

Adaptación tecnológica en cultivos de arroz para incrementar la productividad bajo el sistema intensivo de cultivo SRI en la finca La Pedregosa en el municipio de Aguazul – Casanare

Technological adaptation in rice crops to increase productivity under the SRI intensive crop system on the La Pedregosa farm in the municipality of Aguazul - Casanare

Christian Saúl González Santos¹

Adriana del Pilar Noguera Torres²

Andrés Leonardo Mogollón Benavides³

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

La propuesta de investigación se enfoca en diseñar una herramienta de software para evaluar el rendimiento de las características del grano de arroz y de la plántula durante su proceso de germinación en cultivos de arroz que utilizan técnicas de trasplante de plantas. Se realiza en un cultivo de arroz de 52 hectáreas en la finca La Pedregosa, en el municipio de Aguazul, Casanare. Se toman 20 muestras de áreas delimitadas de 2 m x 2 m para comparar el lote sembrado de manera tradicional con el lote sembrado por trasplante de plantas. Los datos obtenidos del muestreo se procesan utilizando técnicas de ciencias de datos y procesamiento de imágenes para analizar las características molineras de los productos obtenidos de la cosecha y evaluar el rendimiento de cultivos de arroz que aplican la siembra de arroz por trasplante mecanizado. Los resultados se comparan con los datos que entrega el analizador estadístico de imágenes S21, para información de blancura de grano, índice de quebrado, porcentaje de grano yesoso y porcentaje de área yesada. La propuesta busca generar un documento investigativo para dar a conocer a la comunidad científica sobre cómo se desarrolla este proceso de siembra en Colombia y específicamente en Casanare, y relacionar los beneficios que aporta a la región, al suelo, a la calidad del producto

¹ Ingeniero electrónico, <https://orcid.org/0000-0002-3895-8420/> christian.gonzalez@unad.edu.co

² Ingeniera electrónica, <https://orcid.org/0000-0002-4945-4324/> adriana.noguera@unad.edu.co

³ Estudiante de ingeniería electrónica, <https://orcid.org/0000-0003-1354-5897/> almogollonb@unadvirtual.edu.co

obtenido, la inversión económica para el cultivo y a la preservación de los recursos que intervienen en un cultivo de arroz.

Palabras clave: procesamiento de imágenes, SRI, calidad molinera, etapas fenológicas del arroz, trasplantado de plantas, evaluación de rendimientos.

Abstract

The research proposal focuses on designing a software tool to evaluate the performance of rice grain and seedling characteristics during the germination process in rice crops using plant transplantation techniques. The study is conducted in a 52-hectare rice field at La Pedregosa farm in the municipality of Aguazul, Casanare. Twenty samples are taken from delimited areas measuring 2 m x 2 m to compare the traditionally sown plot with the plot sown using plant transplantation. The collected sampling data is processed using data science techniques and image processing to analyze the milling characteristics of the harvested products and evaluate the performance of rice crops employing mechanized rice transplanting. The results are compared with data provided by the statistical image analyzer S21, which includes information on grain whiteness, breakage index, chalky grain percentage, and chalky area percentage. The proposal aims to generate a research document to inform the scientific community about the development of this planting process in Colombia, specifically in Casanare, and to establish the benefits it brings to the region, soil quality, the quality of the obtained product, economic investment in cultivation, and the preservation of resources involved in rice farming.

Keywords: Image processing, SRI, milling quality, phenological stages of rice, plant transplantation, yield evaluation.

1. Introducción

El proyecto propuesto tiene como objetivo mejorar los procesos de cultivo del arroz en la región de Casanare, Colombia, mediante la implementación de técnicas innovadoras, como el trasplante mecanizado. Se busca documentar cómo este proceso permite aumentar la productividad, la calidad del producto y la eficiencia en el uso de recursos naturales. El arroz es un cultivo importante en Colombia, con un alto valor económico y un aumento en el consumo per cápita. La investigación multidisciplinaria en arroz contribuirá a un sector más sostenible, competitivo y resiliente, y promoverá la seguridad alimentaria a nivel regional, nacional y mundial. El trasplante mecanizado es una metodología climáticamente inteligente que mejora la adaptación del cultivo al cambio climático, aumentando los rendimientos y las utilidades de los productores. Además, reduce el uso de agrotóxicos, disminuye los

costos de producción y mejora la calidad del arroz. La investigación propuesta se centra en documentar y analizar el proceso de siembra y verificación de características molineras del arroz obtenido mediante trasplante mecanizado, utilizando técnicas de procesamiento de imágenes y ciencia de datos.

