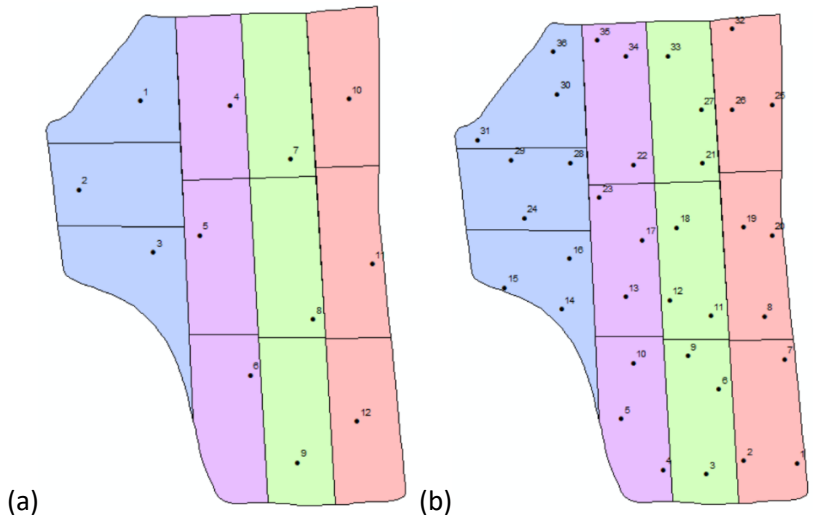


Figura 2. (a) Puntos de muestreo de suelos, (b) Puntos de muestreo de fenología

Figura 3. Suelo limpio de vegetación para realizar muestreo de suelos.

Figura 4. Proceso de excavación de zanja en v para muestreo de suelos.

Figura 5. Corte de bordes con cuchillo.

Figura 6. Recolección de muestras.

Figura 7. Secado de muestras a temperatura ambiente.

1.3 LABORATORIOS DE ANÁLISIS DEL SUELO:

Después de haber realizado el muestreo, se procedió al macerado y tamizado de las 12 muestras obtenidas, como se evidencia en la Figura 8.

(a) (b)

Figura 8. (a) macerado, (b) tamizado.

Los ensayos de laboratorio seleccionados para el respectivo análisis de las características físicas y químicas del suelo fueron los siguientes:

- **Propiedades físicas:** Textura Bouyoucos, Densidad Aparente, Densidad Real, Capacidad de campo, Punto de marchitez (IGAC), Prueba de Infiltración "MÉTODO INFILTRÓMETRO DOBLE ANILLO" realizada en campo.
- **Químicas:** Textura organoléptica, pH (NTC 5264), carbono orgánico (NTC 5403 modificado), fósforo disponible (NTC 5350 modificado), calcio, magnesio, potasio, sodio, aluminio (NTC 5349 modificado) + menores (hierro, manganeso, zinc, cobre) (NTC 5526 modificado), azufre (NTC 5402 modificado), capacidad de intercambio catiónico (NTC 5268 modificado), Conductividad Eléctrica, y Boro (Método H2O caliente).

Los cuales fueron de importancia al momento de tomar decisiones acerca de los productos que se implementaron en los tratamientos del presente proyecto, pues dieron un panorama amplio sobre

los elementos que el suelo necesitaba o carecía para que el cultivo se desarrollará en mejores condiciones. Los resultados se muestran en las Tablas 1 a 21 y 23 a la 27 del ANEXO.

1.4. PREPARACIÓN, ADECUACIÓN DEL SUELO Y RIEGO:

Se realizó labranza primaria, la cual consistió en tres pasos de rastra, 2 pasones de micro niveladora land plane y caballoneo con taipa. Con respecto a las prácticas de adecuación del terreno, la construcción de caballones a curvas de nivel permite una distribución más homogénea del agua, disminuyendo la escorrentía y favoreciendo la infiltración del agua en el suelo (Pineda y Morales, 2015). Asimismo, la micronivelación ayuda a una mejor distribución del agua en las melgas, logrando un mayor aprovechamiento y eficiencia. Durante la adecuación del terreno se adecuó el suelo para el riego, por lo que se realizaron las labores que se describirán a continuación.

1.4.1 MÉTODO INFILTRÓMETRO DOBLE ANILLO

El presente ensayo, consistió en saturar el suelo definido por dos anillos concéntricos, para medir la variación del nivel del agua en el cilindro interior. Las variables que se tuvieron en cuenta fueron el tiempo y el nivel de agotamiento del agua dentro del cilindro interior (Figura 9); por tanto, las lecturas se determinaron mediante una regla y el ras del agua. Del ensayo en mención, se realizaron dos (02) pruebas por cada tratamiento, los datos de campo y los resultados del ensayo se presentan en las tablas 23 a la 27 del ANEXO.

Figura 9. Acople del método de doble anillo.

Las fórmulas que se emplearon en el ensayo fueron las siguientes:

- **LÁMINA INFILTRADA (LAM):**
  LAM = K'.T^n (mm , min)
  Donde:
  LAM = Lámina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
  K' y n' = Son constantes características de cada suelo
  T = Tiempo de infiltración. (min)
- **VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA (Vii)**
  Vii = d/dt(LAM) = d/dt(K'*T^n') (mm/min, min)

Vii = n'*K'*T^(n'-1)
Donde:
Vii = Velocidad de infiltración instantánea. (mm/min)
K' y n' = Son constantes típicas de cada suelo.
K' es un valor positivo y n' es un valor que varía entre 0 y -1. (-1<= n' <= 0)
T = Tiempo de infiltración. (min)

- **LINEALIZACIÓN DE LA ECUACIÓN**
  LAM = K'*T^n' (mm , min)
  Como la ecuación de lámina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y así mediante el criterio de mínimos cuadrados, hallar el valor de y K' y n'.
  Log LAM = Log K'*T^n'
  Log LAM = Log K' + LOG (T^n')
  Log LAM = Log K' + n'* LOG T
  Donde esta expresión es semejante a la ecuación de una recta de la forma:
  Y = b + m * X
  Donde:
  Y = Log LAM
  X = Log T
  m = n' (pendiente de la recta)
  b = Log K'
- **VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA (Vib).**
  Según el S.C.S. la infiltración básica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a:
  (T >= -10*(n'-1))
  Por último, se Reemplaza este tiempo en la ecuación de infiltración y se realiza la clasificación de la lámina haciendo uso de la Tabla 2.

Interpretación	Infiltración cm/hora
Muy lenta	<0.1
Lenta	0.1 - 0.5
Moderadamente lenta	0.51 - 2.0
Moderada	2.01 - 6.3
Moderadamente rápida	6.3 - 12.7
Rápida	12.7 - 25.4
Muy rápida	>25.4

IGAC. 2014

Tabla 2. Clasificación de la velocidad de infiltración IGAC, 2014.

El suelo de la universidad Surcolombiana se encontraba seco, de igual manera había sido labrado para facilitar la práctica.

1.4.2 BALANCE HÍDRICO:

Se procedió a realizar un balance hídrico con los datos obtenidos de la estación EL JUNCAL del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en el periodo comprendido de enero 2021 – mayo 2022; las variables descargadas fueron: precipitación,

temperatura mínima y máxima, estas dos últimas se emplearon para calcular la evapotranspiración potencial por el método de Hargreaves, 1985. En la Figura 10, se logra observar las recargas y déficits, en el primer semestre se presentó desde mediados de enero hasta finales de abril una recarga al igual que en los últimos meses del año, desde finales de septiembre hasta finales de noviembre. El déficit se presentó desde mediados de abril hasta finales de septiembre.

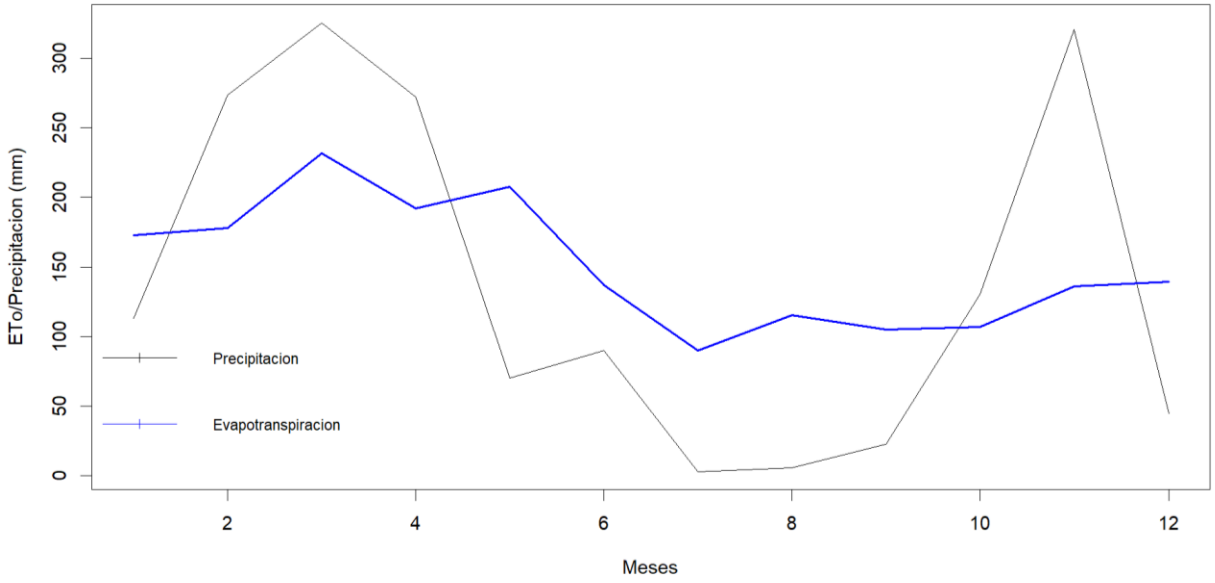


Figura 10. Balance Hídrico para El Juncal.

Con los datos obtenidos del suelo y del cultivo, como densidad aparente, profundidad radicular, nivel de agotamiento, capacidad de campo y punto de marchitez permanente se procedió a calcular el contenido de humedad en el suelo, el cual tiene dos tipos de texturas, franco arcillo arenosa (FAa) y franco arenosa (Fa), calculado mediante el balance de entradas y salidas de agua, tomando la precipitación como entrada y la evapotranspiración como salida; en la Figura 11, se observa que aproximadamente a los 20 días se debe realizar un riego en ambos suelos.

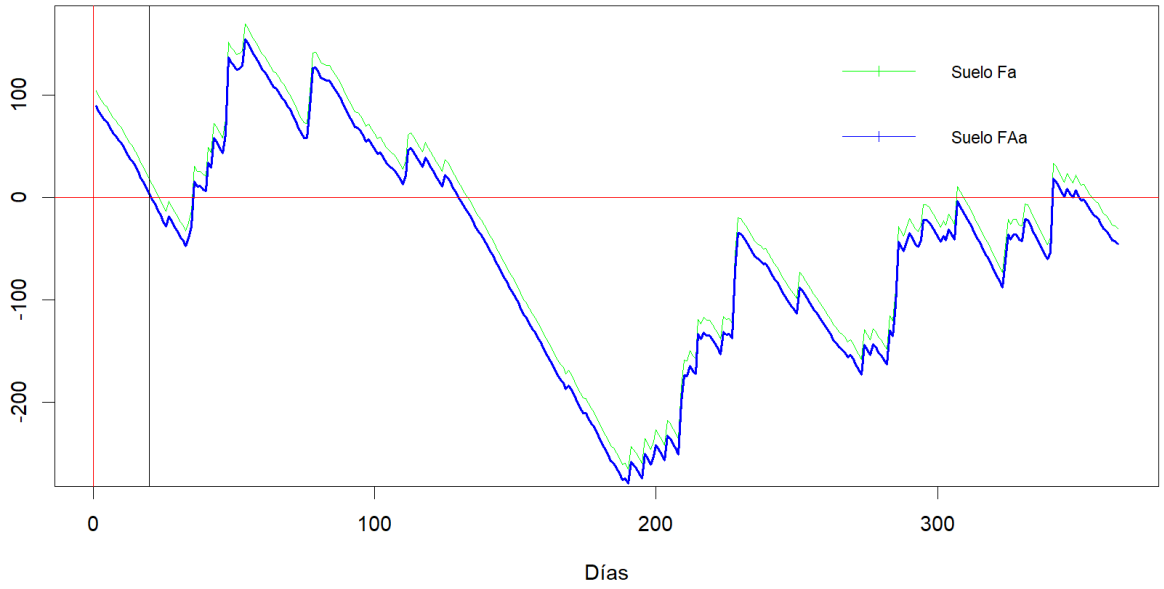


Figura 11. Contenido de humedad en los diferentes tipos de suelo.

Una de las limitantes que tiene el cultivo del arroz, está relacionado con la disponibilidad de agua, la variabilidad climática y la falta de infraestructura de riego, lo que ha obligado a acondicionar el desarrollo del cultivo a menor suministro de agua FEDEARROZ (2021). En cuanto al riego, en la granja de la Universidad Surcolombiana no se cuenta con estructuras hidráulicas como canaletas, que ayudarán a la medición del agua que entraba y salía; por lo que ese control se manejó de manera empírica de acuerdo con el desarrollo del cultivo, en donde se tuvo en cuenta el tiempo y la frecuencia con la que se aplicó el riego, por ejemplo:

- Cuando se realizó el proceso de siembra, aproximadamente 4 días después se aplicó el riego, durante dos días constantes el lote quedó saturado y con lámina de agua entre 2 a 3 cm.
- Cuando el arroz estaba en etapa vegetativa, se realizaron mojas rápidas y la lámina de agua fue delgada, porque se necesitaba que la semilla tuviera humedad pero que le llegara calor para que pudiera germinar.

Por lo anterior, en la granja de la Universidad Surcolombiana se tiene un riego establecido, en el que según la literatura se define como Riego por melgas o tablares en contorno; este método de riego consiste en dividir el terreno en parcelas rectangulares estrechas con pendiente, estas parcelas llamadas melgas, fajas, tablares o canteros, están separadas unas de otras mediante diques o caballones dispuestos longitudinalmente; teniendo en la cabecera un canal o una acequia que le provee el agua de riego y en su parte extrema inferior un canal de desagüe. El mismo consiste en hacer pasar por la superficie de la melga un volumen de agua superior a la velocidad de infiltración del suelo por el tiempo que sea necesario hasta alcanzar la lámina de riego deseada (CONGOPE,

2014/2016, p.192-194). Es de aclarar, que antes de iniciar cada campaña se hace una planificación de cada proceso: preparación del terreno, alistamiento y posteriormente siembra.

1.5 INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO:

De acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados y teniendo en cuenta los puntos de muestreo de suelos que se observan en la Figura 2(a), el agrónomo de Asojuncal en convenio con la granja de la Universidad Surcolombiana entregó los productos mostrados en las tablas 29 a la 36 del ANEXO, durante cada etapa fenológica del cultivo.

Según la ficha técnica suministrada por Fedearroz de la semilla FL 2020 "Tabla 28 del ANEXO", la misma tiene los siguientes requerimientos nutricionales principalmente:

- Nitrógeno: 19 a 22 kg/Ton
- Potasio: 20 a 25 kg/Ton
- Fósforo: 3 a 5 kg/Ton

1.6 SIEMBRA Y DENSIDAD DE PLANTAS:

El método de siembra empleado fue al "voleo", por lo general las recomendaciones para este método, varían entre 65 kg, 130 kg, incluso 180 kg de semilla por hectárea; Sin embargo, la cantidad de semilla usada fue la misma de la densidad de siembra, es decir 100 y 150 kg ha^{-1}, lo que significa que no se tuvo en cuenta la inhibición de los granos; por lo general se establece un 10% de pérdida por este factor. (Tascon, 1985) define que las siembras al voleo son más irregulares y la germinación de la semilla no es uniforme. El sistema de siembra empleado fue al voleo y no mecanizado, debido a las condiciones del terreno y a las altas precipitaciones que se presentaron en la época de siembra, que se realizó el 18 de diciembre de 2021; En la "Figura 1. Precipitación media mensual (mm) durante la temporada de cultivo del arroz en el distrito de riego El Juncal" del ANEXO, se evidenció que, en el mes de diciembre del año 2021, se presentó una precipitación media de 211,4 mm que afectó el uso de maquinaria para garantizar la densidad de siembra especificada, además de ocasionar un posible lavado de la semilla. Según FEDEARROZ (MAYO-JUNIO 2021) La siembra mecanizada protege la semilla contra condiciones meteorológicas adversas como radiación solar elevada y la fluctuación de la humedad del suelo que pueden afectar su viabilidad y vigor germinativo; asimismo, precipitaciones que pueden arrastrar la semilla en caso de no encontrarse tapada.

Para un óptimo rendimiento con siembras en épocas ideales y manejo del cultivo, se deben establecer entre 250 y 300 plantas por m^2 para obtener entre 450 y 500 panículas por m^2 y entre 40.000 y 50.000 granos/m^2 (Grupo Técnico Fedearroz - FNA, 2015). Por lo anterior, se realizó una práctica en campo con el fin de estimar un número de plantas por m^2, de acuerdo con la densidad de siembra por la parte técnica de la granja experimental USCO en el área de estudio, obteniendo lo siguiente:

- 500 semillas/m^2 para la densidad de siembra de 150 kg ha^{-1}
- 333 semillas/m^2 para la densidad de siembra de 100 kg ha^{-1}

1.7 NUTRICIÓN OPORTUNA, BALANCEADA Y MANEJO FITOSANITARIO:

Los beneficios de una nutrición adecuada en el cultivo de arroz permiten asegurar una buena productividad del cultivo además de favorecer aspectos esenciales, como la resistencia a las plagas y enfermedades, debido a que las plantas crecen vigorosas (Agropedia, 2022). En el lote B de la granja experimental USCO y durante el desarrollo del proyecto, no se evidenciaron plagas, ni enfermedades que pudieran afectar la producción obtenida.

1.8 PLANES DE FERTILIZACIÓN:

El abono cumple un papel fundamental en todo tipo de cultivos ya que se utiliza para enriquecer las propiedades minerales y la calidad del suelo destinado a cultivos y plantaciones. Para el caso del cultivo de arroz, el abonado que requiere este cultivo debe ser rico en nutrientes como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre.

En este ensayo se utilizó una variedad de ciclo corto en el que se emplean solo 4 abonadas, donde se evaluaron los resultados productivos de dos tipos de fertilización: uno químico mejorado y otro convencional; el plan de fertilización fue basado en los requerimientos nutricionales de la variedad de semilla seleccionada, corrigiendo las deficiencias evidenciadas en los análisis de suelos realizados al área de estudio. El plan de fertilización propuesto en cada uno de los tratamientos, con sus respectivas fechas y productos, se puede observar en las Tablas 29 a la 36 del ANEXO.

En la selección de los productos para cada una de las abonadas del presente proyecto, fue necesario tener en cuenta el convenio de compra de la Universidad Surcolombiana con ASOJUNCAL.

1.9 PROTECCIÓN DE ESPIGA:

Es de mucha importancia proteger el cultivo de arroz cuando se encuentre en la etapa final de maduración, como es la protección de la espiga contra los patógenos. La organización, la estrategia y las aplicaciones oportunas de fungicidas, se constituyen en la mejor estrategia a seguir, de esta forma la última aplicación de fungicidas se hace es para la protección de la espiga.

Los insumos utilizados en la protección de espiga para el lote B fueron: Agrostick 1.2 litros, Amistar Top 2 litros, Cumbia (Triciclazol) 1.2 kg y Engeo 1.2 litros, todos los datos están totalizados en las 4 hectáreas, cuya fecha de aplicación fue el 24 de marzo de 2022.

1.10 CONTROL DE MALEZAS:

Las malezas constituyen el principal problema en el cultivo de arroz. Se estima que en el país el 70% de las pérdidas de la producción de arroz se debe a la competencia causada por las malezas de la plantación. Por eso es importante que el productor planifique y efectúe un buen control de malezas en su cultivo (SAG & DICTA, 2003).

