

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN CIENCIAS AGRO Y AMBIENTALES****IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PRECISIÓN PARA LA
PLANIFICACIÓN DE PARCELAS EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)****Leonardo Alfonso Pacheco González**

Ing. Agrónomo: mención producción vegetal (Venezuela)

Resumen

El propósito fundamental de esta investigación fue establecer la implementación de tecnologías de precisión para la planificación de parcelas en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Sistema de Riego Río Guárico, Venezuela. El estudio partió de un diagnóstico en los predios que permitió determinar las condiciones físicas de la superficie en la unidad de producción (UP). Mediante un enfoque cualitativo y el método de Investigación Acción Participativa (IAP), se emplearon técnicas de observación directa y entrevistas abiertas con informantes clave (productores, ingenieros y obreros). Los hallazgos iniciales revelaron un deterioro significativo de la infraestructura predial y desniveles en el terreno, factores que incidieron negativamente en los rendimientos en kg/ha debido a una gestión ineficiente del riego y drenaje. Para abordar esta problemática, se procedió al diseño topográfico de parcelas utilizando el software AutoCAD, cuya planificación se ajustó a la disponibilidad de maquinaria del productor. Como innovación tecnológica, se integró el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el sistema de banderillas satelitales TeeJet Matrix 430/908 para levantamientos geodésicos y control de labores de siembra, fertilización y nivelación láser. Los resultados demuestran que la micro-nivelación (cortes de 3 a 5 cm) y el diseño de lotes homogéneos facilitan el establecimiento del cultivo, optimizan el uso del agua y reducen costos operativos entre un 5% y 15%. Se concluye que la agricultura de precisión es una herramienta indispensable para la sostenibilidad agroecológica y la rentabilidad económica, aunque su adopción masiva requiere de políticas públicas de financiamiento y soporte técnico continuo en la región.

Palabras clave: *Oryza sativa*, agricultura de precisión, planificación de la explotación agrícola, sistemas de posicionamiento global, innovación tecnológica.





IMPLEMENTATION OF PRECISION TECHNOLOGY FOR PLOT PLANNING IN RICE PRODUCTION (*Oryza sativa* L.)

Abstract

This research aims to establish the implementation of precision agriculture technologies for plot planning in rice (*Oryza sativa* L.) production within the Rio Guárico Irrigation System, Venezuela. To achieve this, a comprehensive field study was conducted to determine the physical conditions of the production units (PU). Framed within a qualitative approach using Participatory Action Research (PAR), data were collected through direct observation and open interviews with key stakeholders, including producers, agronomists, and field workers. The diagnosis highlighted severe P.U. deterioration due to inadequate maintenance and significant land unevenness, leading to a substantial decrease in crop yields (kg/ha). Consequently, standardized plot designs were developed using AutoCAD software, ensuring compatibility with available farm machinery. The integration of Global Positioning System (GPS) technology and TeeJet Matrix 430/908 satellite guidance systems was proposed as an innovative solution for geodetic surveying and precision tasks such as direct seeding, spraying, and laser-guided leveling. Results indicate that precise land leveling—ranging from 3 to 5 cm—combined with homogeneous lot design, significantly improves water management and facilitates crop establishment. This approach estimated a potential reduction in input costs by 5-15% while enhancing environmental sustainability. The study concludes that while precision technology is a powerful tool for maximizing profitability and ecosystem recovery, its large-scale sustainability depends on public policies, specialized technical support, and access to funding for small and medium-scale producers.

Keywords: *Oryza sativa*, precision agriculture, farm planning, global positioning systems, technological innovation.

Introducción

La agricultura se define como el conjunto de técnicas de labranza y tratamiento del suelo para la producción de alimentos, siendo un motor fundamental para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria de las naciones. En Venezuela, el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) destaca por su alto potencial nutritivo y su relevancia en las cadenas de comercialización a gran escala. No obstante, los sistemas de producción tradicionales han priorizado los rendimientos totales del predio sobre la gestión eficiente de unidades de área pequeñas, lo que ha limitado históricamente el potencial

REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER
(ISSN-L): 2959-4308
Volumen N° 11 agosto año 2025
transdisciplinariadelsaber@gmail.com





productivo de cada semilla. Ante este escenario, surge la necesidad de transitar hacia modelos tecnológicos más precisos que permitan una gestión agronómica diferencial.