2. Metodología

El proyecto en desarrollo se divide en varias etapas para lograr los objetivos establecidos. A continuación, se describen brevemente las diferentes etapas y actividades involucradas:

2.1 Adecuación del suelo (costos): esta etapa se centra en preparar el suelo para el cultivo de arroz. Incluye la eliminación de malezas, la incorporación de materia orgánica en el suelo y la mejora de la estructura de la capa arable. El objetivo es crear un entorno propicio para la germinación de las semillas.

2.2 Siembra (siembra por semilleros y tradicional): en esta etapa se realiza la siembra de las semillas de arroz. Se utilizan dos métodos, conocidos como siembra por semilleros y trasplante mecanizado y siembra tradicional por voleo de semillas. Se utiliza semilla certificada y se aplican tratamientos especiales a las semillas y al suelo del semillero. Se utilizan cerca de 6.000 bandejas en el proceso de siembra por semilleros.

2.3 Cantidad de visitas para toma de muestras: se realizan un total de 20 visitas al cultivo a lo largo de su desarrollo. Se toman muestras en diferentes etapas fenológicas, incluyendo la plántula y el proceso de siembra. Se levanta una bitácora en cada visita para registrar las características y condiciones del cultivo.

2.4 Características de muestreo, cantidad y ubicación de muestras: se seleccionan 3 puntos de muestreo para cada tipo de siembra. Se miden diferentes características de las plantas, como la altura de la plántula, la altura de la hoja bandera y la longitud de la panícula. Se toman muestras de 50 plantas por punto. Además, se analizan enfermedades, insectos y plagas en un área designada.

2.5 Etapa de cosecha: se realiza la cosecha del arroz en marcos de 2 m x 2 m de forma manual. El arroz se almacena por separado y se reúne una muestra equivalente a 1 kg por punto, esto con el fin de analizar la muestra seleccionada.

2.6 Obtención del grano y procesamiento: la muestra obtenida se somete a un procedimiento para verificar las características molineras del arroz cosechado. Cabe resaltar que este proceso se realiza a la vez con un equipo especializado para tomar como punto de referencia y comparación de resultados una vez se finalice el

proceso desde el análisis computacional propuesto desde el desarrollo del proyecto.

2.7 Análisis computacional: se digitaliza la información recolectada, como la bitácora del cultivo y las imágenes del grano de arroz. Se diseña e implementa un protocolo de adquisición de imágenes que utiliza técnicas de reconocimiento de patrones para clasificar las plantas y procesar las imágenes y determinar las características del grano, como el porcentaje de grano entero, grano partido y centro blanco.

2.8 Entrega de resultados: los resultados obtenidos se presentan a través de ponencias, medios de transmisión de información y publicaciones asociadas. Además, se generan productos de desarrollo tecnológico derivados del proyecto.

3. Discusión

Partiendo de la metodología propuesta, las etapas 1 y 2 se desarrollan de manera simultánea, dado que se requiere del alistamiento del suelo mientras se procede a crear los semilleros para el respectivo trasplante. En este caso, el suelo inicialmente se procede a limpiar impurezas de siembras anteriores, se aplica sustrato de forma aleatoria para equilibrio del suelo y minerales de acuerdo a indicaciones del agrónomo a cargo del cultivo.



Figura. 1. Adecuación de suelo y bandejas.

Mientras tanto, para la creación de las bandejas, se alistan con limpieza de impurezas con agua a presión y se tienen en el suelo a secado por el sol. Cada bandeja a utilizar tiene 55 cm de largo x 30 cm de ancho x 3 cm de profundidad, en cada una de ellas se pueden depositar hasta 6.300 semillas de arroz. Este proceso se realiza con una máquina diseñada tomando como referencia una máquina importada, pero se adapta a las condiciones del lugar. Consta de un motor de 0.5 HP, con una velocidad de 1.800 revoluciones por minuto, alimentada con fuente AC de 110 V, conectada a un juego de 6 poleas que permiten disminuir su velocidad a un máximo de 60 revoluciones por minuto y en esta velocidad es posible obtener 19 bandejas o semilleros en un minuto, listos para pasar a almacenaje en invernadero o controlados bajo techo.