Los productores en su mayoría conocen los herbicidas recomendados para el control de malezas en el cultivo del arroz, sin embargo, el mayor problema consiste en que se tiene poco conocimiento en el manejo y aplicación de estos herbicidas, resultando en un control deficiente de las malezas que afectan la plantación de arroz.

En este caso, el lote B presentaba alta población de arroz espontáneo y malezas varias, por lo que el agrónomo sugirió la aplicación de los productos expuestos en las Tablas 37, 38 y 39 del ANEXO, para realizar tres quemas químicas en el lote de 4 hectáreas antes de su preparación.

1.11 SEGUIMIENTO AL DESARROLLO DEL CULTIVO:

Durante esta etapa, se realizaron diferentes mediciones al cultivo según el avance de sus estados fenológicos, como se describe en la Tabla 22 del ANEXO. Se tomó registro del número de plantas, comprobando la densidad de siembra (Tabla 40 del ANEXO) en la visita No. 1, seguimiento a la altura de las plantas y número de macollas en las visitas No. 2 y 3 durante el máximo macollamiento y máximo embuchamiento (Tablas 41 y 42 del ANEXO), número de panículas/m^2 en la visita No. 4 al momento de la floración (Tabla 43 del ANEXO), y mediciones de las muestras junto con corte y desgranado previo a la cosecha en el momento de madurez (Tablas 44 del ANEXO), en este último se generaron los datos de campo de la Tabla 45 del ANEXO, los cuales fueron tomados un día antes de hacerse efectiva la cosecha y haciendo uso de los aforadores de seguimiento (50 x 50 cm), se tomó completamente la muestra de cada uno y se empacó en bolsas identificadas con la numeración de cada punto. Posteriormente, se realizó el desgrane de cada planta de arroz, se separaron granos llenos de los vanos, se tomó la muestra de 1000 granos llenos, y se tomaron los pesos respectivos.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE SEGUIMIENTO:

- **Peso de 1000 granos:** En la Figura 12, se presentan los resultados del análisis de la varianza del peso de 1000 granos de arroz. El reporte estadístico mostrado en la Figura 2 del ANEXO, determinó que no existe diferencia significativa estadística entre los datos de los tratamientos, el peso promedio de estos es superior a los 30 gramos en los 4 tratamientos.

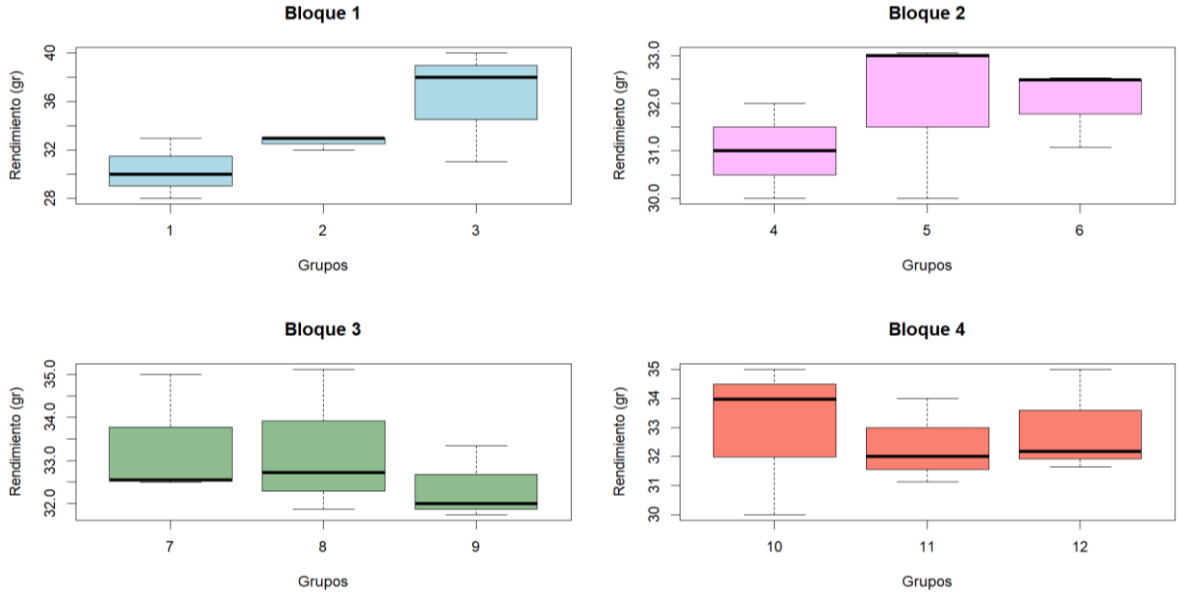


Figura 12. Diagramas de caja peso 1000 granos.

- **Alturas 10 Panículas:** Según la Tabla 28 del ANEXO, en donde se establecen las características agronómicas de la semilla Fedearroz 2020, se puede evidenciar que la

longitud de panícula se encuentra en el rango de "25 - 31 cm", en donde la media de los datos de los bloques 1, 2, 3 y 4 cumplen según lo ilustrado en el análisis estadístico de la Figura 13. El Bloque 3, presenta mayor concentración de datos en el rango de 20 a 30 cm y una disminución considerable con respecto a las alturas de los demás tratamientos.

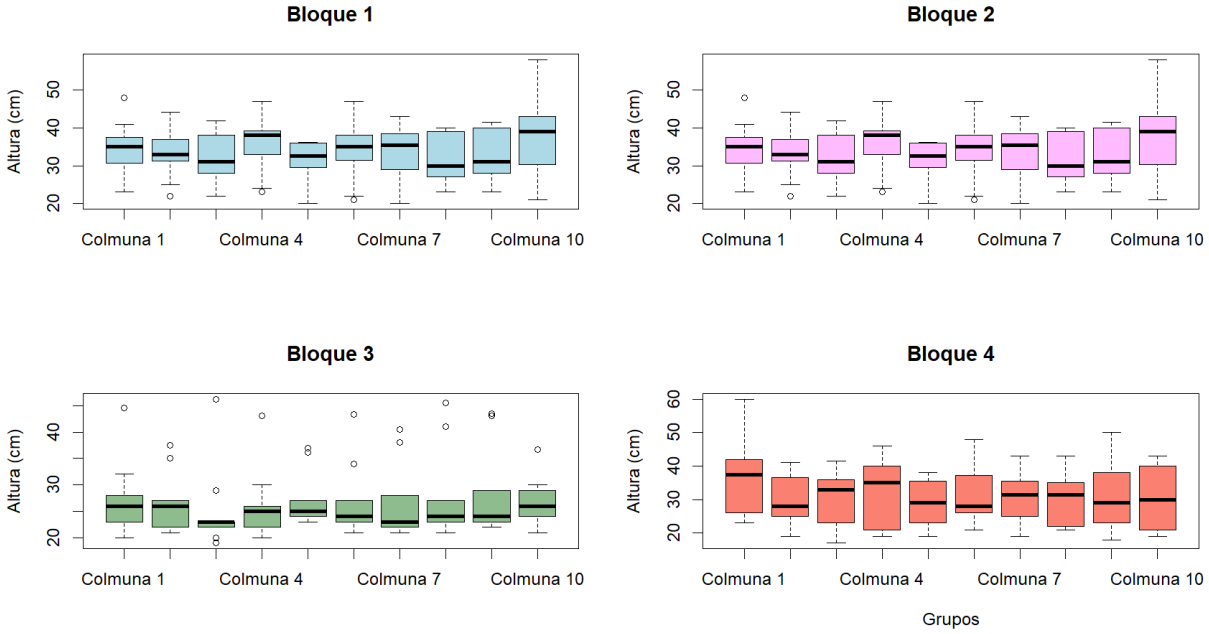


Figura 13. Análisis estadístico de la altura de 10 panículas.

- **Porcentaje de Vaneamiento:** En las Figuras 14 y 15, se presentan los diagramas de bigotes obtenidos del análisis de la varianza mostrado en las Figuras 5 y 6 del ANEXO, del porcentaje de vaneamiento que se obtuvo en los granos al momento de realizar la cosecha, se interpreta que no hubo diferencias significativas para este factor entre bloques; este se encuentra en un rango cercano al 10%, lo cual, pudo ser consecuente de la variabilidad climática presentada en la zona.

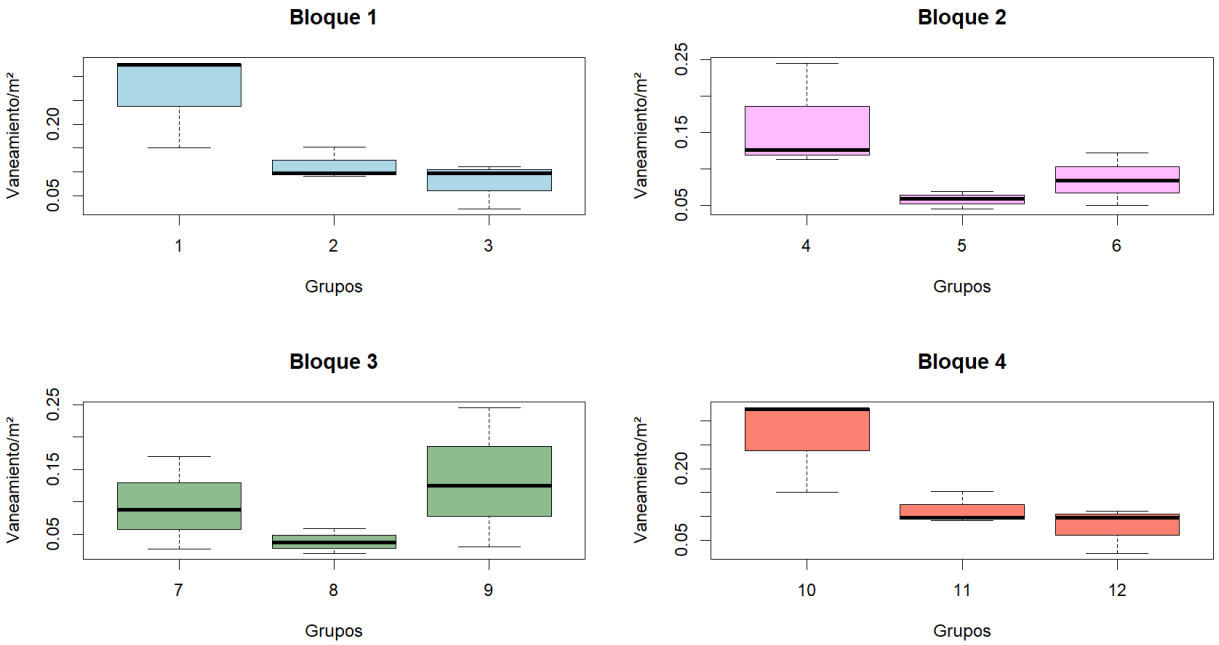


Figura 14. Diagramas de caja del vaneamiento/m^2 entre sub-bloques.

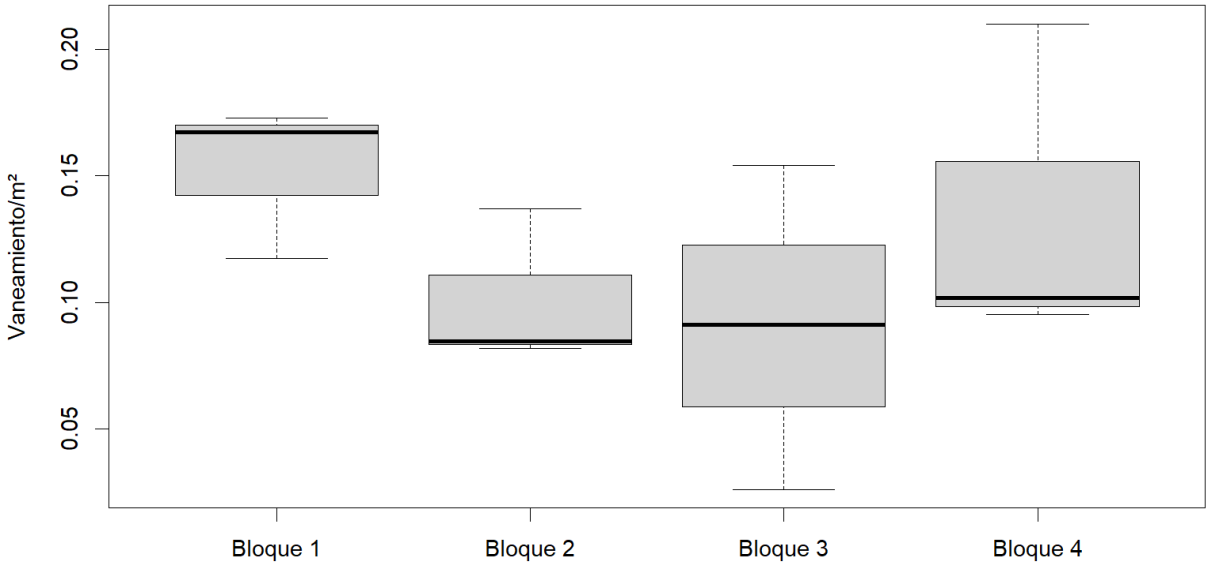


Figura 15. Diagrama de caja del vaneamiento/m^2 entre bloques o tratamientos.

- **Altura de las plantas:** En la Figura 16, se aprecia el comportamiento de la altura de las plantas durante el ciclo, según la Tabla 28 del ANEXO, se observa que la altura de las plantas de la semilla FEDEARROZ 2020, está en un rango de 90 a 100 cm, en donde se puede evidenciar que los tratamientos cumplen con este factor, lo cual sugiere que el manejo fue exitoso en todos los bloques.

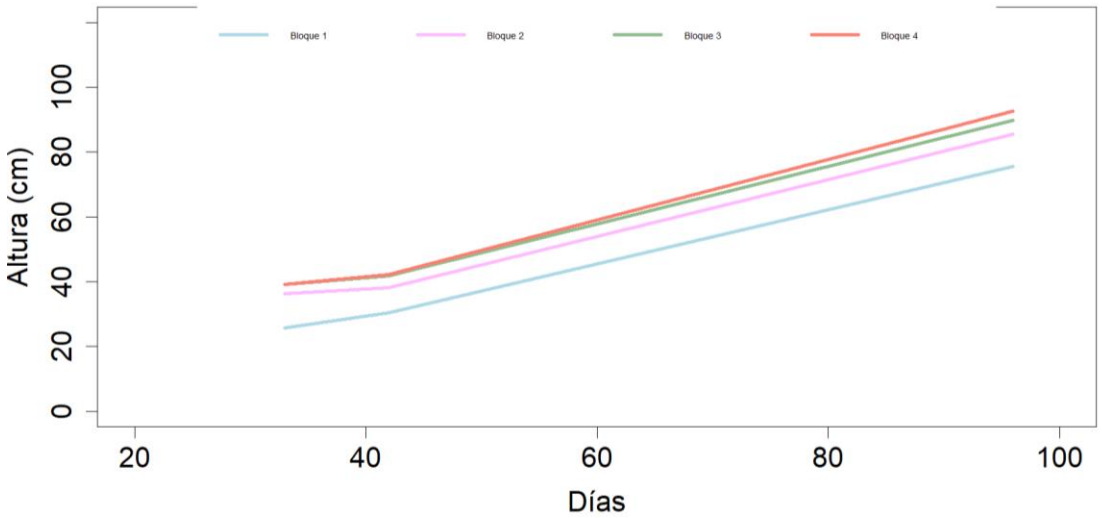


Figura 16. Comportamiento de la altura de plantas.

2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE COSECHA:

En el presente apartado, se busca comparar la proyección realizada a partir del análisis estadístico realizado mediante el método de ANOVA de diferencia mínima (LSD) de los resultados medidos en los aforadores, con lo obtenido en la cosecha de manera práctica reportado por los técnicos de la Granja y de ASOJUNCAL. Lo anterior con el fin de establecer y/o identificar los factores que pudieron interferir en las diferencias que se presentan.

2.2.1 PROYECCIÓN DE MEDICIONES:

Primero se realizó el análisis de los datos en unidades de bultos/ha de cada tratamiento, teniendo en cuenta que el peso de cada bulto es de 62,5 kg. Según la Figura 17, se puede identificar la tendencia de los datos individuales de cada tratamiento. Además, de las diferencias significativas o no entre los mismos, las cuales se muestran en la Figura 3 del ANEXO; en el caso del sub-bloque 2, el valor de F dio mayor que el valor crítico para F, porque los datos del sub-bloque 4 no guardan relación con respecto a la media de los otros dos sub-bloques. Seguidamente se realizó el análisis estadístico de nuevo (Figura 4 del ANEXO), pero esta ocasión la finalidad fue comparar los tratamientos como se evidencia en la Figura 18, en donde el bloque 2 presentó mayor rendimiento, con respecto a la media de los datos de los otros 3 bloques.

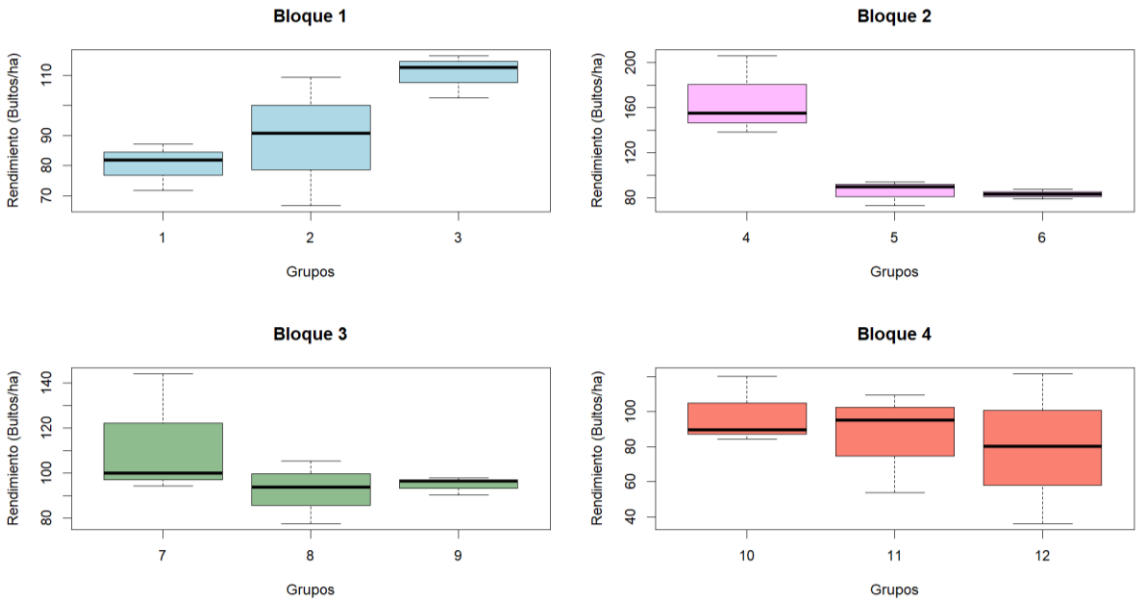


Figura 17. Diagramas de caja del rendimiento total entre sub-bloques.