Históricamente, la mecanización agrícola llevó a los productores a manejar sus parcelas como unidades homogéneas, sacrificando la variabilidad espacial del terreno por la operatividad de las máquinas. Sin embargo, el advenimiento de la agricultura de precisión (AP) ha permitido retomar el control detallado de los factores bióticos y abióticos que influyen en el cultivo. La AP se fundamenta en el manejo específico de áreas de cultivo mediante herramientas de posicionamiento global y sensores que facilitan la toma de decisiones basada en datos reales. Este enfoque busca no solo maximizar el rendimiento, sino reducir el riesgo y mejorar la eficiencia en la ejecución de estrategias de gestión agraria.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) destaca la importancia de elevar los niveles de nutrición y mejorar la producción agrícola mediante el uso eficiente de los recursos. Según la FAO (2015), la implementación de programas técnicos y la normalización de acuerdos marco son esenciales para maximizar la productividad y mejorar las condiciones de vida de la población rural. En este contexto, la tecnología de precisión se presenta como una alternativa innovadora frente al deterioro de las unidades de producción (UP), permitiendo rehabilitar infraestructuras deficientes y optimizar el manejo agronómico del arroz en regiones con alto potencial productivo.

En el ámbito latinoamericano, países como Brasil y Argentina han liderado el desarrollo de modelos de agricultura de precisión con resultados exitosos mediante el monitoreo satelital. Al respecto, Ibarra (2012:19) define que:

El modelo de agricultura de precisión es un concepto de cultivos, basados en la existencia de variabilidad en el campo, hace el uso de las tecnologías de GPS (global position system), sensores, satélites e imágenes aéreas para evaluar y entender dichas variaciones. La información recolectada puede ser usada para evaluar con mayor precisión el estado del suelo prediciendo con mayor exactitud la producción de los cultivos.





Esta visión integral permite transformar la variabilidad del terreno en una oportunidad estratégica de gestión.

En Venezuela, el desarrollo de la AP ha sido progresivo, destacando hitos como la asesoría internacional recibida por Agro-PDVSA entre 2011 y 2013, que permitió la creación de mapas piloto e inventarios georreferenciados. A pesar de estos avances, la adopción masiva enfrenta barreras culturales y de capacitación. Valeri, citada por Sánchez (2014:6), señala que la AP “es un asunto cultural, primero hay que informarse, se trata de un tema nuevo en Venezuela, mientras más prueben la herramienta se irán sumando los productores y así estimamos que se desarrolle el proyecto”. Por ello, esta investigación se enfoca en una medición de precisión que garantice la aplicación óptima de insumos y prácticas agrícolas. Para consolidar esta tecnología, es imperativo entender los objetivos técnicos de su implementación. Bragachini, Scaramuza y Proyetti (2006:1) aportan que:

En la agricultura de precisión se le considera como una tecnología más compleja, donde no solo con su utilización se busca como objetivo alcanzar la dosis variable sino aprovechar esta tecnología para el control de gestión de cosecha, control de siembra, evaluar ensayos, cuantificar diferencias de rendimiento por ambientes, las respuestas de las dosis para cada insumo y en cada ambiente..

Esta complejidad técnica es la que permite seleccionar las mejores variedades para cada lote, obteniendo beneficios agronómicos y económicos sustanciales. La variabilidad del cultivo es un factor determinante en la implementación de la AP. Blackmore (2007) identifica tres tipos fundamentales de variabilidad que justifican el uso de esta tecnología: la espacial, referida a los cambios físicos en el lote; la temporal, relacionada con las fases de crecimiento del cultivo; y la predictiva, que analiza la diferencia entre los resultados previstos y la producción real. Comprender estas dimensiones permite a los productores aplicar correctivos específicos mediante mapas de producción, identificando áreas que requieren análisis especial para alcanzar los objetivos deseados en el rendimiento final.





Dentro de las herramientas operativas, el GPS y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son pilares fundamentales. Nemenyi et al. (2003) destacan que el manejo de un SIG permite generar visiones complejas del terreno para decidir la aplicación de fertilizantes o determinar causas de variabilidad. Complementando esta idea, Bragachini et al. (2006:1) definen a la AP como:

Una tecnología útil para el control, es muy importante a la hora de recopilar datos para una futura toma de decisiones, como pueden ser la elección de variedades y/o híbridos, dosis de fertilización en cultivos como el maíz y el trigo... control de malezas y enfermedades, etc.