Figura. 2. Proceso de creación de semilleros con máquina construida en la finca La Pedregosa.

Como se observa, cada semillero consta de una capa de sustrato Disan 12-24-12-4(s), producto colombiano que consta en su mayoría de residuos de cultivos de rosas de la sabana de Bogotá, seguido de una capa de semilla de arroz certificada y finalmente se sella con otra capa de sustrato. Lo ideal es garantizar que el contenido de la bandeja no sobresalga de la profundidad de la misma. Estas bandejas se llevan a invernadero en donde se espera la germinación de la semilla, garantizando control de aguas y calor requerida para una excelente germinación. En este proceso se tarda alrededor de 30 días calendario o cuando la plántula logre una altura de al menos 10 cm fuera de suelo.



Figura. 3. Tapete de plántula de arroz con 30 días de siembra ubicado en semillero del invernadero.

Una vez se logren estas condiciones, se procede a realizar el trasplante, recolectando los “tapetes de arroz” de cada semillero y por medio de la máquina trasplantadora de arroz marca Kubota que operada en una velocidad promedio de 4 km/h permite un trasplante de 0.4 ha/h, sembrando en 6 líneas o hileras sobre el suelo garantizando 30 cm de distancia entre cada línea con una distancia promedio entre surcos entre 14 y 20 cm.



Figura. 4. Ubicación de tapetes de plántulas y trasplante en lote.

La semilla sembrada es semilla que requiere de 120 días en el proceso desde que se presenta la germinación en el semillero hasta el proceso de cosecha, por tal razón el proyecto se encuentra en proceso de crecimiento de las plantas en terreno y en toma de datos necesarios para el seguimiento de todo lo que representa el cultivo como tal.

4. Conclusiones

En un cultivo de arroz los factores climáticos tales como la temperatura, la radiación solar y el viento tienen influencia sobre el rendimiento del arroz, evidenciando afectación en el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos relacionados con la formación del grano, que también afectan indirectamente el rendimiento aumentando el daño causado por las plagas y las enfermedades. En cuanto al agua, el nivel recomendado de agua o de humedad en el suelo es esencial para mantener un adecuado manejo de los nutrientes, de las malezas y de las plagas y enfermedades. Tecnificar un cultivo permite garantizar mejores condiciones en el proceso y en el producto final, disminuyendo riesgos asociados, pérdida de productos requeridos y por tanto la relación costo-beneficio evidencia las ganancias significativas en el proceso de siembra.

Utilizando trasplante de mecanizado de arroz se obtuvo una disminución de bultos por hectárea de 180 kg a 120 kg, además como fue en un ambiente controlado se redujo la cantidad de agua y la plántula llega a una etapa fenológica en donde la lucha por la obtención de nutrientes no es tan significativa.

Referencias

- Agrilab (2021). Informe de resultados - Área de análisis de suelos lote Los Troncos, Finca La Pedregosa - Aguazul - Casanare.
- Agronegocios. (2020). Productividad de cultivos de arroz en Casanare aumentó entre el 7 y el 15 %, afirma Yara. *Agronegocios*.

<https://www.agronegocios.co/agricultura/productividad-de-cultivos-de-arroz-en-casanare-aumento-entre-el-7-y-el-15-afirmara-3001661>

CIAT. (2021). La seguridad alimentaria regional y mundial. *CIAT*. <https://ciat.cgiar.org/en-donde-trabajamos/latin-america-and-the-caribbean-2/?lang=es>

DANE. (2021). Encuesta nacional de arroz mecanizado (ENAM). *DANE*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-arroz-mecanizado>

Maciel, S., & Herber, L. (2020). Evaluación de la calidad molinera de arroz Fortuna mediante el analizador estadístico de imágenes S21. https://www.researchgate.net/publication/338805179_Evaluacion_de_la_calidad_molinera_de_arroz_Fortuna_mediante_el_analizador_estadistico_de_imagenes_S21