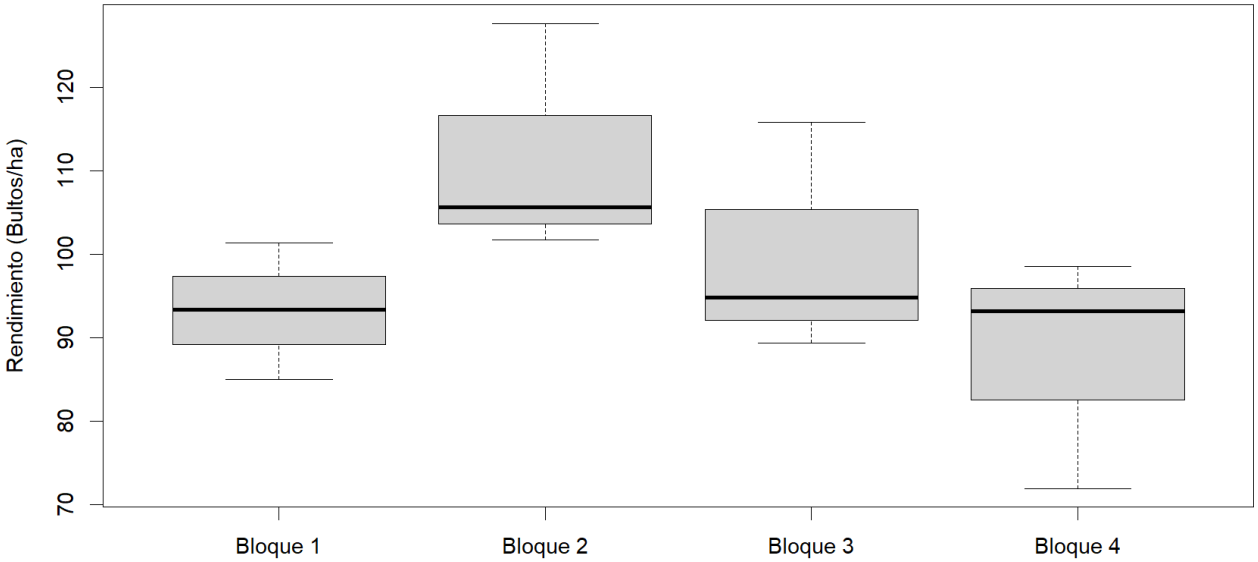


Figura 18. Diagrama de caja para el rendimiento total entre bloques o tratamientos.

Según la Figura 4 del ANEXO y una vez se realiza el ANOVA entre los tratamientos, se implementó el Método LSD (diferencia mínima significativa), el cual se describe como la diferencia mínima que debe haber entre dos medias muestrales para considerar que dos tratamientos son diferentes. Para este método se probó la igualdad de todos los posibles pares de medias, para lo que se han propuesto varios métodos, conocidos como métodos de comparaciones múltiples o pruebas de rango múltiple. La diferencia primordial entre los métodos radicó en la potencia que tienen para detectar las diferencias entre las medias. Se dice que una prueba es más potente si es capaz de detectar diferencias más pequeñas. Para implementar este método fue

necesario hacer uso del cuadrado medio del error “CMe”, para poder calcular el LSD según la Ec. (1).

$$\text{LSD} = t_{\alpha/2,N-k}\ \sqrt{2CM_{E/n}} \qquad (1)$$

t: distribución T de Student
CMe: cuadrado medio del error
α: 0.05 “Significancia Predeterminada”
N: grados de libertad y/o número de datos
k: número de tratamientos a analizar
n: número de sub-bloques

La decisión sobre cada una de las seis hipótesis listadas en la Figura 4 del ANEXO, se obtiene al comparar las correspondientes diferencias de medias muestrales en valor absoluto con el número LSD = 22,429. Se declaran significativas aquellas diferencias que son mayores a este número. Los resultados se muestran en la Figura 4 del ANEXO, de donde se concluye que no hay diferencia significativa entre bloques o tratamientos B1=B2, B1=B3, B1=B4, B2=B3, B2=B4, B3=B4.

2.2.2 DATOS REALES:

La cosecha se llevó a cabo el día 11 de abril; cuando se realizó, la plantación tenía 114 días después de la siembra y el método empleado fue mecanizado.
En general, se considera una buena cosecha de 130 bultos por hectárea, haciéndose únicamente de manera mecanizada, sin embargo, en la granja experimental USCO nunca se ha obtenido este margen de rendimiento. En el presente proyecto, el rendimiento que se obtuvo es el reportado según los tiquetes de la báscula que se muestran en las Figuras 8 y 9 del ANEXO, y concuerdan con la proyección reportada en el inciso anterior.

2.3 ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO:

El beneficio corresponde al ingreso producto de la venta del grano dividido entre los costos de producción. En el presente proyecto, la diferencia con respecto a costos está principalmente en la cantidad de semilla implementada y los productos empleados en el plan de fertilización de cada tratamiento. Lo anterior, debido a que la adecuación del terreno, el método de riego, la aplicación de herbicidas y fungicidas, y la mano de obra empleada en general, del Lote B de la Granja Experimental USCO del proyecto, fue igual en las 4 hectáreas. Con respecto a este factor, la mejor relación costo - beneficio se obtuvo en el tratamiento convencional con un valor de 2,87; mientras que en el tratamiento mejorado se obtuvo una relación de 2,11. El proceso donde se muestra esta relación, se encuentra en las Tablas 46 y 47 del ANEXO.

2.3.1 EGRESOS E INGRESOS:

En la Tablas 46 y 47 del ANEXO, se detallan los factores de labores mecanizadas, mano de obra, e insumos que fueron muy importantes para la elaboración del presupuesto de cada uno de los

tratamientos; los cuales permitieron establecer diferencias marcadas, con respecto a costos entre cada uno. Según el presupuesto elaborado, el tratamiento más económico y como ya se dijo anteriormente el que presentó mejor relación costo - beneficio, fue el Convencional, con un costo de egresos de siete millones setecientos cuarenta y siete mil seiscientos treinta y cuatro pesos con cincuenta centavos MCTE ($7.747.634,50) e ingresos por venta de la cosecha de veintidós millones doscientos cuarenta y seis mil doscientos pesos MCTE ($22.246.200). Mientras que en el tratamiento mejorado se obtuvo un costo de egresos de nueve millones setecientos veintitrés mil ochocientos cincuenta y cuatro pesos con cincuenta centavos MCTE ($9.723.854.50) e ingresos por venta de la cosecha de veinte millones quinientos un mil cuatrocientos pesos MCTE ($20.501.400).

2.3.2 CURVA RENDIMIENTO:

De acuerdo con las visitas que se desarrollaron durante el seguimiento fenológico del cultivo (Tabla 22 del ANEXO), se pudo proyectar la curva de rendimiento, en donde se tuvieron en cuenta los siguientes factores: Conteo de Población inicial, número de macollas/m^2 (2 visitas) y número de panículas/m^2.

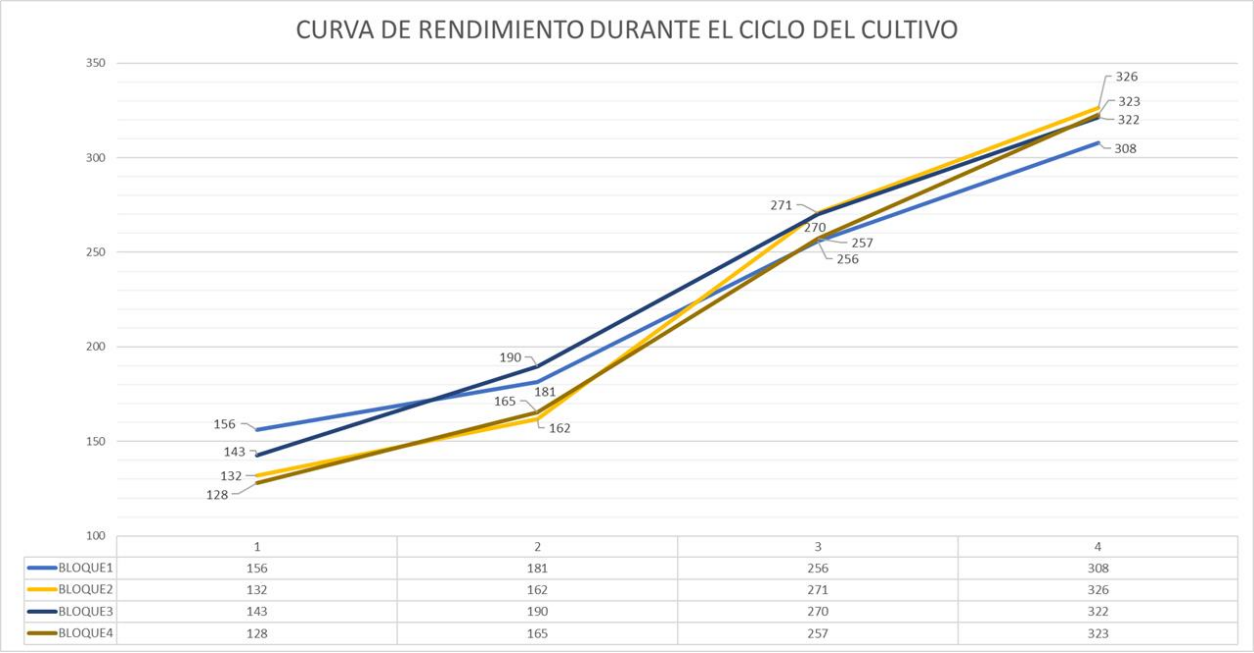


Figura 19. Curva de Rendimiento de los Tratamientos.

En la Figura 19, se puede observar que los bloques 3 y 4 correspondientes al tratamiento mejorado, presentaron mayor rendimiento con respecto a los bloques 1 y 2 del bloque convencional. Por lo anterior, se presentan los resultados en la Tabla 3 para mayor claridad, en donde se relaciona el conteo inicial de plantas con respecto a las dos visitas de macollamiento y la de panículas.

Tabla 3. Relación de incremento de macollas y/o Panículas vs conteo inicial de plantas.

FACTOR	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4
Macollamiento 1	1,16	1,23	1,33	1,29
Macollamiento 2	1,64	2,05	1,89	2,01
Panículas	1,97	2,47	2,25	2,52

Como ya se mencionó anteriormente, la población inicial no se cumple de acuerdo con la densidad de siembra esperada, ya sea por el método de siembra empleado y que las condiciones climáticas que se presentaron al momento que se realizó la siembra no fue la mejor; es de aclarar que esto no se debe al plan de fertilización que se implementó en cada tratamiento. Según la Tabla 3, se puede observar que el factor de macollamiento de los bloques 1 y 2 de manejo convencional presenta menos incremento de macollas por planta con respecto a los bloques 3 y 4 de manejo mejorado; Esto indica que sí se establece una diferencia con respecto a la implementación de fertilizantes químicos mejorados, ya que al implementarlos se obtiene más macollamiento; sin embargo, los lotes no produjeron lo esperado por el tema que en la siembra se perdió mucha semilla y la densidad de siembra inicial difirió entre tratamientos. También podemos analizar, que el bloque 1 presenta los valores más bajos con respecto a la relación de la población inicial vs macollas y panículas. Además, el bloque 2 presenta muy buenos resultados en esta relación, posiblemente se debe a que en el riego se hayan lavado agroquímicos mejorados del bloque 3, ocasionando al final, que este bloque terminó siendo abonado de manera convencional y parcialmente mejorada, obteniendo un mejor rendimiento con respecto a los resultados de la cosecha. Además de lo anterior, si se analizan, dada la contaminación recientemente explicada, únicamente los bloques 1 y 4, este último presenta menor población inicial, sin embargo, durante el desarrollo del cultivo este evoluciona de manera que desarrolla más panículas y macollas, sobrepasando el bloque 1; Esto demuestra la acción de los fertilizantes mejorados, tal que si se garantiza la densidad de siembra se puedan establecer mejores resultados en rendimiento.

CONCLUSIONES

- No hubo diferencias significativas en la densidad de siembra, en general fue similar en las cuatro hectáreas, esto obedeció al método de siembra “Al Voleo”, fuertes lluvias que ocasionaron el lavado de la semilla, y semillas que sirvieron de alimento para las aves, además no se tuvo en cuenta el 10% de semilla inhibida.
- Durante el ciclo de siembra del arroz del presente proyecto, las plagas y enfermedades no fueron factor limitante en el manejo del cultivo; éstas fueron controladas con las quemas químicas que se hicieron al inicio del proyecto y después de la adecuación del terreno.
- En balance hídrico muestra como la evapotranspiración supera a la precipitación en los meses de mayo a septiembre, lo que quiere decir que toda el agua que cae, que almacenan plantas y el suelo se evapotranspira, quedando el suelo sin reserva de agua, por lo que la recarga hídrica mediante el riego es indispensable para el desarrollo del cultivo.
- De acuerdo al Método LSD (Figura 4 del ANEXO), se concluye que no hay diferencia significativa entre bloques o tratamientos B1=B2, B1=B3, B1=B4, B2=B3, B2=B4, B3=B4.

- De acuerdo a la Tabla 3, podemos observar que las relaciones de macollamiento y formación de panículas mostraron la incidencia positiva de los fertilizantes mejorados sobre los convencionales; sin embargo, el factor de la densidad de siembra en el tratamiento convencional fue mayor, influenciando el rendimiento total obtenido.

RECOMENDACIONES

- Se deben realizar réplicas de este estudio, para obtener una estimación del error experimental, así como una respuesta más precisa del efecto de los tratamientos en la relación costo beneficio.
- En futuros proyectos de investigación, se recomienda garantizar que el método de siembra sea con la maquinaria adecuada y calibrada, con el fin de utilizar la cantidad de semilla necesaria y sin desperdicios. Lo anterior, permitirá adicionar al estudio el tratamiento de densidad de siembra.

REFERENCIAS

Baloch, A.W.; Soomro, A.M.; Javed, M.A.; Ahmed, M.; Bughio, H.R.; Mastoi, N.N. 2002. Optimum plant density for high yield in rice (Oryza sativa L.). Asian Journal of Plant Sciences, 1(1): 25-27.

Bernis, J. M. F., Pàmies, C. B., & Universitat Internacional de Catalunya. Escola Universitària de Ciències Experimentals i Tecnologia. (2004). *Variedades y mejora del arroz: ("Oryza sativa", L.)*.

Chauhan, B. S., & Abugho, S. B. (2012). Effect of growth stage on the efficacy of postemergence herbicides on four weed species of direct-seeded rice. TheScientificWorldJournal, 2012, 123071. https://doi.org/10.1100/2012/123071

DANE. (2022, agosto 10). *Encuesta nacional de arroz mecanizado (ENAM)*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-arroz-mecanizado

Editor Agropedia. (2022). *Cultivo de arroz*. Agrotendencia.tv. https://agrotendencia.tv/agropedia/cereales/el-cultivo-de-arroz/

Fedearroz. (s/f). *Costos*. Fedearroz. Recuperado el 15 de agosto de 2022, de https://fedearroz.com.co/es/fondo-nacional-del-arroz/investigaciones-economicas/estadisticas-arroceras/costos/

Gomez Casseres Argumedo, L. (2021-10-29.). Análisis agronómico de seis variedades de arroz (Oryza sativa) en función de diferentes épocas de siembra en el Centro Experimental La Victoria Fedearroz - Montería. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Grupo Técnico Fedearroz - FNA. (2015). Guía de trabajo AMTEC. ADOPCIÓN MASIVA DE TECNOLOGÍA, 18. https://fedearroz.s3.amazonaws.com/media/documents/Guia_de_trabajo_baja.pdf

Macias Medina, J. M. (2021, 10 febrero). Arroceros del Huila en crisis. Diario del Huila. https://diariodelhuila.com/arroceros-del-huila-en-crisis/

Mishra, J. S., Kumar, R., Mondal, S., Poonia, S. P., Rao, K. K., Dubey, R., Raman, R. K., Dwivedi, S. K., Kumar, R., Saurabh, K., Monobrullah, M., Kumar, S., Bhatt, B. P., Malik, R. K., Kumar, V., McDonald, A., & Bhaskar, S. (2022). Tillage and crop establishment effects on weeds and productivity of a rice-wheat-mungbean rotation. *Field Crops Research*, *284*(108577), 108577. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108577

Morejón, R., & Díaz, Sandra H. (2005). Análisis de asociación de caracteres en el cultivo de Arroz (oryza sativa l.) Empleando técnicas multivariadas. *Cultivos Tropicales*, *26*(1), 79. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215916013

Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) & Dirección de ciencia y Tecnología Agropecuaria(DICTA). (2003). PROGRAMA DE ARROZ. *MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE ARROZ. (ORYZA SATIVA)*, 41. https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf

Shrestha, J., Shah, K. K., & Timsina, K. P. (2020). Effects of different fertilizers on growth and productivity of rice (Oryza sativa L.): a review. International Journal of Global Science Research, 7(1). https://doi.org/10.26540/ijgsr.v7.i1.2020.151

Torrente Trujillo, A., Sampayo Noguera, T. J., De Dios Ñañez, J., & Amezquita Collazos, E. (2006). Evaluación comparativa del manejo de agua en dos sistemas de producción de Arroz (Oriza Sativa L.). Campoalegre–Huila. Ingeniería Y Región, 4, 29-36. https://doi.org/10.25054/22161325.840

Xing, Y., & Zhang, Q. (2010). Genetic and molecular bases of rice yield. *Annual Review of Plant Biology*, *61*(1), 421–442. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-112209

Zhang, H., Yu, C., Kong, X., Hou, D., Gu, J., Liu, L., Wang, Z., & Yang, J. (2018, enero). Los manejos de cultivo integradores progresivos aumentan el rendimiento de grano y el uso de nitrógeno, eficiencia y productividad del agua de riego en arroz. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.034

FEDEARROZ. (MAYO-JUNIO 2021). RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, OTRO LOGRO DEL AMTEC. Revista ARROZ, (552), 12-27.

Pineda, D.F., Morales, H. 2015. Principios básicos para el manejo eficiente del agua en el cultivo del arroz en Colombia. Federación Nacional de Arroceros. Primera edición. Bogotá D.C. 32 p.

Delgadillo, O., & Perez, L. (2016). *Medición de la infiltración.* Obtenido de http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wpcontent/uploads/2017/05/2016_Medicion_infiltracion_doble_anillo.pdf

CONGOPE. (2016). Hablemos de riego. (Obra original publicada en 2014)
http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf

ANEXOS

MUESTRA	CÓDIGO LABORATORIO
1	249
2	250
3	251
4	252
5	253
6	254
7	255
8	256
9	257
10	258
11	259
12	260

Tabla 1. Numeración de las muestras para ingreso al laboratorio.

MUESTRA	PESO (g)	PH	TEMPERATURA (°C)
1	19,999	6,76	24,2
2	20,000	5,50	24,2
3	20,003	5,53	24,2
4	20,004	5,45	24,2
5	20,009	5,62	24,2
6	19,999	6,28	24,2
7	20,003	5,14	23,9
8	20,009	5,80	24,0
9	20,005	5,49	24,1
10	20,002	5,08	23,6
11	20,001	5,77	23,4
12	20,006	5,94	23,8

Tabla 2. Resultados del laboratorio de PH (NTC 5264).

MUESTRA	PH	VALOR ACIDEZ	meq/100
BLANCO	-	0,18	-
7	5,14	0,47	0.29
BLANCO	-	0,21	-
10	5,08	0,58	0.41

Tabla 3. Resultados del laboratorio de ACIDEZ (NTC 5263:2017).

MUESTRA	PESO CAPSULA (G)	PESO INICIAL (G)	PESO FINAL+PESO CÁPSULA (G)	PESO FINAL (G)	pW (%)
1	40,936	9,992	50,722	9,786	2,105
2	59,351	9,996	69,136	9,785	2,156
3	52,341	10,004	62,03	9,689	3,251
4	43,243	10,000	52,945	9,702	3,072
5	68,856	10,004	78,63	9,774	2,353
6	40,477	10,008	50,203	9,726	2,899
7	52,245	10,008	62,085	9,84	1,707
8	42,637	10,004	52,518	9,881	1,245
9	73,522	10,006	83,416	9,894	1,132
10	78,143	10,005	87,993	9,85	1,574
11	66,524	10,007	76,384	9,86	1,491
12	70,446	10,007	80,29	9,844	1,656

Tabla 4. Resultados del laboratorio de HUMEDAD (NTC 6230:2017).

MUESTRA	MEDIDAS CONDUCTÍMETRO	MEDICIÓN C.E (dS/m)
BLANCO	15,20	0,09
1	62,6	0,12
2	69,1	0,14
3	88,0	0,12
4	123,1	0,08
5	137,1	0,07
6	116,1	0,07

7	75,9	0,07
8	74,2	0,08
9	69,8	0,07
10	68,1	0,09
11	82,8	0,12
12	68,9	0,14

Tabla 5. Resultados del laboratorio de CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (NTC 6230).