La problemática abordada en esta investigación surge del deterioro de las UP debido a la falta de mantenimiento y la ausencia de un diseño predial adecuado de entradas y salidas de agua. En el cultivo de arroz, la mala nivelación provoca acumulación excesiva de agua en sectores bajos y sequedad en los altos, lo que deriva en la pérdida de semilla y baja población de plantas. El uso de imágenes satelitales y levantamientos topográficos con tecnología de precisión se presenta como la solución para determinar estas problemáticas de forma exacta, facilitando un diseño de parcelas que optimice el flujo hídrico y mejore los rendimientos significativamente.

La viabilidad económica de estos proyectos debe ser evaluada considerando la inversión inicial en equipos y software. La implementación de la AP depende de factores como el tamaño del terreno, la calidad del suelo y el estado económico de los agricultores. Sin embargo, los beneficios en la reducción de costos de energía e insumos, sumados al menor impacto ambiental, justifican la transición tecnológica. Al optimizar la producción y comercializar productos de mayor calidad, se genera un beneficio tanto para el productor como para el consumidor final, cumpliendo con las exigencias del mercado actual y la sostenibilidad del ecosistema agrícola.

A partir de las inquietudes planteadas sobre la variabilidad del terreno y las deficiencias en la infraestructura del Sistema de Riego Río Guárico, se establecen los propósitos que orientan este estudio. El propósito general de la investigación es establecer la implementación de la tecnología de precisión para la planificación de parcelas en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.), orientada a optimizar el uso de recursos y

REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER

(ISSN-L): 2959-4308

Volumen N° 11 agosto año 2025

transdisciplinariadelsaber@gmail.com





mejorar los rendimientos productivos. Para alcanzar esta meta, se plantean como propósitos específicos: en primer lugar, diagnosticar las condiciones físicas y el estado de nivelación de las unidades de producción mediante herramientas de observación y teledetección ; en segundo lugar, diseñar una nueva distribución predial de lotes homogéneos utilizando software de diseño asistido y posicionamiento global que facilite el manejo agronómico ; y finalmente, evaluar la viabilidad técnica y económica de la adopción de sistemas de banderillas satelitales y nivelación láser como estrategias para la sostenibilidad del sector arrocero en la región.

Matriz Epistemológica y Marco Metodológico

El estudio se fundamenta en un paradigma cualitativo, el cual permite abordar el fenómeno desde la perspectiva subjetiva de los actores involucrados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014:8), este enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados, cuyo propósito es "obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos)". Bajo esta visión, la investigación no busca la medición numérica, sino profundizar en la forma en que los individuos perciben los fenómenos y su realidad.

En concordancia con el paradigma cualitativo, el trabajo se enmarca en el método de Investigación Acción Participativa (IAP), sustentado en la teoría crítica y la transformación social. Este método implica una reflexión constante sobre la realidad para modificarla, basándose en la premisa "reflexión-acción-reflexión". Según Leal (2012:84), el fin último de la IAP es "el cambio y la transformación de la situación actual del sujeto de estudio". En este proceso, los participantes se convierten en co-investigadores, permitiendo que los datos recolectados surjan de la discusión grupal y el consenso.

La población y los sujetos del estudio fueron seleccionados mediante un muestreo de conveniencia, que permite al investigador recolectar información de elementos controlables y accesibles. Los informantes claves fueron clasificados por letras, siendo





que se consideraron cinco (5), los mismos quedaron identificados de la siguiente manera:

- Informante clave A: Sr Carmine Rotunno productor del sector La Candelaria.
- Informante clave B: Sr José Miguel Saade productor de la parcela N° 209 sector Carretera Nacional Sistema Riego Rio Guárico.
- Informante clave C: Ing. Agrm. Johnny Navarro productor de la parcela N° 185 sector Carretera Nacional Sistema Riego Rio Guárico.
- Informante clave D: Ing. Agrm. Albert Blanco, técnico de campo trabajador de la parcela N° 199 sector Carretera Nacional Sistema Riego Rio Guárico.
- Informante clave E: José Méndez obrero regador de la parcela N° 4 sector La Candelaria.

Esta muestra es finita y estratégica, ya que involucra a los dueños de las unidades de producción (UP), a los profesionales que prestan manejo agronómico y al personal operativo que ejecuta las labores de riego.

Las técnicas de recolección de información fueron diseñadas para permitir que el investigador se sumerja en el fenómeno de forma flexible y abierta. Se utilizó la observación directa para detallar el daño ocasionado por el desnivel del terreno y los rendimientos negativos en la UP. Asimismo, se aplicó la entrevista abierta o en profundidad para explorar las dimensiones subjetivas y el nivel de conocimiento técnico de los informantes. Finalmente, los grupos de discusión permitieron la reconstrucción del sentido social y fueron fundamentales para validar el diseño de las parcelas resultantes.