MUESTRA	PESO	LECTURA (40s)	TEMPERATURA (°C)	LECTURA (2h)	TEMPERATURA (°C)	CLASIFICACIÓN
1	50,001	15	24,1	10	22,9	Franco arcillo arenoso
2	50,002	13	24,3	7	23	Franco Arenoso
3	50,005	16	24,4	11	22,9	Franco arcillo arenoso
4	50,001	15	24,2	10	23	Franco arcillo arenoso
5	50,000	16	24	10	23,9	Franco arcillo arenoso
6	50,000	13	24,4	8	23,2	Franco Arenoso
7	50,000	16	24,6	6	23	Franco Arenoso
8	50,000	17	24,6	6	22,4	Franco Arenoso
9	50,00	13	24,1	7	23,0	Franco Arenoso
10	50,00	17	24,2	9	22,4	Franco Arenoso
11	50,00	11	24,2	10	23,0	Franco arcillo arenoso
12	50,00	16	24,2	110	23,0	Franco arcillo arenoso

Tabla 6. Resultados del laboratorio de TEXTURA BOUYOUCOS.

MUESTRA	PESO (g)	CARBONO ORGÁNICO (g/L)	% CARBONO ORGÁNICO
Blanco	-	0,000	0
1	0,7587	0,003	0,53
2	0,7781	0,004	0,70
3	0,7379	0,005	0,52
4	0,7876	0,004	0,52
5	0,7943	0,004	0,41
6	0,7620	0,003	0,64
7	0,7954	0,005	0,55

8	0,7377	0,004	0,40
9	0,7557	0,003	0,52
10	0,7865	0,004	0,28
11	0,7315	0,002	0,41
12	0,7355	0,003	0,40

Tabla 7. Resultados del laboratorio de CARBONO ORGÁNICO (NTC 5403 modificado).

MUESTRA	PESO (gr)	AZUFRE (PPM)	ppm S
Blanco	**0,0**	0	4,88
1	10,00	1,91	52,28
2	10,00	20,47	29,30
3	10,00	11,35	75,14
4	10,00	29,16	68,40
5	10,00	26,73	36,86
6	10,00	14,33	47,70
7	10,00	18,76	38,65
8	10,00	15,27	16,08
9	10,00	6,36	57,11
10	10,00	22,49	11,21
11	10,00	4,42	12,12
12	10,00	4,77	4,88

Tabla 8. Resultados del laboratorio de AZUFRE (NTC 5402 modificado).

MUESTRA	PESO (gr)	FÓSFORO DISPONIBLE (PPM)	ppm P
Blanco	0,0	0	4,34
1	2,85	0,606	4,87
2	2,85	0,679	4,70
3	2,85	0,648	4,77
4	2,85	0,660	4,75
5	2,85	0,662	6,43
6	2,85	0,891	8,61
7	2,85	1,207	12,94
8	2,85	1,821	6,98

9	2,85	0,984	6,89
10	2,85	0,967	3,70
11	2,85	0,520	5,76
12	2,85	0,807	4,34

Tabla 9. Resultados del laboratorio de FÓSFORO DISPONIBLE (NTC 5350).

MUESTRA	PESO CC(gr)	PESO PMP (gr)	PESO HORNO (gr)
1	168,054	166,227	150,572
3	164,26	164,220	146,793
4	172,659	171,706	155,047
5	184,574	183,997	166,818
6	179,785	180,572	160,227
7	171,896	168,674	151,240
8	146,942	145,108	133,799
9	182,960	181,809	163,685
10	186,660	184,419	171,938
11	163,084	161,566	146,504
12	161,940	159,124	139,497

Tabla 10. Resultados del laboratorio de Retención de Humedad.

MUESTRA	PESO CILINDRO (gr)	PESO PAPEL + CAUCHO (gr)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm^3)
1	27,396	1,193	5,33	3,1	69,1681
2	26,648	2,281	5,33	3,11	69,3912
3	11,341	1,432	5,8	2,76	72,9214
4	26,742	1,817	5,33	2,94	65,5982
5	25,983	1,318	5,33	2,82	62,9207
6	11,346	1,535	5,8	2,85	75,2993
7	26,772	1,745	5,27	3,08	67,1834
8	34,482	1,703	4,8	2,61	47,2294
9	26,977	1,663	5,32	3,02	67,1305
10	26,248	1,484	5,35	3,01	67,6650
11	10,943	1,717	5,52	2,71	64,8541
12	25,089	2,034	5,29	2,77	60,8809

Tabla 10.1. Resultados del laboratorio de Retención de Humedad.

MUESTRA	MASA (gr)	MASA CC (gr)	MASA PMP (gr)	DA(gr/cm^3)	HUMEDAD CC	HUMEDAD PMP
1	121,983	139,465	137,638	1,76	14,33	12,83
2	131,327	151,856	151,351	1,89	15,63	15,25
3	134,020	151,487	151,447	1,84	13,03	13,00

4	126,488	144,1	143,147	1,93	13,92	13,17
5	139,517	157,273	156,696	2,22	12,73	12,31
6	147,346	166,904	167,691	1,96	13,27	13,81
7	122,723	143,379	140,157	1,83	16,83	14,21
8	97,614	110,757	108,923	2,07	13,46	11,59
9	135,045	154,320	153,169	2,01	14,27	13,42
10	144,206	158,928	156,687	2,13	10,21	8,65
11	133,844	150,424	148,906	2,06	12,39	11,25
12	112,374	134,817	132,001	1,85	19,97	17,47

Tabla 10.2. Resultados del laboratorio de Retención de Humedad.

MUESTRA	PESO MUESTRA	BLANCO	Vol NaOH	Cmol/kg
1	5,0004	1,9	3,95	8.37
2	5,0006	1,9	3,44	6.29
3	5,0004	1,9	4,6	11.15
4	5,0003	1,9	4,1	9.07
5	5,0007	1,9	4,94	12.44
6	5,0002	1,9	4,81	11.98
7	5,0005	1,9	3,86	7.97
8	5,0008	1,9	4,28	9.64
9	5,0006	1,9	3,4	6.07
10	5,0003	1,9	3,91	8.17
11	5,0006	1,9	3,81	7.75
12	5,0005	1,9	3,67	7.20

Tabla 11. Resultados del laboratorio de CIC (NTC 5268:2014).

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL. FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	Cmol/kg CALCIO
1	5,0004	200	10	3,409	1,7758	2,11	**6,60**
2	5,0006	200	20	1,3609	1,7758	2,16	**5,20**
3	5,0004	200	10	3,6728	1,7758	3,25	**7,22**
4	5,0003	200	10	3,239	1,7758	3,07	**6,31**
5	5,0007	200	10	4,2634	1,7758	2,35	**8,36**
6	5,0002	200	10	3,7799	1,7758	2,90	**7,41**
7	5,0005	200	10	2,6484	1,7758	1,71	**5,03**
8	5,0008	200	10	2,2545	1,7758	1,25	**4,20**
9	5,0006	200	10	3,1221	1,7758	1,13	**5,95**

10	5,0003	200	10	2,5728	1,7758	1,57	**4,87**
11	5,0006	200	10	2,6701	1,7758	1,49	**5,06**
12	5,0005	200	10	3,1907	1,7758	1,66	**6,13**

Tabla 12. Resultados del laboratorio de BASES INTERCAMBIABLES – CALCIO.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL. FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	cmol/kg Mg
1	5,0004	200	10	0,5666	0,315	2,11	**1,80**
2	5,0006	200	20	0,1702	0,315	2,16	**1,04**
3	5,0004	200	10	0,7876	0,315	3,25	**2,57**
4	5,0003	200	10	0,5989	0,315	3,07	**1,92**
5	5,0007	200	10	0,868	0,315	2,35	**2,82**
6	5,0002	200	10	0,93	0,315	2,90	**3,04**
7	5,0005	200	10	0,3994	0,315	1,71	**1,23**
8	5,0008	200	10	0,3141	0,315	1,25	**0,94**
9	5,0006	200	10	0,4264	0,315	1,13	**1,31**
10	5,0003	200	10	0,398	0,315	1,57	**1,22**
11	5,0006	200	10	0,5257	0,315	1,49	**1,65**
12	5,0005	200	10	0,4798	0,315	1,66	**1,50**

Tabla 13. Resultados del laboratorio de BASES INTERCAMBIABLES – MAGNESIO.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	cmol/kg Na
1	5,0004	200	10	0,608	0,4840	2,11	0,58
2	5,0006	200	20	0,5722	0,4840	2,16	1,13
3	5,0004	200	10	0,5229	0,4840	3,25	0,50
4	5,0003	200	10	2,1179	0,4840	3,07	2,16
5	5,0007	200	10	0,0328	0,4840	2,35	-0,02
6	5,0002	200	10	4,5819	0,4840	2,90	4,72
7	5,0005	200	10	0,4964	0,4840	1,71	0,46
8	5,0008	200	10	0,34	0,4840	1,25	0,30
9	5,0006	200	10	0,5336	0,4840	1,13	0,50
10	5,0003	200	10	0,6982	0,4840	1,57	0,67
11	5,0006	200	10	0,4888	0,4840	1,49	0,45
12	5,0005	200	10	0,7403	0,4840	1,66	0,71

Tabla 14. Resultados del laboratorio de BASES INTERCAMBIABLES- SODIO.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL. FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	Cmol/kg K
1	5,0004	200	10	0,144	0	2,11	0,15
2	5,0006	200	20	1,1379	0	2,16	2,38

3	5,0004	200	10	0,173	0	3,25	0,18
4	5,0003	200	10	0,1143	0	3,07	0,12
5	5,0007	200	10	0,1267	0	2,35	0,13
6	5,0002	200	10	0,1438	0	2,90	0,15
7	5,0005	200	10	0,1606	0	1,71	0,17
8	5,0008	200	10	0,1757	0	1,25	0,18
9	5,0006	200	10	1,0494	0	1,13	1,09
10	5,0003	200	10	0,1136	0	1,57	0,12
11	5,0006	200	10	0,8587	0	1,49	0,89
12	5,0005	200	10	0,8761	0	1,66	0,91

Tabla 15. Resultados del laboratorio de BASES INTERCAMBIABLES – POTASIO.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	mg/kg Fe
1	20,0006	80	1	0,9884	0	2,11	**4,04**
2	20,0003	80	10	0	0	2,16	**0,00**
3	20,0007	80	1	0,4587	0	3,25	**1,89**
4	20,0004	80	10	0	0	3,07	**0,00**
5	20,0008	80	10	0	0	2,35	**0,00**
6	20,0005	80	10	0	0	2,90	**0,00**
7	20,0002	80	10	1,6431	0	1,71	**66,85**
8	20,0004	80	10	1,7617	0	1,25	**71,34**
9	20,0006	80	10	0,5153	0	1,13	**20,84**
10	20,0003	80	10	2,1064	0	1,57	**85,58**
11	20,0007	80	1	0,7622	0	1,49	**3,09**
12	20,0005	80	10	0	0	1,66	**0,00**

Tabla 16. Resultados del laboratorio de ELEMENTOS MENORES – HIERRO.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL. FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	mg/kg Mn
1	20,0006	80	1	9,6368	0	2,11	**39,4**
2	20,0003	80	1	15,8336	0	2,16	**64,7**
3	20,0007	80	1	12,4095	0	3,25	**51,2**
4	20,0004	80	1	14,3564	0	3,07	**59,2**
5	20,0008	80	1	12,6611	0	2,35	**51,8**
6	20,0005	80	1	7,5158	0	2,90	**30,9**
7	20,0002	80	1	11,2508	0	1,71	**45,8**
8	20,0004	80	1	8,9403	0	1,25	**36,2**
9	20,0006	80	1	9,2592	0	1,13	**37,5**
10	20,0003	80	1	12,8425	0	1,57	**52,2**

11	20,0007	80	1	6,1906	0	1,49	**25,1**
12	20,0005	80	1	6,7224	0	1,66	**27,3**

Tabla 17. Resultados del laboratorio de ELEMENTOS MENORES – MANGANESO.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL. FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	mg/kg Cu
1	20,0006	80	1	0,3149	0	2,11	**1,29**
2	20,0003	80	1	0,4462	0	2,16	**1,82**
3	20,0007	80	1	0,5186	0	3,25	**2,14**
4	20,0004	80	1	0,4489	0	3,07	**1,85**
5	20,0008	80	1	0,5245	0	2,35	**2,15**
6	20,0005	80	1	0,2649	0	2,90	**1,09**
7	20,0002	80	1	0,4304	0	1,71	**1,75**
8	20,0004	80	1	0,4499	0	1,25	**1,82**
9	20,0006	80	1	0,3774	0	1,13	**1,53**
10	20,0003	80	1	0,4791	0	1,57	**1,95**
11	20,0007	80	1	0,2882	0	1,49	**1,17**
12	20,0005	80	1	0,3387	0	1,66	**1,38**

Tabla 18. Resultados del laboratorio de ELEMENTOS MENORES – COBRE.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	VOL. FINAL EXTRACTANTE (ml)	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA EQUIPO (mg/L)	LECTURA DEL BLANCO (mg/L)	% DE HUMEDAD	mg/kg Zn
1	20,0006	80	1	0,7102	0,0000	2,11	**2,90**
2	20,0003	80	1	0,9091	0,0000	2,16	**3,71**
3	20,0007	80	1	0,7370	0,0000	3,25	**3,04**
4	20,0004	80	1	0,9442	0,0000	3,07	**3,89**
5	20,0008	80	1	1,0126	0,0000	2,35	**4,15**
6	20,0005	80	1	0,4909	0,0000	2,90	**2,02**
7	20,0002	80	1	0,0000	0,0000	1,71	**0,00**
8	20,0004	80	1	0,0000	0,0000	1,25	**0,00**
9	20,0006	80	1	0,9853	0,0000	1,13	**3,99**
10	20,0003	80	1	0,0000	0,0000	1,57	**0,00**
11	20,0007	80	1	0,3043	0,0000	1,49	**1,24**
12	20,0005	80	1	0,6304	0,0000	1,66	**2,56**

Tabla 19. Resultados del laboratorio de ELEMENTOS MENORES – ZINC.

MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	LECTURA EQUIPO	FACTOR DE DILUCIÓN	LECTURA DEL BLANCO	VOL EXTRACTANTE	% HUMEDAD	ppm B
1	20,0006	0,016	1	0,00	40,00	2,11	**0,03**
2	20,0003	0,051	1	0,00	40,00	2,16	**0,10**
3	20,0005	0,076	1	0,00	40,00	3,25	**0,16**

4	20,0004	0,079	1	0,00	40,00	3,07	**0,16**
5	20,0006	0,107	1	0,00	40,00	2,35	**0,22**
6	20,0003	0,1	1	0,00	40,00	2,90	**0,21**
7	20,0007	0,298	1	0,00	40,00	1,71	**0,61**
8	20,0005	0,219	1	0,00	40,00	1,25	**0,44**
9	20,0008	0,19	1	0,00	40,00	1,13	**0,38**
10	20,0005	0,37	1	0,00	40,00	1,57	**0,75**
11	20,0002	0,227	1	0,00	40,00	1,49	**0,46**
12	20,0006	0,169	1	0,00	40,00	1,66	**0,34**

Tabla 20. Resultados del laboratorio de ELEMENTOS MENORES – BORO.

MUESTRA	Wpic (g)	W(pic+suelo) (g)	W(pic+agua+sue) (g)	W(pic+agua) (g)	Masa 1	Masa 2	Dr (g/mL)
1	25,409	27,4020	51,5188	50,3194	2,0489	0,7936	**2,6**
2	25,472	27,4593	51,5585	50,3553	2,0438	0,7846	**2,6**
3	25,182	27,1804	51,2314	49,9866	2,0539	0,7537	**2,7**
4	25,496	27,4904	51,3175	50,1238	2,0503	0,8005	**2,6**
5	25,329	27,3135	51,2512	50,0223	2,0399	0,7553	**2,7**
6	25,550	27,5420	51,9285	20,7231	2,0479	-29,2137	**-0,1**
7	25,5601	27,5591	51,3772	50,1819	2,0552	0,8037	**2,6**
8	25,3022	27,3538	51,5002	50,2593	2,1073	0,8107	**2,6**
9	25,3475	27,3456	51,2447	50,0475	2,0539	0,8009	**2,6**
10	25,428	27,42	51,429	50,2934	2,0479	0,8564	**2,4**
11	25,4399	27,4421	51,8875	50,6286	2,0582	0,7433	**2,8**
12	25,4119	27,4132	51,5182	50,2755	2,0572	0,7586	**2,7**

Tabla 21. Resultados del laboratorio de Densidad Real.

No. VISITA	Actividad	Fecha	Observación
0	**Siembra**	18/12/2021	
1	Conteo población inicial	1al 3/01/ 2022	
2	Conteo de macollas - medición de altura	17 al 22/01/2022	50x50: medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta la hoja más alta
3	**Máximo macollamiento** Conteo de macollas - medición de altura	28 al 31/01/2022	50x50: medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta el último grano de la panícula
4	**Máximo embuchamiento** Conteo de macollas - medición de altura.	4 al 9/03/2022	

5	**Floración** Conteo de panículas - medición de altura	19 al 24/03/2022	50x50: medición de la altura de la parte aérea de tres plantas aleatorias desde la base hasta el último grano de la panícula
6	**Madurez de cosecha** Conteo de panículas - medición de altura Corte y desgranado	8 al 13/04/ 2022	50x50: se corta. Se miden 10 panículas. Se desgrana la totalidad. Se separan granos llenos de vanos. Se apartan los llenos para sacar 1000 granos y sacar el peso de estos 1000 granos.

Tabla 22. Calendario de visitas y actividades realizadas.

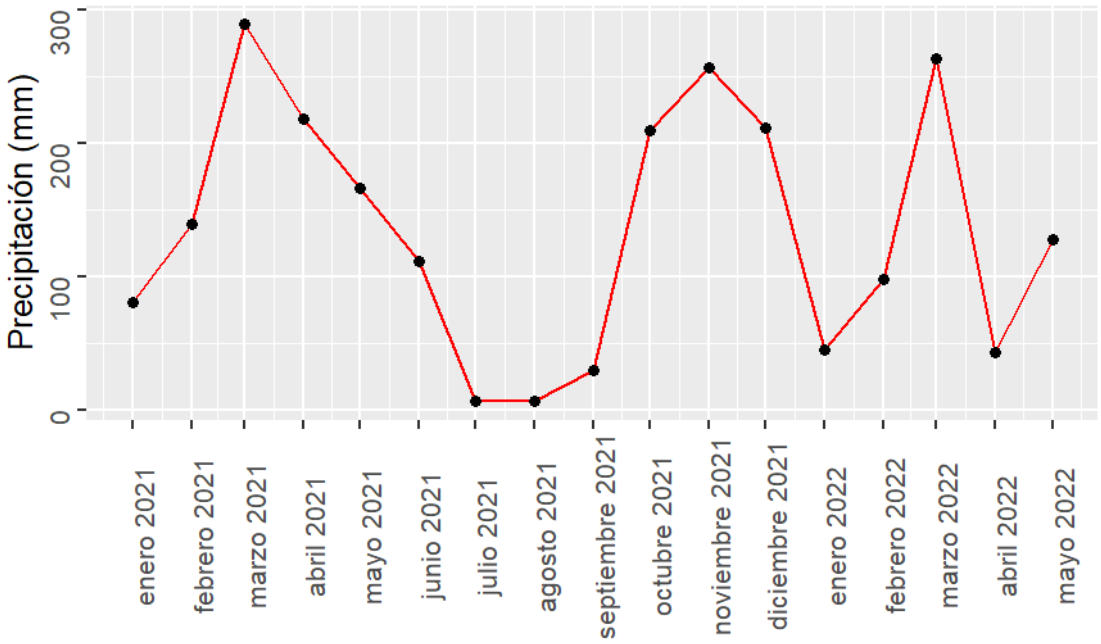


Figura 1. Precipitación media mensual (mm) durante la temporada de cultivo del arroz en el distrito de riego El Juncal.

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO - ANTES DE LA LABRANZA

1					
MEDICIÓN	HORA	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	Lectura inicial (cm)	Recarga
0	8:15:00 a. m.	0	0	17	
1	8:16:00 a. m.	1	1	15	
2	8:17:00 a. m.	1	2	13,5	
3	8:18:00 a. m.	1	3	12,5	17
4	8:20:00 a. m.	2	5	16,2	
5	8:25:00 a. m.	5	10	15,4	
6	8:30:00 a. m.	5	15	14,6	17
7	8:35:00 a. m.	5	20	16,8	
8	8:40:00 a. m.	5	25	16,8	
9	8:45:00 a. m.	5	30	16,7	
10	8:55:00 a. m.	10	40	16,7	
11	9:05:00 a. m.	10	50	16,5	
12	9:15:00 a. m.	10	60	16,5	
13	9:35:00 a. m.	20	80	16,4	
14	9:55:00 a. m.	20	100	16,4	
15	10:15:00 a. m.	20	120	16,4	

2					
MEDICIÓN	HORA	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	Lectura inicial (cm)	Recarga
0	9:00:00 a. m.	0	0	17	
1	9:01:00 a. m.	1	1	15,2	
2	9:02:00 a. m.	1	2	13,6	
3	9:03:00 a. m.	1	3	12,4	17
4	9:05:00 a. m.	2	5	16,3	
5	9:10:00 a. m.	5	10	15,3	
6	9:15:00 a. m.	5	15	14,4	17
7	9:20:00 a. m.	5	20	16,2	
8	9:25:00 a. m.	5	25	15,5	
9	9:30:00 a. m.	5	30	15,5	17
10	9:40:00 a. m.	10	40	16,6	
11	9:50:00 a. m.	10	50	16,4	
12	10:00:00 a. m.	10	60	16,4	
13	10:20:00 a. m.	20	80	16,3	
14	10:40:00 a. m.	20	100	16,3	
15	11:00:00 a. m.	20	120	16,3	

3					
MEDICIÓN	HORA	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	Lectura inicial (cm)	Recarga
0	10:45:00 a. m.	0	0	17	
1	10:46:00 a. m.	1	1	15,5	
2	10:47:00 a. m.	1	2	14,5	
3	10:48:00 a. m.	1	3	13,5	17
4	10:50:00 a. m.	2	5	16,4	
5	10:55:00 a. m.	5	10	15,5	
6	11:00:00 a. m.	5	15	14,8	17
7	11:05:00 a. m.	5	20	16,5	
8	11:10:00 a. m.	5	25	16	
9	11:15:00 a. m.	5	30	15,8	
10	11:25:00 a. m.	10	40	15,8	
11	11:35:00 a. m.	10	50	15,8	
12	11:45:00 a. m.	10	60	15,6	
13	12:05:00 p. m.	20	80	15,4	
14	12:25:00 p. m.	20	100	15,4	
15	12:45:00 p. m.	20	120	15,2	

4					
MEDICIÓN	HORA	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	Lectura inicial (cm)	Recarga
0	1:15:00 p. m.	0	0	17	
1	1:16:00 p. m.	1	1	15,4	
2	1:17:00 p. m.	1	2	14,3	
3	1:18:00 p. m.	1	3	13	17
4	1:20:00 p. m.	2	5	16,4	
5	1:25:00 p. m.	5	10	15,5	
6	1:30:00 p. m.	5	15	14,8	17
7	1:35:00 p. m.	5	20	16,5	
8	1:40:00 p. m.	5	25	16	
9	1:45:00 p. m.	5	30	15,6	17
10	1:55:00 p. m.	10	40	16,8	
11	2:05:00 p. m.	10	50	16,6	
12	2:15:00 p. m.	10	60	16,6	
13	2:35:00 p. m.	20	80	16,6	
14	2:55:00 p. m.	20	100	16,6	
15	3:15:00 p. m.	20	120	16,6	

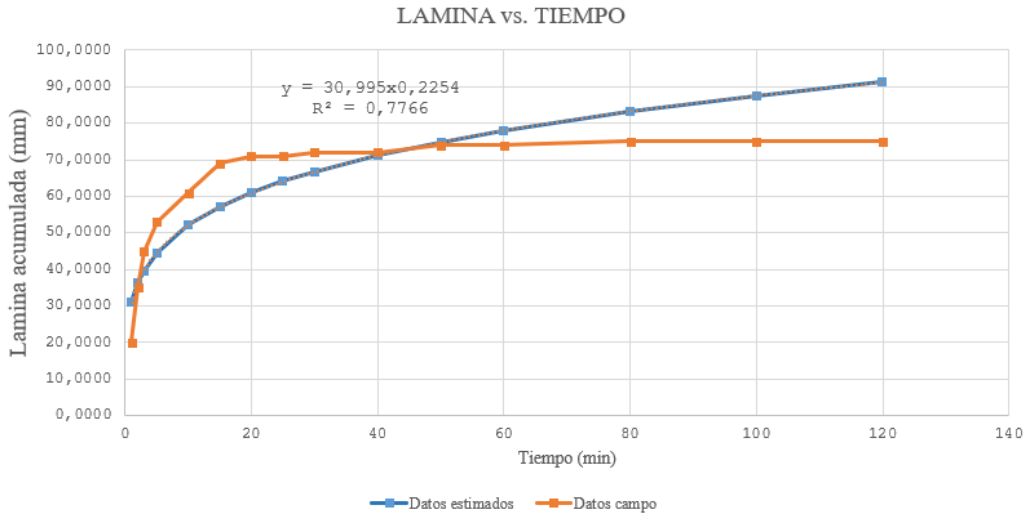
Tabla 23. Datos de campo MÉTODO INFILTRÓMETRO DOBLE ANILLO

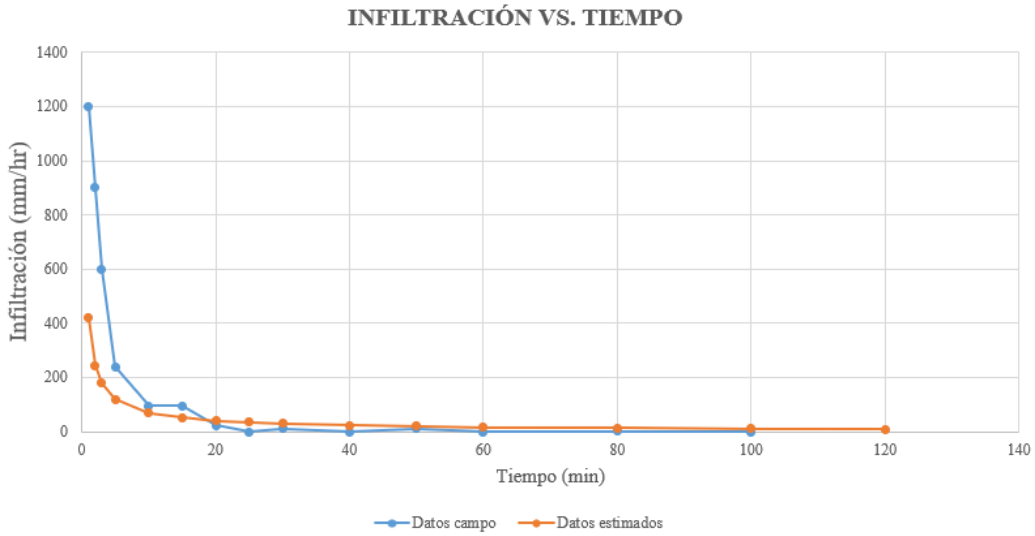
ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recu-peracion del agua (cm)	Lamina infiltra-da intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRA-CION INSTANTANEA (mm/min)	(mm/hr)
A	B= (A_{i+1} - A_i)	C	D	E= (C_{i+1} - C_i) ó (C_{i+1} - D_i)	F=F_{i-1}+ E_i	G = Ei/Bi	H = G*60
0		17,00		0,00	0,00		
1	1	15,00		20,00	20,00	20,000	1200,0
2	1	13,50		15,00	35,00	15,000	900,0
3	1	12,50	17	10,00	45,00	10,000	600,0
5	2	16,20		8,00	53,00	4,000	240,0
10	5	15,40		8,00	61,00	1,600	96,0
15	5	14,60	17	8,00	69,00	1,600	96,0
20	5	16,80		2,00	71,00	0,400	24,0
25	5	16,80		0,00	71,00	0,000	
30	5	16,70		1,00	72,00	0,200	12,0
40	10	16,70		0,00	72,00	0,000	
50	10	16,50		2,00	74,00	0,200	12,0
60	10	16,50		0,00	74,00	0,000	
80	20	16,40		1,00	75,00	0,050	3,0
100	20	16,40		0,00	75,00	0,000	
120	20	16,40		0,00	75,00	0,000	

R2 = 0,78940511
Intercepto= 1,491286735
Pendiente= 0,225416769

Y	X	Valores Estimados	
Log LAM	Log T	Lamina	Velocidad
		(mm)	(mm/hr)
		0,0000	
1,3010	0,0000	30,9946	419,2028
1,5441	0,3010	36,2363	245,0481
1,6532	0,4771	39,7043	179,0004
1,7243	0,6990	44,5499	120,5074
1,7853	1,0000	52,0839	70,4435
1,8388	1,1761	57,0686	51,4569
1,8513	1,3010	60,8921	41,1783
1,8513	1,3979	64,0333	34,6420
1,8573	1,4771	66,7198	30,0795
1,8573	1,6021	71,1898	24,0711
1,8692	1,6990	74,8623	20,2503
1,8692	1,7782	78,0031	17,5832
1,8751	1,9031	83,2291	14,0709
1,8751	2,0000	87,5226	11,8374
1,8751	2,0792	91,1946	10,2784





CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

Y = b + m * X

Las constantes son:

Numero de datos (n)=	16	Ctes de la Ec. de Lamina	
b =	1,49129	K'= 10^b =	30,9946
m =	0,22542	n' = m =	0,22542
Coeficiente de correlacion (r)			
r =	0,8885		

LAM = K'*T^n' (mm , min)

LAM = 30,9946 * T ^ 0,22542 LAM (mm), T (min)

Vii = n'*K'*T^(n'-1)

Vii = 6,9867 * T ^ -0,7746 Vii (mm/min), T (min)

Vii = 419,20 * T ^ -0,7746 Vii (mm/hr), T (min)

VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a -10*(n'-1). (T >= -10*(n'-1))

T >= -10*(n'-1) = 7,745832305 hr = 464,7 min

Remplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

Vib = (465) min = 0,0600 mm/min

3,60	mm/hr
0,360	cm/hr

Interpretación	Infiltración cm/hora
Muy lenta	<0.1
Lenta	0.1 - 0.5
Moderadamente lenta	0.51 - 2.0
Moderada	2.01 - 6.3
Moderadamente rápida	6.3 - 12.7
Rápida	12.7 - 25.4
Muy rápida	>25.4

IGAC. 2014

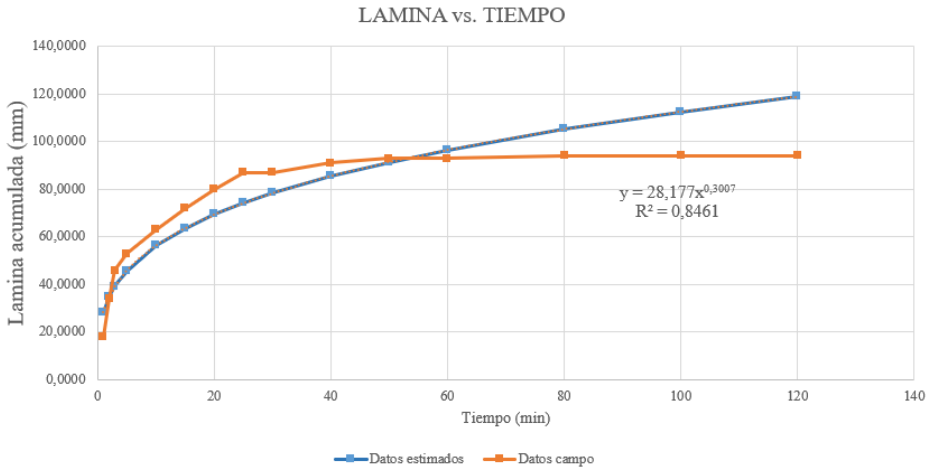
Tabla 24. RESULTADOS DE LA INFILTRACIÓN - BLOQUE 1

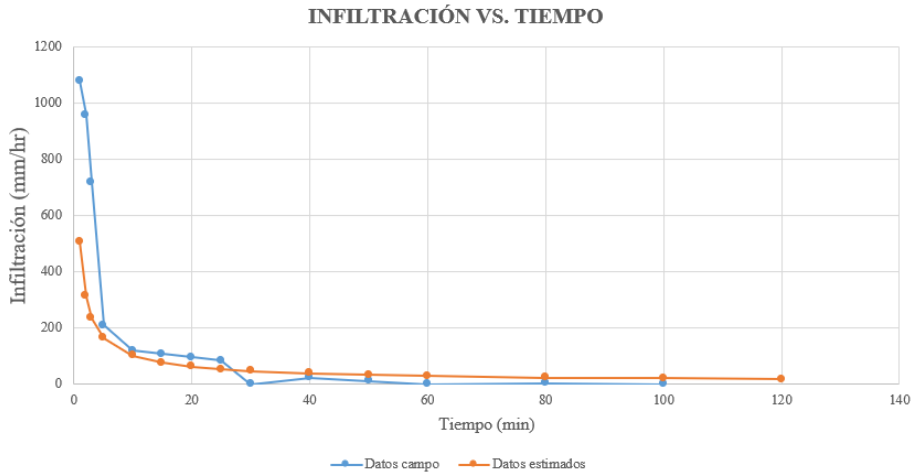
ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recu-peracion del agua (cm)	Lamina infiltra-da intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRA-CION INSTANTANEA (mm/min)	(mm/hr)
A	B= (A_{i+1} - A_i)	C	D	E= (C_{i+1} - C_i) ó (C_{i+1} - D_i)	F=F_{i-1}+ E_i	G = Ei/Bi	H = G*60
0		17,00		0,00	0,00		
1	1	15,20		18,00	18,00	18,000	1080,0
2	1	13,60		16,00	34,00	16,000	960,0
3	1	12,40	17	12,00	46,00	12,000	720,0
5	2	16,30		7,00	53,00	3,500	210,0
10	5	15,30		10,00	63,00	2,000	120,0
15	5	14,40	17	9,00	72,00	1,800	108,0
20	5	16,20		8,00	80,00	1,600	96,0
25	5	15,50		7,00	87,00	1,400	84,0
30	5	15,50	17	0,00	87,00	0,000	
40	10	16,60		4,00	91,00	0,400	24,0
50	10	16,40		2,00	93,00	0,200	12,0
60	10	16,40		0,00	93,00	0,000	
80	20	16,30		1,00	94,00	0,050	3,0
100	20	16,30		0,00	94,00	0,000	
120	20	16,30		0,00	94,00	0,000	

R2 = 0,863287219
Intercepto= 1,449893246
Pendiente= 0,300653862

Y	X	Valores Estimados	
Log LAM	Log T	Lamina	Velocidad
		(mm)	(mm/hr)
		0,0000	
1,2553	0,0000	28,1769	508,2897
1,5315	0,3010	34,7056	313,0308
1,6628	0,4771	39,2050	235,7428
1,7243	0,6990	45,7132	164,9261
1,7993	1,0000	56,3050	101,5699
1,8573	1,1761	63,6048	76,4921
1,9031	1,3010	69,3510	62,5520
1,9395	1,3979	74,1633	53,5140
1,9395	1,4771	78,3421	47,1077
1,9590	1,6021	85,4198	38,5227
1,9685	1,6990	91,3472	32,9567
1,9685	1,7782	96,4942	29,0114
1,9731	1,9031	105,2118	23,7243
1,9731	2,0000	112,5126	20,2964
1,9731	2,0792	118,8522	17,8667


LAMINA vs. TIEMPO
Lamina acumulada (mm)
140,0000
120,0000
100,0000
80,0000
60,0000
40,0000
20,0000
0,0000
0
20
40
60
80
100
120
140
Tiempo (min)
y = 28,177x^0,3007
R² = 0,8461
Datos estimados
Datos campo


INFILTRACIÓN VS. TIEMPO
Infiltración (mm/hr)
1200
1000
800
600
400
200
0
0
20
40
60
80
100
120
140
Tiempo (min)
Datos campo
Datos estimados

CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

Y = b + m * X

Las constantes son:

Numero de datos (n)=	16	Ctes de la Ec. de Lamina	
b =	1,44989	K'= 10^b =	28,1769
m =	0,30065	n' = m =	0,30065
Coeficiente de correlacion (r)			
r =	0,9291		

LAM = K'*T^n' (mm , min)

LAM = 28,1769 * T ^ 0,30065 LAM (mm), T (min)

Vii = n'*K'*T^(n'-1)

Vii = 8,4715 * T ^ -0,6993 Vii (mm/min), T (min)

Vii = 508,29 * T ^ -0,6993 Vii (mm/hr), T (min)

VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a -10*(n'-1). (T >= -10*(n'-1))

T >= -10*(n'-1) = 6,993461377 hr = 419,6 min

Remplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

Vib = (420) min = 0,1240 mm/min= 7,44 mm/hr

0,744 cm/hr

Interpretación	Infiltración cm/hora
Muy lenta	<0.1
Lenta	0.1 - 0.5
Moderadamente lenta	0.51 - 2.0
Moderada	2.01 - 6.3
Moderadamente rápida	6.3 - 12.7
Rápida	12.7 - 25.4
Muy rápida	>25.4

IGAC. 2014

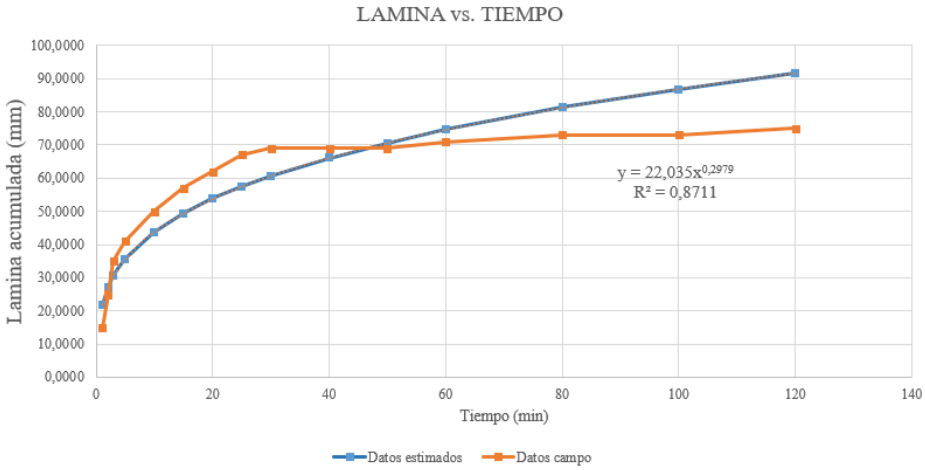
Tabla 25. RESULTADOS DE LA INFILTRACIÓN BLOQUE 2