Para el procesamiento de la información, se utilizó la técnica de triangulación, definida por Leal (2012:101) como "un procedimiento que consiste en determinar ciertas intersecciones o coincidencias a partir de diferentes apreciaciones y fuentes informativas". Se aplicó específicamente la triangulación de métodos y fuentes, contrastando las entrevistas con la observación participante. Este procedimiento permite analizar los datos desde distintos ángulos para ser comparados entre sí,





garantizando que los hallazgos técnicos y las percepciones de los productores converjan en una síntesis teórica sólida.

Análisis de Resultados y Hallazgos Técnicos

El análisis de los resultados obtenidos se fundamenta en la integración de datos geoespaciales y la experiencia empírica de los actores del Sistema de Riego Río Guárico. Esta fase permitió contrastar las deficiencias estructurales de las unidades de producción con las potencialidades que ofrece la agricultura de precisión para la optimización del cultivo de arroz. A través de la Investigación Acción Participativa, se logró identificar que la variabilidad espacial no solo responde a factores edafológicos, sino principalmente a una nivelación deficiente que afecta la eficiencia hídrica. La aplicación de herramientas tecnológicas como el GPS y el diseño asistido por computadora facilitó la creación de un modelo de gestión predial que minimiza el impacto de estas irregularidades. Así, el diagnóstico técnico se convierte en la base para una planificación estratégica que garantiza la sostenibilidad económica y operativa del productor.



Figura 1. Imagen Parcela 185 SRRG Imagen satelital de zonas de inundación. Fuente: Pacheco (2025).





Respecto al análisis de la Figura 1, la imagen satelital revela de forma contundente las zonas de acumulación de agua y las deficiencias en la micro-topografía del terreno. Se observa que el lote número 6 presenta una coloración homogénea, lo cual es un indicador técnico de una nivelación adecuada que favorece el establecimiento del cultivo. Sin embargo, el resto de la superficie muestra una marcada heterogeneidad cromática, vinculada directamente a sectores con encharcamientos o sequedad excesiva. Estas variaciones espaciales confirman que el manejo tradicional de la parcela como una unidad uniforme es ineficiente y perjudicial para el rendimiento. La identificación visual de estas anomalías mediante sensores remotos permite al investigador y al productor focalizar los esfuerzos de nivelación láser en los puntos críticos detectados.

Continuando con la interpretación de la Figura 1, es imperativo destacar que los desniveles observados inciden directamente en el control de malezas y la eficiencia de la fertilización. Las zonas con exceso de lámina de agua inhiben la germinación uniforme de la semilla de arroz, mientras que las partes altas quedan desprotegidas, facilitando la competencia con especies arvenses. Según la FAO (2015), la gestión ineficiente de los recursos hídricos es uno de los principales obstáculos para la seguridad alimentaria en sistemas de riego. Por tanto, el diagnóstico georreferenciado permite cuantificar el área afectada y planificar una intervención mecánica precisa. Este análisis inicial es fundamental para justificar la inversión en tecnologías de precisión, ya que demuestra que la baja productividad no es azarosa, sino una consecuencia directa de la configuración física actual del terreno. Técnicas de recolección de información (Grupos de discusión o Participantes) se usó para obtener un mejor diseño de las UP, resultantes del AutoCAD. Dando como resultado el siguiente diseño:



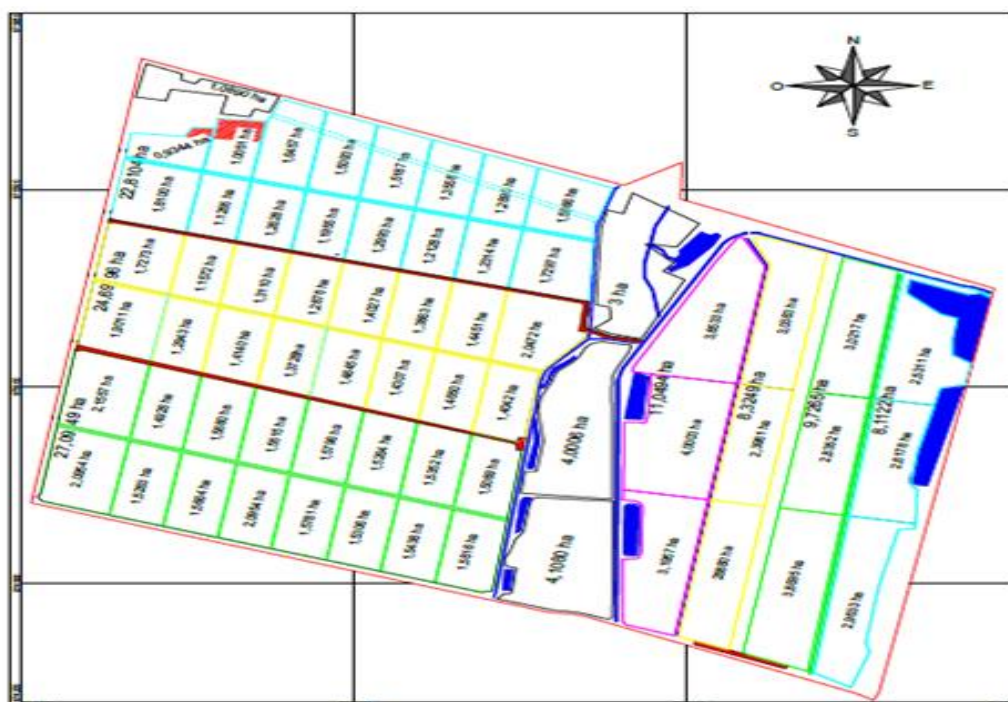


Figura 2. Imagen Parcela 185 SRRG diseñada en AutoCAD, con lotes homogéneos en tamaño y dirección. Fuente: Pacheco (2025).

En cuanto a la Figura 2, esta representa la propuesta de diseño parcelario desarrollada en AutoCAD tras el procesamiento de los datos recolectados en el campo. Se observa una reestructuración completa de la unidad de producción, donde se han definido lotes homogéneos en dimensiones y orientación para maximizar la eficiencia de la maquinaria. El diseño integra una red lógica de canales de riego y drenaje, asegurando que cada sección del predio reciba y evacue el agua de forma controlada. Esta planificación digital permite al productor visualizar la operatividad de la finca antes de realizar cualquier movimiento de tierra, reduciendo significativamente el margen de error. La estandarización de los lotes facilita, además, la implementación de sistemas de guía satelital, como el TeeJet Matrix, durante las labores de siembra y fertilización. Asimismo, el análisis de la Figura 2 muestra cómo la tecnología de precisión permite recuperar áreas que anteriormente se consideraban improductivas o de difícil manejo. Al alinear los lotes con la topografía corregida, se optimiza el tránsito de las



cosechadoras y tractores, lo que se traduce en un ahorro de combustible y tiempo operativo de entre el 5% y el 15%. Este diseño no es solo una representación gráfica, sino un plan de acción que responde a las necesidades expresadas por los informantes clave durante las entrevistas. La integración de vialidades estratégicas en el modelo de AutoCAD garantiza que el manejo agronómico sea fluido incluso en periodos de alta precipitación. En conclusión, el rediseño técnico del predio transforma una estructura degradada en una unidad de producción moderna, eficiente y lista para la competitividad que exige el mercado arrocero actual.

Análisis y triangulación de la información

La fase de cierre analítico de esta investigación se consolida mediante la técnica de triangulación, la cual permite la convergencia de las diversas perspectivas recolectadas durante el proceso de Investigación Acción Participativa. Este procedimiento no solo garantiza la validez interna del estudio, sino que facilita el contraste dialéctico entre la realidad empírica manifestada por los informantes clave y los postulados teóricos que rigen la agricultura de precisión a nivel global. A través de este ejercicio de verificación cruzada, se logra identificar los puntos de encuentro donde la tecnología de posicionamiento global y el diseño asistido por computadora responden de manera efectiva a las necesidades críticas de la unidad de producción. De este modo, la información recolectada deja de ser un conjunto de observaciones aisladas para transformarse en un cuerpo de conocimientos sólido y coherente.

Es pertinente expresar que la triangulación para (Taylor y Bogdan citados por Mejías 2019:67) consiste en: “recoger y analizar datos de distintos ángulos para luego ser comparados y contrastados entre sí”. De este modo la triangulación estuvo representada por cinco (5) fuentes diversas, tres (3) productores, pertenecientes a tres (3) unidades de producción, un (1) técnico campo y un (1) obrero de campo escogidos al azar, cabe señalar también, que la triangulación actualmente se entiende en sentido amplio dándose cuatro (4) tipos básicos y una combinación entre ellos, en donde destaca la triangulación de datos la cual (Okuda y Gómez, 2005:120), expresan que:





“Esta triangulación consiste en la verificación y comparación de la información obtenida en diferentes momentos mediante los diferentes métodos.”