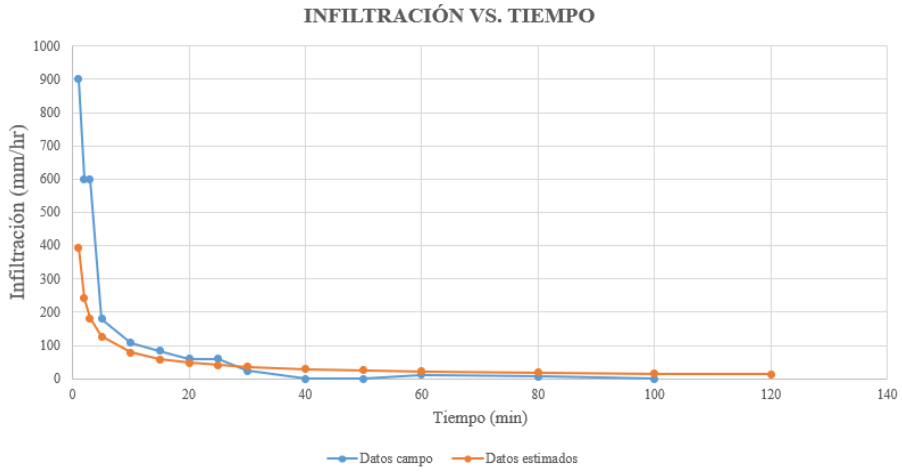
ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recu-peracion del agua (cm)	Lamina infiltra-da intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRA-CION INSTANTANEA (mm/min)	(mm/hr)
A	B= (A_{i+1} - A_i)	C	D	E= (C_{i+1} - C_i) ó (C_{i+1} - D_i)	F=F_{i-1}+ E_i	G = Ei/Bi	H = G*60
0		17,00		0,00	0,00		
1	1	15,50		15,00	15,00	15,000	900,0
2	1	14,50		10,00	25,00	10,000	600,0
3	1	13,50	17	10,00	35,00	10,000	600,0
5	2	16,40		6,00	41,00	3,000	180,0
10	5	15,50		9,00	50,00	1,800	108,0
15	5	14,80	17	7,00	57,00	1,400	84,0
20	5	16,50		5,00	62,00	1,000	60,0
25	5	16,00		5,00	67,00	1,000	60,0
30	5	15,80		2,00	69,00	0,400	24,0
40	10	15,80		0,00	69,00	0,000	
50	10	15,80		0,00	69,00	0,000	
60	10	15,60		2,00	71,00	0,200	12,0
80	20	15,40		2,00	73,00	0,100	6,0
100	20	15,40		0,00	73,00	0,000	
120	20	15,20		2,00	75,00	0,100	

R2 = 0,877946291
Intercepto= 1,343116757
Pendiente= 0,297868211

Y	X	Valores Estimados	
Log LAM	Log T	Lamina (mm)	Velocidad (mm/hr)
		0,0000	
1,1761	0,0000	22,0352	393,8149
1,3979	0,3010	27,0884	242,0636
1,5441	0,4771	30,5658	182,0917
1,6128	0,6990	35,5892	127,2105
1,6990	1,0000	43,7507	78,1916
1,7559	1,1761	49,3670	58,8195
1,7924	1,3010	53,7839	48,0615
1,8261	1,3979	57,4802	41,0917
1,8388	1,4771	60,6882	36,1542
1,8388	1,6021	66,1180	29,5417
1,8388	1,6990	70,6620	25,2576
1,8513	1,7782	74,6056	22,2226
1,8633	1,9031	81,2806	18,1582
1,8633	2,0000	86,8667	15,5249
1,8751	2,0792	91,7147	13,6594





CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

Y = b + m * X

Las constantes son:

Numero de datos (n)=	16	Ctes de la Ec. de Lamina	
b =	1,34312	K'= 10^b =	22,0352
m =	0,29787	n' = m =	0,29787
Coeficiente de correlacion (r)			
r =	0,9370		

LAM = K'*T^n' (mm , min)

LAM = 22,0352 * T ^ 0,29787 LAM (mm), T (min)

Vii = n'*K'*T^(n'-1)

Vii = 6,5636 * T ^ -0,7021 Vii (mm/min), T (min)

Vii = 393,81 * T ^ -0,7021 Vii (mm/hr), T (min)

VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a -10*(n'-1). (T >= -10*(n'-1))

T >= -10*(n'-1) = 7,021317888 hr = 421,3 min

Remplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

Vib = (422) min = 0,0942 mm/min= 5,65 mm/hr

0,565 cm/hr

Interpretación	Infiltración cm/hora
Muy lenta	<0.1
Lenta	0.1 - 0.5
Moderadamente lenta	0.51 - 2.0
Moderada	2.01 - 6.3
Moderadamente rápida	6.3 - 12.7
Rápida	12.7 - 25.4
Muy rápida	>25.4

IGAC. 2014

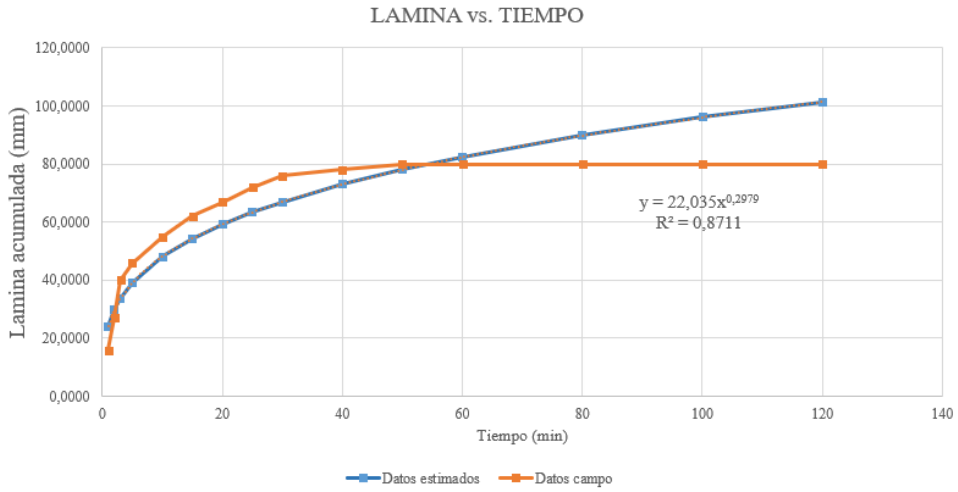
Tabla 26. RESULTADOS DE LA INFILTRACIÓN - BLOQUE 3

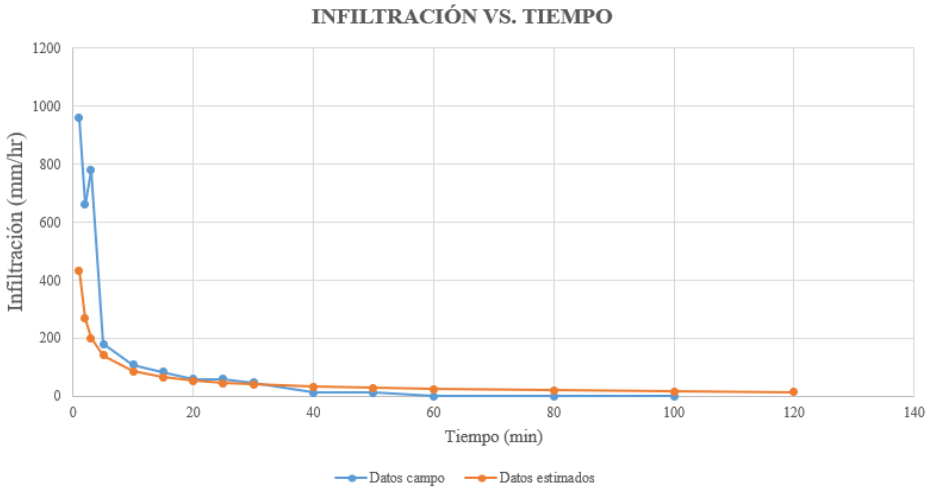
ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recu-peracion del agua (cm)	Lamina infiltra-da intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRA-CION INSTANTANEA (mm/min)	(mm/hr)
A	B= (A_{i+1} - A_i)	C	D	E= (C_{i+1} - C_i) ó (C_{i+1} - D_i)	F=F_{i-1}+ E_i	G = Ei/Bi	H = G*60
0		17,00		0,00	0,00		
1	1	15,40		16,00	16,00	16,000	960,0
2	1	14,30		11,00	27,00	11,000	660,0
3	1	13,00	17	13,00	40,00	13,000	780,0
5	2	16,40		6,00	46,00	3,000	180,0
10	5	15,50		9,00	55,00	1,800	108,0
15	5	14,80	17	7,00	62,00	1,400	84,0
20	5	16,50		5,00	67,00	1,000	60,0
25	5	16,00		5,00	72,00	1,000	60,0
30	5	15,60	17	4,00	76,00	0,800	48,0
40	10	16,80		2,00	78,00	0,200	12,0
50	10	16,60		2,00	80,00	0,200	12,0
60	10	16,60		0,00	80,00	0,000	
80	20	16,60		0,00	80,00	0,000	
100	20	16,60		0,00	80,00	0,000	
120	20	16,60		0,00	80,00	0,000	

R2 = 0,866037175
Intercepto= 1,382624859
Pendiente= 0,29990586

Y	X	Valores Estimados	
Log LAM	Log T	Lamina	Velocidad
		(mm)	(mm/hr)
		0,0000	
1,2041	0,0000	24,1338	434,2712
1,4314	0,3010	29,7102	267,3079
1,6021	0,4771	33,5518	201,2479
1,6628	0,6990	39,1066	140,7396
1,7404	1,0000	48,1427	86,6297
1,7924	1,1761	54,3678	65,2209
1,8261	1,3010	59,2668	53,3234
1,8573	1,3979	63,3688	45,6112
1,8808	1,4771	66,9302	40,1455
1,8921	1,6021	72,9612	32,8222
1,9031	1,6990	78,0110	28,0752
1,9031	1,7782	82,3954	24,7109
1,9031	1,9031	89,8199	20,2031
1,9031	2,0000	96,0366	17,2812
1,9031	2,0792	101,4340	15,2103





CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

Y = b + m * X

Las constantes son:

Numero de datos (n)=	16	Ctes de la Ec. de Lamina	
b =	1,38262	K'= 10^b =	24,1338
m =	0,29991	n' = m =	0,29991
Coeficiente de correlacion (r)			
r =	0,9306		

LAM = K'*T^n' (mm , min)

LAM = 24,1338 * T ^ 0,29991 LAM (mm), T (min)

Vii = n'*K'*T^(n'-1)

Vii = 7,2379 * T ^ -0,7001 Vii (mm/min), T (min)

Vii = 434,27 * T ^ -0,7001 Vii (mm/hr), T (min)

VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a -10*(n'-1). (T >= -10*(n'-1))

T >= -10*(n'-1) = 7,000941404 hr = 420,1 min

Remplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

Vib = (421) min = 0,1053 mm/min= 6,32 mm/hr

0,632 cm/hr

Interpretación	Infiltración cm/hora
Muy lenta	<0.1
Lenta	0.1 - 0.5
Moderadamente lenta	0.51 - 2.0
Moderada	2.01 - 6.3
Moderadamente rápida	6.3 - 12.7
Rápida	12.7 - 25.4
Muy rápida	>25.4

IGAC. 2014

Tabla 27. RESULTADOS DE LA INFILTRACIÓN - BLOQUE 4

DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD	
Nombre Experimental	FPA1368-MA-21-1A-4S-MA
Progenitor Femenino	PB12B0206
Progenitor Masculino	FEDEARROZ 2000
Año de Cruzamiento	2014
CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	
Altura de la Planta	90 - 100 cm
Tipo de Planta	Semicompacta
Hábito de Crecimiento	Erecto
Macollamiento	Intermedio - Alto
Hoja Bandera	Sobrepasa la Panícula
Senescencia	Intermedia
Reacción a Desgrane	Tolerante
Expresión de Panícula	2.0 a 4.0 cm
Granos por Panícula	88.8
Longitud de Panícula	25 a 31 cm

CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA	
Longitud	7.6 - 8.6 mm
Ancho	2.0 - 3.0 mm
Espesor	1.6 - 2.2 mm
Índice de semilla	34000 - 37000 granos/kg de semilla

Tabla 28. Características agronómicas de la semilla FEDEARROZ 2020.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Urea granulada 46-0-0 “CIAMSA AGRÍCOLA” (50 kg)	4 bultos
Olafos – S “Fosfatos del Huila” (50 kg)	2 bultos
Agrimins Granulado “COLINAGRO” (46kg)	2 bultos

Tabla 29. Productos utilizados en la primera abonada para el método convencional, realizada del 10 al 14 de enero de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Urea granulada 46-0-0 “CIAMSA AGRÍCOLA” (50 kg)	4 bultos
Solufos 44 “DISAN” (25 kg)	2 sacos
NPK 6-6-6-5 “SOLUMINS SOLUPLAN” (46 kg)	2 bultos

Tabla 30. Productos utilizados en la primera abonada para el método químico mejorado, realizada del 10 al 14 de enero de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Urea granulada 46-0-0 “CIAMSA AGRÍCOLA” (50 kg)	4 bultos
Olafos – S “Fosfatos del Huila” (50 kg)	2 bultos
KCL Granulado (50 kg)	3 bultos
Terrabiol (40 Kg)	3 bultos

Tabla 31. Productos utilizados en la segunda abonada para el método convencional, realizada el 21 de febrero de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
urea nutrisphere “DISAN” (50 kg)	5 bultos
Solufos 44 “DISAN” (25 kg)	2 sacos
NPK 6-6-6-5 “SOLUMINS SOLUPLAN” (46 kg)	2 bultos
Trimag	2 bultos

Tabla 32. Productos utilizados en la segunda abonada para el método químico mejorado, realizada el 21 de febrero de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Sulfato de amonio “SAM” (50 kg)	2 bultos
Dap Granulado (50 kg)	4 bultos
KCL Granulado (50 kg)	4 bultos
Sulcamag (50 kg)	2 bultos

Tabla 33. Productos utilizados en la tercera abonada para el método convencional, realizada el 16 de marzo de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Nitroextend+Mg Granulado (50 kg)	4 bultos
Solufos 44 “DISAN” (25 kg)	4 sacos
Trimag (50kg)	4 bultos
Nitrabor (50kg)	2 bultos

Tabla 34. Productos utilizados en la tercera abonada para el método químico mejorado, realizada el 16 de marzo de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Sulfato de amonio “SAM” (50kg)	2 bultos

KCL Granulado (50 kg)	3 bultos
Urea granulada 46-0-0 “CIAMSA AGRÍCOLA” (50 kg)	4 bultos

Tabla 35. Productos utilizados en la cuarta abonada para el método convencional, realizada el 23 de marzo de 2022.

PRODUCTO	DOSIS (2 Ha)
Nitroextend+Mg Granulado (50 kg)	4 bultos
Trimak (50 kg)	6 bultos
Nitrabor (50 kg)	2 bultos

Tabla 36. Productos utilizados en la cuarta abonada para el método químico mejorado, realizada el 23 de marzo de 2022.

Producto	Dosis x ha	cant total
Glifofed 480	5 lts	20 lts
Fedeamina	500 cc	2 lts
Trauco - Goal	330 cc	1.3 lts
Natural Oil	330 cc	1.3 lts

Tabla 37. Productos utilizados en la primera quema química, realizada el 21 de septiembre de 2021.

Producto	Dosis x ha	cant total
Glifofed 480	3 lts	12 lts
Finale	2.5 lts	10 lts
Trauco - Goal	330 cc	1.3 lts
Natural Oil	330 cc	1.3 lts

Tabla 38. Productos utilizados en la segunda quema química, realizada el 21 de octubre de 2021.

Producto	Dosis x ha	cant total
Glifogan	3 lts	12 lts
Finale	3 lts	12 lts
Metsulfed	1 dosis	4 dosis
Cletodim	500 cc	2 lts
Carrier	330 cc	1.3 lts
Trauco - Goal	330 cc	1.3 lts

Tabla 39. Productos utilizados en la Tercera quema química, realizada el 16 de noviembre de 2021.

Manejo y densidad siembra	Punto	Plantas	comprobando densidad siembra " 250 a 300 plantas de arroz por metro cuadrado"	VERIFICACIÓN	Manejo y densidad siembra	Punto	Plantas	comprobando densidad siembra " 250 a 300 plantas de arroz por metro cuadrado"	VERIFICACIÓN
Mejorado 150 kg/ha	1	35	140	NO_CUMPLE	Convencional 100 kg/ha	4	17	68	NO_CUMPLE
	2	40	160	NO_CUMPLE		5	18	72	NO_CUMPLE
	7	19	76	NO_CUMPLE		10	27	108	NO_CUMPLE
	8	29	116	NO_CUMPLE		13	44	176	NO_CUMPLE
	19	39	156	NO_CUMPLE		17	39	156	NO_CUMPLE

	20	40	160	NO_CUMPLE		23	49	196	NO_CUMPLE
	25	36	144	NO_CUMPLE		22	27	108	NO_CUMPLE
	26	31	124	NO_CUMPLE		34	28	112	NO_CUMPLE
	32	19	76	NO_CUMPLE		35	48	192	NO_CUMPLE
Mejorado 100 kg/ha	3	20	80	NO_CUMPLE	Convencional 150 kg/ha	14	52	208	NO_CUMPLE
	6	43	172	NO_CUMPLE		15	28	112	NO_CUMPLE
	9	20	80	NO_CUMPLE		16	40	160	NO_CUMPLE
	11	48	192	NO_CUMPLE		24	29	116	NO_CUMPLE
	12	33	132	NO_CUMPLE		28	21	84	NO_CUMPLE
	18	49	196	NO_CUMPLE		29	29	116	NO_CUMPLE
	21	41	164	NO_CUMPLE		30	80	320	CUMPLE

	27	28	112	NO_CUMPLE		31	47	188	NO_CUMPLE
	33	39	156	NO_CUMPLE		36	25	100	NO_CUMPLE

Tabla 40. Datos registrados de las visitas realizadas a campo No. 1

Punto	Altura (cm)	Altura promedio(cm)	Macollas	Punto	Altura (cm)	Altura promedio(cm)	Macollas
1	52	43,3	45	4	20	25,7	28
	33				32		
	45				25		
2	38	46,0	67	5	36	36,7	22
	55				35		
	45				39		
7	40	36,7	25	10	32	25,7	34
	34				25		
	36				20		
8	32	30,7	41	13	40	38,7	51
	30				46		
	30				30		
19	48	42,3	53	17	40	41,0	51
	45				45		
	34				38		
20	40	36,0	46	23	33	34,0	57
	30				35		
	38				34		
25	35	35,0	44	22	42	40,7	31
	37				45		
	33				35		
26	40	36,0	37	34	38	34,7	33
	32				34		

	36				32		
32	35	32,3	21	35	39	36,3	57
	34				36		
	28				34		
3	32	28,3	28	14	17	16,0	61
	28				13		
	25				18		
6	37	40,7	62	15	18	15,0	37
	45				12		
	40				15		
9	40	36,3	26	16	25	24,3	47
	31				28		
	38				20		
11	40	37,7	64	24	41	29,3	32
	36				22		
	37				25		
12	30	38,7	47	28	37	33,7	28
	36				33		
	50				31		
18	40	37,3	73	29	42	30,7	32
	37				29		
	35				21		
21	56	47,7	48	30	31	29,7	91
	45				28		
	42				30		
27	40	37,0	35	31	25	23,0	51
	36				24		
	35				20		
33	38	33,7	44	36	35	32,3	29
	30				32		
	33				30		

Tabla 41. Datos registrados de las visitas realizadas a campo No.2

Punto	Altura (cm)	Altura promedio(cm)	Macollas	Punto	Altura (cm)	Altura promedio(cm)	Macollas
1	55	51,3	85	4	34	31,0	42

	49				28		
	50				31		
2	50	50,3	90	5	49	38,0	48
	52				37		
	49				28		
7	42	37,3	30	10	38	30,7	50
	38				30		
	32				24		
8	38	33,0	75	13	39	40,7	86
	26				40		
	35				43		
19	44	44,0	60	17	43	37,3	75
	40				31		
	48				38		
20	44	48,7	63	23	35	40,3	65
	53				46		
	49				40		
25	38	36,7	60	22	47	41,3	75
	32				40		
	40				37		
26	39	37,3	62	34	45	41,7	71
	38				32		
	35				48		
32	33	34,0	54	35	45	38,0	97
	39				39		
	30				30		
3	32	33,0	44	14	29	25,3	97
	38				25		
	29				22		
6	50	45,3	52	15	22	20,0	43
	45				24		
	41				14		