Tabla 1

Triangulación de métodos y fuentes

Fuente de datos	Hallazgos principales	Coincidencias	Divergencias
Observación	Se realizaron visitas a tres fincas durante un ciclo agrícola para registrar prácticas, toma de decisiones en siembra, riego, manejo agronómico y flujo de datos en campo. Identificación de prácticas reales, momentos de intervención técnica, y límites de usabilidad de la tecnología.	- Los participantes A, B, C y D señalan la importancia del soporte técnico, la capacitación y la infraestructura para la adopción de la AP. - El entrevistado E manifiesta interés en conocer sobre manejo y adopción de la AP.	- Los participantes A y B enfatizan la implementación técnica real y la monitorización de la AP. - Los participantes C y D Sugieren considerar los efectos observables en costos de la AP. - El participante E manifiesta poseer poco conocimiento sobre la AP.
Entrevista	Los participantes mostraron Interés en micro nivelación con láser y uso de GPS, pero señalan alguna limitación económica	Los entrevistados A, B, C y D manifiestan el potencial de	Los participantes A y B dicen conocer sobre retorno y costos iniciales en la

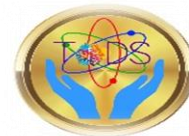
REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER

(ISSN-L): 2959-4308

Volumen N° 11 agosto año 2025

transdisciplinariadelsaber@gmail.com





	y falta de capacitación técnica de la AP.	reducción de insumos y mejora en la eficiencia con la adopción de la AP. El entrevistado E manifestó no conocer sobre manejo y adopción de la AP.	aplicación de la AP - Los participantes C y D Enfatizan incertidumbre sobre retorno y costos iniciales en la aplicación de la AP. - El entrevistado E manifestó no manejar la información técnica.
Grupos de discusión/participantes	Los participantes tienen buenas percepciones sobre los beneficios, costos, barreras de adopción, capacitación necesaria y fiabilidad de datos con la aplicación de la AP También destacaron la necesidad de homogeneidad en el desarrollo de la parcela.	Todos los participantes destacan beneficios potenciales en la precisión del riego y reducción de desperdicio de agua con la implementación de la AP.	- Los participantes A, B, C y D Enfatizan conocer los costos y necesidad de capacitación/sopORTE en la adopción de la AP. - El entrevistado E manifestó no manejar la información económica sobre la AP.

Fuente: Pacheco (2025)





La Tabla 2, presentada a continuación, sistematiza la interrelación, vinculando los hallazgos de campo con las directrices de la FAO y con la fundamentación teórica de autores clave y organismos internacionales, consolidando el rigor científico del artículo.

Tabla 2.

Análisis y Triangulación de la Información (Síntesis)

Categorías / Actores	Hallazgos (Informantes Clave)	Fundamentación Teórica	Interpretación del Investigador
Tecnología de Precisión y GPS	Los productores e ingenieros señalan que el uso de banderillas satelitales (TeeJet) optimiza la siembra y evita el solapamiento de insumos.	Ibarra (2012:19): "El modelo de agricultura de precisión se basa en la variabilidad del campo, haciendo uso de GPS y sensores para entender dichas variaciones".	La adopción de GPS trasciende la simple ubicación; es la base para una gestión diferenciada que permite corregir la heterogeneidad del predio.
Diseño y Nivelación de Parcelas	Se identificó que el mal diseño de los lotes y los desniveles del suelo son la causa principal de la baja población de plantas y pérdida de fertilizantes.	Bragachini et al. (2006:1): La AP es una "tecnología útil para el control... fundamental para cuantificar diferencias de rendimiento por ambientes y respuestas a insumos".	El rediseño asistido por software (AutoCAD) es un paso previo indispensable para que la nivelación láser sea efectiva y económicamente viable.
Sostenibilidad y Productividad	Los informantes coinciden en que la infraestructura actual está deteriorada, lo que eleva los costos de bombeo y reduce la rentabilidad del arroz.	FAO (2015): Destaca la importancia de mejorar la producción agrícola mediante el uso eficiente de recursos para garantizar la seguridad alimentaria.	La tecnología de precisión actúa como una herramienta de rescate de la Unidad de Producción, alineando la eficiencia operativa con los objetivos de la FAO.