9	40	37,7	38	16	33	31,7	62
	45				35		
	28				27		
11	43	39,3	80	24	42	30,7	35
	40				29		
	35				21		
12	45	40,7	82	28	40	35,0	48
	40				35		
	37				30		
18	48	44,3	93	29	40	33,0	40
	43				24		
	42				35		
21	53	51,7	86	30	35	30,7	115
	72				31		
	30				26		
27	45	39,3	70	31	36	32,3	83
	35				33		
	38				28		
33	35	35,7	63	36	35	35,3	53
	42				41		
	30				30		

Tabla 42. Datos registrados de las visitas realizadas a campo No.3

Punto	Altura (cm)	Altura promedio(cm)	Panículas	**Comprobando 123,7 panículas/m2 "en la investigación de Gomez casseres Argumedo (2021)" - Densidad de siembra 130 kilogramos de semilla por hectárea**	**VERIFICACIÓN**	Punto	Altura (cm)	Altura promedio(cm)	Panículas	**Comprobando 123,7 panículas/m2 "en la investigación de Gomez casseres Argumedo (2021)" - Densidad de siembra 130 kilogramos de semilla por hectárea**	**VERIFICACIÓN**
1	105	101,0	364	142,7307692	CUMPLE	4	79	83,7	232	95,15384615	CUMPLE
	100						82				
	98						90				

2	94	92,0	408	142,7307692	CUMPLE	5	95	92,0	392	95,15384615	CUMPLE
	92						88				
	90						93				
7	85	84,7	316	142,7307692	CUMPLE	10	90	85,3	212	95,15384615	CUMPLE
	79						75				
	90						91				
8	83	88,0	348	142,7307692	CUMPLE	13	80	82,3	372	95,15384615	CUMPLE
	93						82				
	88						85				
19	101	101,0	284	142,7307692	CUMPLE	17	72	79,3	316	95,15384615	CUMPLE
	92						76				
	110						90				
20	71	74,7	276	142,7307692	CUMPLE	23	81	85,3	312	95,15384615	CUMPLE
	79						84				
	74						91				
25	88	86,0	288	142,7307692	CUMPLE	22	86	88,7	332	95,15384615	CUMPLE
	78						87				
	92						93				
26	90	88,0	392	142,7307692	CUMPLE	34	87	94,0	328	95,15384615	CUMPLE
	92						100				
	82						95				
32	81	86,3	228	142,7307692	CUMPLE	35	79	77,7	440	95,15384615	CUMPLE
	92						85				
	86						69				
3	85	93,0	364	95,15384615	CUMPLE	14	62	68,0	428	142,7307692	CUMPLE
	96						68				
	98						74				
6	98	95,0	332	95,15384615	CUMPLE	15	63	56,0	236	142,7307692	CUMPLE
	95						55				

	92						50				
9	83	90,7	220	95,15384615	CUMPLE	16	76	76,0	260	142,7307692	CUMPLE
	93						82				
	96						70				
11	103	93,3	384	95,15384615	CUMPLE	24	90	91,3	192	142,7307692	CUMPLE
	98						86				
	79						98				
12	85	73,0	380	95,15384615	CUMPLE	28	74	77,0	212	142,7307692	CUMPLE
	70						87				
	64						70				
18	73	82,0	206	95,15384615	CUMPLE	29	82	85,3	268	142,7307692	CUMPLE
	82						85				
	91						89				
21	100	98,0	380	95,15384615	CUMPLE	30	86	65,7	540	142,7307692	CUMPLE
	93						61				
	101						50				
27	89	88,7	316	95,15384615	CUMPLE	31	68	71,7	372	142,7307692	CUMPLE
	95						78				
	82						69				
33	92	82,7	312	95,15384615	CUMPLE	36	78	73,0	264	142,7307692	CUMPLE
	80						73				
	76						68				

Tabla 43. Panículas/m2 - Visita No.4

Punto	Altura panículas (cm)										Promedio
1	26	27	27	21	26	28	26	22	33	21	25,7
2	60	36,5	41,5	36	35,5	41,2	35,5	43	38	30	39,72
7	42	28,2	36	35	38	48	42	32	50	34	38,52
8	33	28	35	40	29	27	43	31,5	24	40	33,05

19	26	25	23	22	23	23	25	24	23	23	23,7
20	37,4	38,2	39	45,2	34	37,3	31,5	36,1	44,5	43	38,62
25	38	19	17	21	19	21	19	22	19	19	21,4
26	23	20	22	19	22	26	22	21	18	20	21,3
32	50	41	33	46	37	30	33	35	29	40	37,4
3	21	26	19	24	24	23	22	22	24	28	23,3
6	44,6	37,5	46,2	43,1	36,1	43,3	40,5	45,5	43,5	36,7	41,7
9	23	27	23	22	24	25	22	24	23	26	23,9
11	25	24	22	20	25	23	23	27	23	24	23,6
12	26	27	20	22	27	27	28	24	23	21	24,5
18	26	22	23	25	23	24	21	23	29	30	24,6
21	28	21	22	26	23	21	25	21	24	24	23,5
27	32	35	29	30	37	34	38	41	43	29	34,8
33	20	22	23	26	27	23	22	23	22	26	23,4
4	40,2	34,3	37,2	41,5	38,6	41,7	46	40,4	41	50	41,09
5	43	37	46	47	42	38	52	41	38	29	41,3
10	33	44	40	45	36	38	35	50	31	30	38,2
13	33	38,2	31,9	33,4	35	46,1	35,8	37,1	27,5	28,7	34,67
17	26	30	24	31	29	24	26	22	27	22	26,1
23	26	21	27	30	26	27	25	27	23	27	25,9
22	23	28	20	28	25	25	27	24	29	32	26,1
34	20	23	25	22	23	23	19	21	23	27	22,6
35	20	23	23	21	21	19	22	22	23	22	21,6
14	48	42	31	47	32,5	38	37	30	31	39	37,55
15	30,6	44,2	41,8	38,5	36,2	37,3	35,4	39	41,2	44	38,82
16	37,5	33	38	39,2	36	47	42,5	40	41,5	58	41,27
24	23	22	26	24	20	22	23	25	23	25	23,3
28	34	37	38	33	34	40	43	39	28	31	35,7

29	26	25	22	23	26	21	20	23	25	21	23,2
30	41	35,5	28	43	30	35	38,5	29	34	30,2	34,42
31	35	32	28	38	29,5	31,5	30,5	27	29,3	40,2	32,1
36	35	31,2	32	33	36	33	29	31,8	40	43	34,4

Tabla 44. Datos Altura Panículas, previo a la Cosecha

Punto	Peso (g)		% Vaneamiento	Promedio Vaneamiento %	Granos llenos x m2	bultos x ha	Punto	Peso (g)		% vaneamiento	Promedio Vaneamiento %	Granos llenos x m2	bultos x ha
1	1000 granos	33,98	2,220709%	3,391306%	132,092	0,132092	4	1000 granos	31	3,139013%	2,528220%	216,000	0,216000
	Granos vanos	3			3,887002325	1320,92		Granos vanos	7			6,967741935	2160
	Resto	98,109			15,548	5283,68		Resto	185			27,871	8640,00
	TOTAL	135				84,53888		TOTAL	223				138,24
2	1000 granos	35	2,097902%		140,000	0,140000	5	1000 granos	32	6,122449%		322,000	0,322000
	Granos vanos	3			4	1400		Granos vanos	21			10,0625	3220
	Resto	105			16,000	5600,00		Resto	290			40,250	12880,00
	TOTAL	143				89,6		TOTAL	343				206,08
7	1000 granos	30	4,081633%		188,000	0,188000	10	1003 granos	30	2,811245%		242,000	0,242000
	Granos vanos	8			6,266666667	1880		Granos vanos	7			8,066666667	2420
	Resto	158			25,067	7520,00		Resto	212			32,267	9680,00
	TOTAL	196				120,32		TOTAL	249				154,88
8	1000 granos	34	3,246753%		149,000	0,149000	13	1000 granos	30	1,724138%		114,000	0,114000
	Granos vanos	5			4,382352941	1490		Granos vanos	2			3,8	1140
	Resto	115			17,529	5960,00		Resto	84			15,200	4560,00
	TOTAL	154				95,36		TOTAL	116				72,96
19	1000 granos	31	3,316695%		171,230	0,171230	17	1000 granos	32	1,107082%		139,887	0,139887
	Granos vanos	6			5,500128485	1712,3		Granos vanos	2			4,378583949	1398,87
	Resto	140			22,001	6849,20		Resto	108			17,514	5595,48
	TOTAL	177,104				109,5872		TOTAL	141,453				89,52768
20	1000 granos	32	6,666667%		84,000	0,084000	23	1000 granos	33	2,100087%		122,836	0,122836
	Granos vanos	6			2,625	840		Granos vanos	3			3,71667171	1228,36
	Resto	52			10,500	3360,00		Resto	90			14,867	4913,44
	TOTAL	90				53,76		TOTAL	125,471				78,61504
25	1000 granos	32	2,156767%		56,072	0,056072	22	1000 granos	33	1,475534%		146,765	0,146765
	Granos vanos	1			1,771291382	560,72		Granos vanos	2			4,511265484	1467,65
	Resto	24			7,085	2242,88		Resto	114			18,045	5870,60
	TOTAL	57,308				35,88608		TOTAL	148,963				93,9296
26	1000 granos	32	1,734629%		125,478	0,125478	34	1000 granos	32	3,039976%		136,383	0,136383
	Granos vanos	2			3,898527 31	1254,78		Granos vanos	4			4,198337694	1363,83
	Resto	93			15,594	5019,12		Resto	104			16,793	5455,32
	TOTAL	127,693				80,30592		TOTAL	140,659				87,28512
32	1000 granos	35	5,000000%		190,000	0,190000	35	1000 granos	31	1,234455%		130,092	0,130092
	Granos vanos	10			5,428571429	1900		Granos vanos	2			4,187061474	1300,92
	Resto	155			21,714	7600,00		Resto	99			16,748	5203,68
	TOTAL	200				121,6		TOTAL	131,718				83,25888
3	1000 granos	32	2,217929%	2,262045%	156,377	0,156377	14	1000 granos	33	8,196721%	3,813599%	112,000	0,112000
	Granos vanos	4			4,812636568	1563,77		Granos vanos	10			3,393939394	1120
	Resto	124			19,251	6255,08		Resto	79			13,576	4480,00
	TOTAL	159,924				100,08128		TOTAL	122				71,68
6	1000 granos	35	4,255319%		225,000	0,225000	15	1000 granos	30	3,759398%		128,000	0,128000
	Granos vanos	10			6,428571429	2250		Granos vanos	5			4,266666667	1280
	Resto	190			25,714	9000,00		Resto	98			17,067	5120,00
	TOTAL	235				144		TOTAL	133				81,92
9	1000 granos	33	0,681846%		147,263	0,147263	16	1000 granos	28	8,108108%		136,000	0,136000
	Granos vanos	1,011			4,525043019	1472,63		Granos vanos	12			4,857142857	1360
	Resto	115			18,100	5890,52		Resto	108			19,429	5440,00
	TOTAL	148,274				94,24832		TOTAL	148				87,04
11	1004 granos	35	1,489999%		121,055	0,121055	24	1000 granos	32	3,801067%		104,220	0,104220
	Granos vanos	2			3,447190819	1210,55		Granos vanos	4			3,291123251	1042,2
	Resto	86			13,789	4842,20		Resto	73			13,164	4168,80
	TOTAL	122,886				77,4752		TOTAL	108,338				66,7008
12	1000 granos	32	1,163962%		164,855	0,164855	28	1000 granos	33	2,285714%		171,000	0,171000
	Granos vanos	2			5,174194156	1648,55		Granos vanos	4			5,181818182	1710
	Resto	133			20,697	6594,20		Resto	138			20,727	6840,00
	TOTAL	132,994				105,5072		TOTAL	175				109,44
18	1000 granos	33	0,515761%		146,595	0,146595	29	1000 granos	33	2,423475%		141,726	0,141726
	Granos vanos	0,760			4,480698108	1465,95		Granos vanos	4			4,235178102	1417,26
	Resto	114			17,923	5863,80		Resto	108			16,941	5669,04
	TOTAL	147,355				93,8208		TOTAL	145,246				90,70464
21	1000 granos	32	3,134435%		141,168	0,141168	30	1000 granos	31	0,546448%		182,000	0,182000
	Granos vanos	5			4,44819763	1411,68		Granos vanos	1			5,870967742	1820
	Resto	109			17,793	5646,72		Resto	151			23,484	7280,00
	TOTAL	145,736				90,34752		TOTAL	183				116,48
27	1000 granos	32	6,134969%		153,000	0,153000	31	1000 granos	38	2,762431%		176,000	0,176000
	Granos vanos	10			4,78125	1530		Granos vanos	5			4,631578947	1760
	Resto	121			19,125	6120,00		Resto	138			18,526	7040,00
	TOTAL	163				97,92		TOTAL	181				112,64
33	1000 granos	33	0,764189%		150,635	0,150635	36	1000 granos	40	2,439024%		160,000	0,160000
	Granos vanos	1			4,518146371	1506,35		Granos vanos	4			4	1600
	Resto	117			18,073	6025,40		Resto	120			16,000	6400,00
	TOTAL	151,795				96,4064		TOTAL	164				102,4

Tabla 45. Resultados de los puntos de Fenología, después de la Cosecha.

Análisis de varianza de un factor - Bloque 1

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
1	3	91,000	30,333	6,333
2	3	98,131	32,710	0,870
3	3	109,000	36,333	22,333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	54,776	2	27,388	2,782	0,140	5,143
Dentro de los grupos	59,074	6	9,846			
Total	113,850	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 2

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
4	3	93,000	31,000	1,000
5	3	96,100	32,033	3,101
6	3	96,088	32,029	0,691

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	2,127	2	1,064	0,666	0,548	5,143
Dentro de los grupos	9,583	6	1,597			
Total	11,711	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 3

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
7	3	100,037	33,346	2,053
8	3	99,695	33,232	2,849
9	3	97,076	32,359	0,740

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1,749	2	0,875	0,465	0,649	5,143
Dentro de los grupos	11,284	6	1,881			
Total	13,033	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 4

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
10	3	98,983	32,994	6,983
11	3	97,132	32,377	2,163
12	3	98,842	32,947	3,230

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0,708	2	0,354	0,086	0,919	5,143
Dentro de los grupos	24,753	6	4,126			
Total	25,461	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Figura 2. Análisis estadístico del peso de 1000 granos por sub-bloques.

Análisis de varianza de un factor - Bloque 1

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
1	3	240,640	80,213	61,167
2	3	266,845	88,948	458,973
3	3	331,520	110,507	52,975

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1458,744	2	729,372	3,818	0,085	5,143
Dentro de los grupos	1146,229	6	191,038			
Total	2604,974	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 2

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
4	3	499,200	166,400	1250,099
5	3	241,103	80,368	70,926
6	3	264,474	88,158	29,037

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	13584,099	2	6792,049	15,093	0,005	5,143
Dentro de los grupos	2700,124	6	450,021			
Total	16284,223	8				

Hipótesis
SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 3

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
7	3	338,330	112,777	739,685
8	3	276,803	92,268	198,257
9	3	284,674	94,891	16,057

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	747,375	2	373,688	1,175	0,371	5,143
Dentro de los grupos	1907,998	6	318,000			
Total	2655,373	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 4

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
10	3	294,459	98,153	374,937
11	3	258,707	86,236	841,608
12	3	237,792	79,264	1837,533

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	547,418	2	273,709	0,269	0,773	5,143
Dentro de los grupos	6108,157	6	1018,026			
Total	6655,575	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Figura 3. Análisis estadístico del rendimiento total por sub-bloques.

Análisis de varianza de un factor - Todos los Tratamientos

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Bloque 1	3	279,668	93,223	67,093
Bloque 2	3	334,925	111,642	195,492
Bloque 3	3	299,936	99,979	195,583
Bloque 4	3	263,653	87,884	198,222

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	945,095	3	315,032	1,920	0,205	4,066
Dentro de los grupos	1312,779	8	164,097			
Total	2257,874	11				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

HIPOTESIS	DIFERENCIA MUESTRAL	LSD	DECISIÓN
B1-B2	18,419	24,119	NO SIGNIFICATIVA
B1-B3	6,756	24,119	NO SIGNIFICATIVA
B1-B4	5,339	24,119	NO SIGNIFICATIVA
B2-B3	11,663	24,119	NO SIGNIFICATIVA
B2-B4	23,758	24,119	NO SIGNIFICATIVA
B3-B4	12,094	24,119	NO SIGNIFICATIVA

Confianza	0,05
N	12
K	4
a/2	0,025
N-K	8
t 0.025;32	2,306
n	3
Cme	164,097

Figura 4. Análisis estadístico del rendimiento total por bloques.

Análisis de varianza de u

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Pro*
1	3	0,803	
2	3	0,340	
3	3	0,230	

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Prome cua*
Entre grupos	0,062	2	
Dentro de los grupos	0,027	6	
Total	0,089	8	

Hipótesis
SIGNIFICATIVA

Análisis de varianza de un factor - Bloque 3

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
7	3	0,286	0,095	0,005
8	3	0,127	0,042	0,000
9	3	0,401	0,134	0,012

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor
Entre grupos	0,013	2	0,006	1,110	0,389	
Dentro de los grupos	0,034	6	0,006			
Total	0,047	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 4

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
10	3	0,336	0,112	0,002
11	3	0,529	0,176	0,006
12	3	0,356	0,119	0,005

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor c
Entre grupos	0,008	2	0,004	0,861	0,469	
Dentro de los grupos	0,026	6	0,004			
Total	0,034	8				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Figura 5. Análisis estadístico del porcentaje de vaneamiento por sub-bloques.

Análisis de varianza de un factor - Todos los Tratamientos

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	3	0,458	0,153	0,001
Bloque 2	3	0,303	0,101	0,001
Bloque 3	3	0,271	0,090	0,004
Bloque 4	3	0,407	0,136	0,004

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,008	3	0,003	0,999	0,442	4,066
Dentro de los grupos	0,020	8	0,003			
Total	0,028	11				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

HIPOTESIS	DIFERENCIA MUESTRAL	LSD	DECISIÓN
B1-B2	0,051	0,095	NO SIGNIFICATIVA
B1-B3	0,062	0,095	NO SIGNIFICATIVA
B1-B4	0,017	0,095	NO SIGNIFICATIVA
B2-B3	0,011	0,095	NO SIGNIFICATIVA
B2-B4	0,035	0,095	NO SIGNIFICATIVA
B3-B4	0,045	0,095	NO SIGNIFICATIVA

Confianza	0,05
N	12
K	4
a/2	0,025
N-K	8
t 0.025;32	2,306
n	3
Cme	0,00253

Figura 6. Análisis estadístico del porcentaje de vaneamiento por bloques.

Análisis de varianza de un factor - Bloque 1

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Columna 1	9	310,100	34,456	56,743
Columna 2	9	301,900	33,544	51,908
Columna 3	9	284,800	31,644	41,988
Columna 4	9	318,700	35,411	64,796
Columna 5	9	280,200	31,133	29,673
Columna 6	9	304,800	33,867	69,122
Columna 7	9	298,900	33,211	66,639
Columna 8	9	283,800	31,533	41,010
Columna 9	9	293,000	32,556	49,300
Columna 10	9	331,400	36,822	127,774

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor pa*
Entre grupos	266,029	9	29,559	0,4935	0,8749	
Dentro de los grupos	4791,622	80	59,895			
Total	5057,652	89				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 2

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Columna 1	9	264,200	29,356	71,038
Columna 2	9	278,500	30,944	63,213
Columna 3	9	274,100	30,456	78,573
Columna 4	9	298,900	33,211	89,376
Columna 5	9	275,600	30,622	55,934
Columna 6	9	281,800	31,311	93,579
Columna 7	9	287,800	31,978	124,804
Columna 8	9	284,500	31,611	113,776
Columna 9	9	262,500	29,167	42,875
Columna 10	9	267,700	29,744	69,013

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor c para*
Entre grupos	127,289	9	14,143	0,176	0,996	
Dentro de los grupos	6417,447	80	80,218			
Total	6544,736	89				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 3

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Columna 1	9	245,600	27,289	55,251
Columna 2	9	241,500	26,833	33,750
Columna 3	9	227,200	25,244	69,488
Columna 4	9	238,100	26,456	47,443
Columna 5	9	246,100	27,344	29,468
Columna 6	9	243,300	27,033	51,460
Columna 7	9	241,500	26,833	54,375
Columna 8	9	250,500	27,833	80,375
Columna 9	9	254,500	28,278	76,069
Columna 10	9	244,700	27,189	20,471

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor pa*
Entre grupos	53,900	9	5,989	0,116	0,999	
Dentro de los grupos	4145,200	80	51,815			
Total	4199,100	89				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

Análisis de varianza de un factor - Bloque 4

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Columna 1	9	335,400	37,267	147,190
Columna 2	9	262,900	29,211	60,891
Columna 3	9	273,500	30,389	71,611
Columna 4	9	285,200	31,689	121,171
Columna 5	9	263,500	29,278	50,694
Columna 6	9	281,500	31,278	80,879
Columna 7	9	277,000	30,778	71,882
Columna 8	9	266,600	29,622	60,147
Columna 9	9	278,500	30,944	128,278
Columna 10	9	270,000	30,000	92,000

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor cr para*
Entre grupos	443,632	9	49,292	0,557	0,828	
Dentro de los grupos	7077,951	80	88,474			
Total	7521,583	89				

Hipótesis
NO SIGNIFICATIVA

Se rechaza la hipótesis alternativa
Se acepta la hipótesis Nula

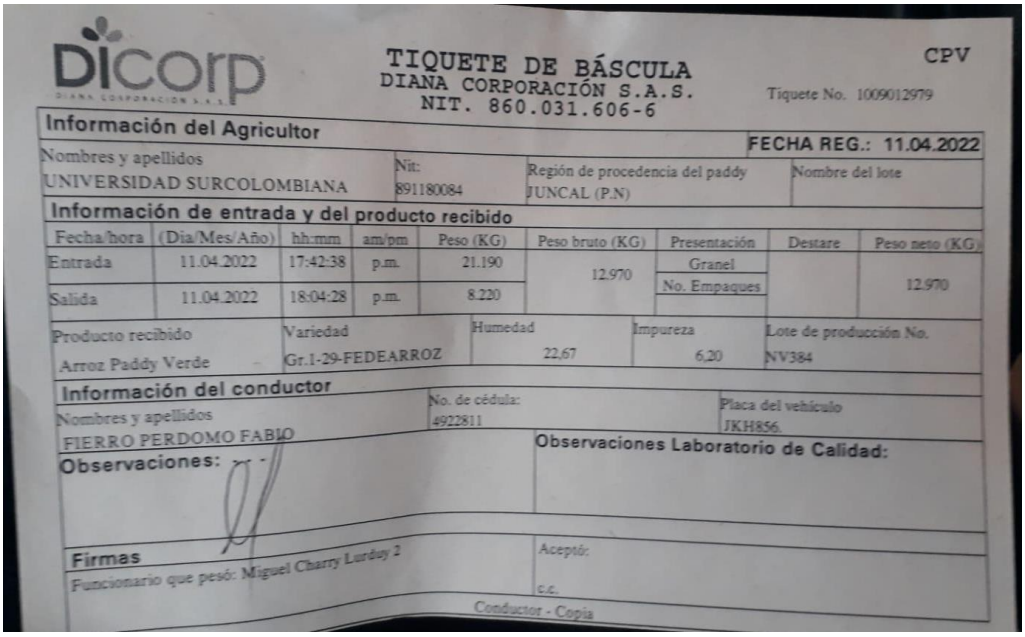
Figura 7. Análisis estadístico de la altura de 10 panículas por sub-bloques.

A. LABORES MECANIZADAS	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
PREPARACION DEL TERRENO "RASTRA"	HA	2	$ 150.000,00	$ 300.000,00
ADECUACION DEL TERRENO "TAIPA - LAND PLANE"	HA	2	$ 150.000,00	$ 300.000,00
COSECHADORA	BULTO	204,00	$ 3.400,00	$ 693.600,00
COSECHA (TRANSPORTE DE LA GRANJA A EL MOLINO)	BULTO	204,00	$ 3.200,00	$ 652.800,00
			TOTAL/TRATAMIENTO	$ 1.946.400,00
B. MANO DE OBRA				
FUMIGACION QUEMA QUIMICA	JORNAL	4,5	$ 42.373,00	$ 190.678,50
SIEMBRA	JORNAL	9	$ 42.373,00	$ 381.357,00
ABONADAS	JORNAL	7,5	$ 42.373,00	$ 317.797,50
			TOTAL/TRATAMIENTO	$ 699.154,50
C. INSUMOS				
QUEMA QUIMICA	GLB	1	$ 929.310,00	$ 929.310,00
SEMILLA	KG	220	$ 3.414,00	$ 751.080,00
PLAN DE FERTILIZACION	GLB	1	$ 3.151.000,00	$ 3.151.000,00
TARIFA DE RIEGO	M3/TRATAMIENTO	20000	$ 60,00	$ 1.200.000,00
			TOTAL/TRATAMIENTO	$ 5.102.080,00
EGRESOS				**$ 7.747.634,50**
INGRESOS/TRATAMIENTO				**$ 22.246.200,00**
RELACION COSTO - BENEFICIO				**2,87**

Tabla 46. Costos método Fedearroz.

A. LABORES MECANIZADAS	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
PREPARACION DEL TERRENO "RASTRA"	HA	2	$ 150.000,00	$ 300.000,00
ADECUACION DEL TERRENO "TAIPA - LAND PLANE"	HA	2	$ 150.000,00	$ 300.000,00
COSECHADORA	BULTO	188	$ 3.400,00	$ 639.200,00
COSECHA (TRANSPORTE DE LA GRANJA A EL MOLINO)	BULTO	188	$ 3.200,00	$ 601.600,00
			TOTAL/TRATAMIENTO	$ 1.840.800,00
B. MANO DE OBRA				
FUMIGACION QUEMA QUIMICA	JORNAL	4,5	$ 42.373,00	$ 190.678,50
SIEMBRA	JORNAL	9	$ 42.373,00	$ 381.357,00
ABONADAS	JORNAL	7,5	$ 42.373,00	$ 317.797,50
			TOTAL/TRATAMIENTO	$ 699.154,50
C. INSUMOS				
QUEMA QUIMICA	GLB	1	$ 929.310,00	$ 929.310,00
SEMILLA	KG	300	$ 3.414,00	$ 1.024.200,00
PLAN DE FERTILIZACION	GLB	1	$ 4.959.700,00	$ 4.959.700,00
TARIFA DE RIEGO	M3/TRATAMIENTO	20000	$ 60,00	$ 1.200.000,00
			TOTAL/TRATAMIENTO	$ 7.183.900,00
EGRESOS				**$ 9.723.854,50**
INGRESOS/TRATAMIENTO				**$ 20.501.400,00**
RELACION COSTO - BENEFICIO				**2,11**

Tabla 47. Costos método Químico mejorado.



Dicorp
DIANA CORPORACIÓN S.A.S.

TIQUETE DE BÁSCULA
DIANA CORPORACIÓN S.A.S.
NIT. 860.031.606-6

CPV

Tiquete No. 1009012979

Información del Agricultor — FECHA REG.: 11.04.2022

Nombres y apellidos	Nit:	Región de procedencia del paddy	Nombre del lote
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	891180084	JUNCAL (P.N)	

Información de entrada y del producto recibido

Fecha/hora	(Dia/Mes/Año)	hh:mm	am/pm	Peso (KG)	Peso bruto (KG)	Presentación	Destare	Peso neto (KG)
Entrada	11.04.2022	17:42:38	p.m.	21.190	12.970	Granel		12.970
Salida	11.04.2022	18:04:28	p.m.	8.220		No. Empaques		

Producto recibido	Variedad	Humedad	Impureza	Lote de producción No.
Arroz Paddy Verde	Gr.1-29-FEDEARROZ	22,67	6,20	NV384

Información del conductor

Nombres y apellidos	No. de cédula:	Placa del vehículo
FIERRO PERDOMO FABIO	4922811	JKH856

Observaciones: - -

Observaciones Laboratorio de Calidad:

Firmas

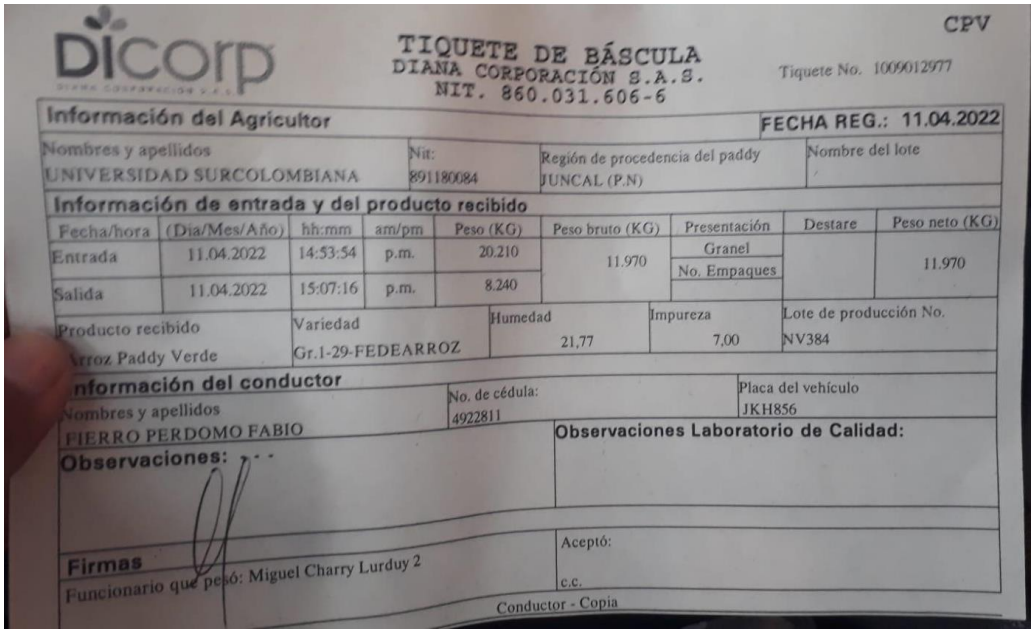
Funcionario que pesó: Miguel Charry Lurduy 2

Aceptó:

c.c.

Conductor - Copia

Figura 8. Tiquete de Báscula - Cosecha Tratamiento Convencional



Dicorp
DIANA CORPORACIÓN S.A.S.

TIQUETE DE BÁSCULA
DIANA CORPORACIÓN S.A.S.
NIT. 860.031.606-6

CPV

Tiquete No. 1009012977

Información del Agricultor — FECHA REG.: 11.04.2022

Nombres y apellidos	Nit:	Región de procedencia del paddy	Nombre del lote
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	891180084	JUNCAL (P.N)	

Información de entrada y del producto recibido

Fecha/hora	(Dia/Mes/Año)	hh:mm	am/pm	Peso (KG)	Peso bruto (KG)	Presentación	Destare	Peso neto (KG)
Entrada	11.04.2022	14:53:54	p.m.	20.210	11.970	Granel		11.970
Salida	11.04.2022	15:07:16	p.m.	8.240		No. Empaques		

Producto recibido	Variedad	Humedad	Impureza	Lote de producción No.
Arroz Paddy Verde	Gr.1-29-FEDEARROZ	21,77	7,00	NV384

Información del conductor

Nombres y apellidos	No. de cédula:	Placa del vehículo
FIERRO PERDOMO FABIO	4922811	JKH856

Observaciones: - -

Observaciones Laboratorio de Calidad:

Firmas

Funcionario que pesó: Miguel Charry Lurduy 2

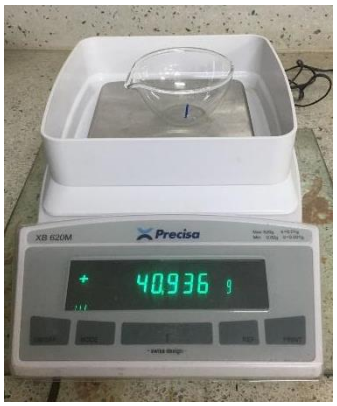
Aceptó:

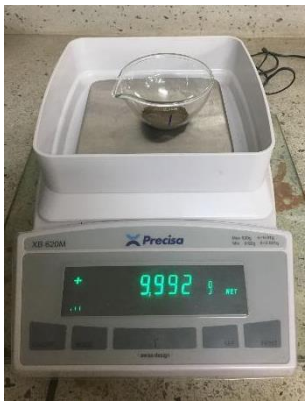
c.c.

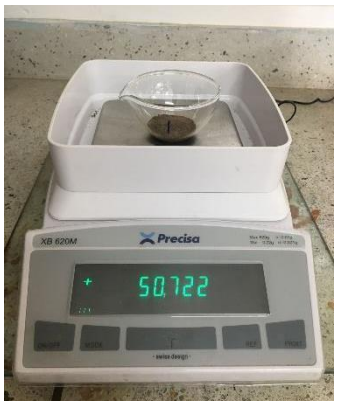
Conductor - Copia

Figura 9. Tiquete de Báscula - Cosecha Tratamiento Mejorado

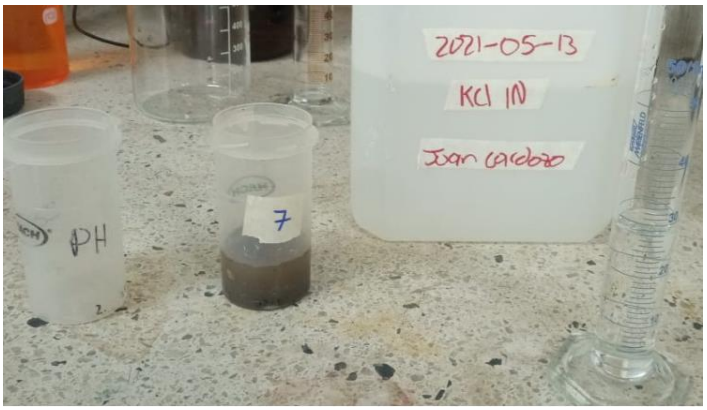
- **Registro Fotográfico de los laboratorios:**



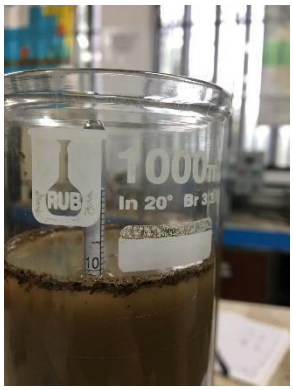




Prueba de humedad (NTC 6230:2017).

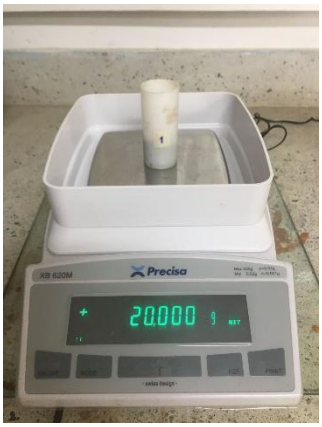


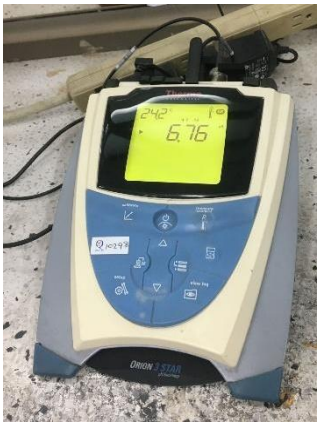
Prueba de acidez (NTC 5263:2017).



Prueba Textura de Bouyoucos.

Prueba de conductividad eléctrica (NTC 6230).





Prueba de PH (NTC 5264).

Prueba de Carbón Orgánico (NTC 5403 modificado).

Prueba Fósforo disponible (NTC 5350 modificado)

- **Registro fotográfico de las visitas a campo:**

Visita N°3(29/01/2022)

Visita N°4(07/03/2022)

CODIGO RStudio® (https:// r-project.org/).

```
###_______ Balance hídrico _____________

library(readxl)

Datos<- read_excel("C:/Users/valen/Downloads/Granja/Datos_Campo_Tesis.xlsx",

                   sheet = "Datos_Clima", range = "A1:F365")

#Definir variables

Tempmax <- Datos$Temp_max

Tempmin <- Datos$Temp_min

Tempmed <- Datos$Temp_med

Prec <- Datos$Prec

Ro <- Datos$Rad_Ext #Radiacion solar extraterrestre (mm/d) Tabla (Neiva-HemisferioNorte, latitud=10)

#Calculando Et por el metodo de hargreaves, 1983

Eto <- 0.0023 * (Tempmed + 17.78)*Ro*(Tempmax-Tempmin)^(0.5)

str(Eto)

#Datos suelos

Da <- 1.4 #densidad aparente (gr/cm3) para suelo FAa= 1.4

                                    #Fa=1.5

h <- 40 #profundidad radicular del arroz (cm)

NH <- 0.2 #nivel de agotamiento (cm)

CC <- 42#capacidad de campo en % para Suelo: FAa=42

                                  #Fa=47.8

PMP <- 26#punto de marchitez permanente para Suelo: FAa=26

                                 #Fa=30.4

#cálculos

AA <- CC - PMP #Agua util (%)

LAA <- (AA/100)*Da*h*10 #lamina de agua aprovechable (mm)

LARA <- LAA * (1-(NH/100)) #max capacidad de retención de agua en el suelo disponible para la planta


#Ecuación de balance

LAS <- numeric(length(Prec))
```

```
Exc <- numeric(length(Prec))
Rio <- numeric(length(Prec))
LAS[1] <- LARA Lámina de agua en el dia 1
#Se mide en campo o se toma del mes pasado
#o puede ser LARA
for (i in 2:length(Prec)){
  LAS[i] <- LAS[i-1] + Prec[i-1] - Eto[i-1]
}
plot(LAS,type = "l", col="green",main ="",xlab="Días")
lines(LAS, lwd=2, col="blue")
abline(h = 0, v = 0, col="red")
abline(v = 20, col="black")
legend(x="topright" ,legend = c("Suelo Fa", "Suelo FAa"), pch = c(3,3),lty = c(1,1),
       col= c("Green","blue"),ncol=1, horiz=FALSE,bty='n',cex=0.8)

library("zoo")
fechas <- Datos$Fecha
fechas <- as.Date(fechas,format="%d/%m/%Y")
fechas
# crear el objeto zoo
# agregar a escala mensual
PdD <- zoo(Prec, order.by = fechas)
PMm <- aggregate(PdD, format(time(PdD), "%m"), sum)
PdA <- aggregate( PdD, format(time(PdD), "%Y"), sum)

Eto <- zoo(Eto, order.by = fechas)
EToMm <- aggregate(Eto, format(time(Eto), "%m"), sum)
str(EToMm)

plot(x= time(PMm), y= as.numeric(PMm), type = "l",
```

```
    xlab="Meses", ylab = "ETo/Precipitacion (mm)")
#,main = "Método de Hargraves")
lines(x= time(PMm), EToMm, lwd=2, col="blue")
#grid(nx=20)
legend(x="bottomleft" ,legend = c("Precipitacion", "Evapotranspiracion"), pch = c(3,3),lty = c(1,1),
      col= c("black","blue"),ncol=1, horiz=FALSE,bty='n',cex=0.8)
```