Fuente: Pacheco (2025)





Teorización (Síntesis Integral)

La teorización constituye el corazón de la actividad investigativa; la descripción de la misma, de su proceso y de su producto, es decir, como se produce la estructura o síntesis teórica de todo el trabajo, que revela lo que es la verdadera investigación. Ante este concepto, conviene sintetizar, que las informaciones obtenidas de los informantes clave productores, ingeniero agrónomo y obrero, recabada a través de la técnica de la entrevista por parte de los autores reflejaron lo siguiente: los conocimientos teóricos acerca de la agricultura de precisión son amplios, claros y precisos, ellos alegaron que la agricultura de precisión es un conjunto de técnica para mejorar el desarrollo de la actividad agrícola. Evidentemente, la agricultura de precisión es una herramienta importante por sus avances tecnológicos, para el desarrollo de unidades de producción agrícolas y conservación de los ecosistemas.

En los grupos de discusión, surgió la imperante necesidad de nivelar con láser los lotes afectados por el desnivel. El estudio de una calicata procedente de una perforación de un pozo profundo de 60 mt, para el riego auxiliar en ambos ciclos, arrojó un horizonte A de aproximadamente un centímetro de espesor, un horizonte B arcilloso del tipo montmorillonita (muy expansiva, absorbente) y esmectitas, clasificadas por su estructura laminar (1:1 o 2:1) y propiedades físicas como plasticidad y capacidad de retención de agua, con una profundidad mayor a los seis metros y un horizonte C rocoso del tipo canto rodado desde los seis metros (aproximadamente) hasta los 60 metros. Esto indicó que el corte de la nivelación láser podría ser entre tres y cinco centímetros, sin afectar capa nutricional alguna.

Es común considerar a la actividad agrícola, como un elemento esencial en el contexto agroalimentario generando calidad de vida, los sistemas tradicionales de producción tratan a las propiedades agrícolas de forma homogénea, tomando como base las condiciones promedio de las extensas áreas de producción para implementar las acciones correctivas de los factores limitantes. Con el fin de obtener unos sistemas más productivos y competitivos se implementó el uso de sistemas de banderillas satelitales TeeJet: Matrix 430/908. La adopción de esta tecnología de agricultura de precisión, es





vista, no solamente como utilización de tecnologías de información, sino como concepto del beneficio en: Ahorro de insumos (ahorro directo 5-15% en costos), Aumento de eficiencia, Mapeo y trazabilidad (Permite calcular áreas trabajadas) y Versatilidad (siembra, riego, fumigación) y tipos de maquinaria, es un potencial para la racionalización del sistema de producción agrícola moderno.

La implementación de la agricultura de precisión en el cultivo de arroz no debe entenderse como un evento aislado de adquisición de maquinaria, sino como un proceso sistémico de gestión de la variabilidad. Al contrastar los hallazgos técnicos con la realidad del Sistema de Riego Río Guárico, se evidencia que la problemática central radica en la desarticulación entre el diseño topográfico y las necesidades hídricas del cultivo. La triangulación de datos demuestra que, al aplicar herramientas de posicionamiento global y diseño digital, se logra una armonización del espacio productivo que impacta positivamente en la reducción de costos operativos, tal como lo sugieren Blackmore (2007) y Nemenyi et al. (2003).

Desde la perspectiva de la Ingeniería Agronómica, la transición hacia la tecnología de precisión exige un cambio de paradigma en el productor tradicional. Como señala Sánchez (2014:6), la adopción tecnológica “es un asunto cultural, primero hay que informarse, se trata de un tema nuevo en Venezuela, mientras más prueben la herramienta se irán sumando los productores y así estimamos que se desarrolle el proyecto”. En este estudio, la Investigación Acción Participativa permitió que el productor no solo fuera un observador, sino el arquitecto del cambio en su propia unidad de producción. La integración de mapas de rendimiento y diseños de parcelas homogéneas permite pasar de una agricultura de "promedios" a una de "especificidades".

La viabilidad de la agricultura de precisión en Venezuela depende de la creación de un ecosistema técnico-científico que soporte la inversión inicial. La capacidad de realizar cortes topográficos de precisión (entre 3 y 5 cm) y la automatización de la siembra reducen el desperdicio de semillas y agroquímicos, mitigando el impacto ambiental. En conclusión, la planificación de parcelas basada en tecnología de precisión constituye la

REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER

(ISSN-L): 2959-4308

Volumen N° 11 agosto año 2025

transdisciplinariadelsaber@gmail.com





estrategia más sólida para enfrentar los retos del cambio climático y la volatilidad de los mercados, asegurando que el cultivo de arroz siga siendo un pilar fundamental de la soberanía alimentaria nacional.

Reflexiones finales

La Agricultura de Precisión es una revolución que todavía está en su etapa inicial, en nuestro país se encuentra en aumento su uso, según su concepción la agricultura de precisión sería una herramienta potente a fin de trabajar en una forma sustentable, tanto como conservación del medio ambiente, como obtención de rentabilidad máxima. Los métodos agrícolas tradicionales consideraban a los campos como homogéneos y la aplicación de insumos no incluía la variabilidad espacial y temporal de la producción ni el análisis de las causas de esa variabilidad, en este sentido la metodología de investigación acción participativa permitió, mediante un proceso de cocreación con productores, técnicos de campo y obrero, el diseño y puesta en marcha de parcelas para la producción de arroz guiadas por prácticas de agricultura de precisión.

A través de talleres y ciclos de reflexión-acción, las soluciones técnicas se adaptaron a las condiciones locales de suelos, disponibilidad de agua, climatología y estructuras de organización comunitaria. En estas parcelas, se implementaron componentes de riego, muestreo, siembra, fertilización y fumigación localizada de precisión. Es importante que se considere el manejo del ambiente, ya que de esta manera se permitirá que la aplicación de insumos, sea solo en las áreas en las que resulta necesario y en donde la respuesta de esta intervención tendrá un claro beneficio económico, identificando una ventaja sobre la sostenibilidad ambiental de la producción, ya que se evita la aplicación de insumos en general y de agroquímicos en particular en las áreas en que no son necesarios o se requieren en cantidades inferiores.

La agricultura de precisión en tanto se transforme en una metodología de trabajo permite a los pequeños productores ser menos dependiente de insumos externos a la explotación, la viabilidad del modelo de agricultura de precisión les permite; 1) Factible con tecnologías disponibles (sensores de humedad, mapeo del suelo, aplicación variable, herramientas de monitoreo en tiempo real), 2) Requiere capacitación inicial y

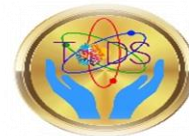
REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER

(ISSN-L): 2959-4308

Volumen N° 11 agosto año 2025

transdisciplinariadelsaber@gmail.com





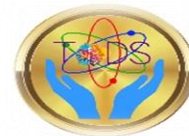
apoyo técnico continuo, 3) Los ajustes locales (ritmos de riego, dosis de insumos, ventanas de siembra) mejoran la adecuación de las prácticas a las parcelas, aumentando la probabilidad de éxito a nivel de campo.

Con la agricultura de precisión se pueden incorporar aplicaciones que creen, planes precisos de explotación agrícola, contribuyendo a reducir los costos y aumentar el rendimiento, reflejándose en viabilidades económicas como; 1) Potenciales ahorros en agua y fertilizantes, junto con mejoras en la eficiencia de insumos, 2) Se recomienda explorar modelos de financiamiento y apoyo institucional (extensión, subsidios parciales, cooperación entre productores) para sostener la implementación. Hoy en día, los últimos descubrimientos científicos y tecnológicos hacen la vida de los agricultores mucho más fácil, permitiéndole hacer frete a sus tareas más rápidamente.

Considerando que el SRRG es el mayor productor de arroz (*Oryza sativa* L.) de Venezuela, es conveniente optimizar los sistemas de producción utilizando las técnicas de agricultura de precisión, una debilidad de la viabilidad económica es; 1) Los costos iniciales (equipos, sensores, software) pueden ser un obstáculo; sin embargo, la adopción temprana por parte de un grupo de productores y el uso compartido de servicios pueden reducir barreras, 2) Es necesario desarrollar capacidades locales de mantenimiento de equipos y gestión de datos para evitar cuellos de botella operativos y 3) La sostenibilidad a gran escala dependerá de la continuidad del soporte técnico, del acceso a financiamiento y de políticas públicas que faciliten la adopción de tecnologías de precisión. En sus 65 años, el SRRG los productores no estimaban esfuerzos en la aplicación de agroquímicos, con la implementación de las nuevas técnicas de agricultura de precisión en la optimización de las aplicaciones, se contribuirá con la recuperación del ecosistema dentro y fuera de la periferia del mismo.

En atención al diagnóstico de las condiciones físicas de las unidades de producción en el Sistema de Riego Río Guárico, se concluye que el deterioro de la infraestructura y la marcada variabilidad topográfica son los principales factores limitantes de la productividad arroceras. La observación directa y el análisis geoespacial permitieron confirmar que los métodos de nivelación tradicionales son insuficientes para gestionar





eficientemente la lámina de agua, provocando pérdidas por escorrentía y zonas de baja población vegetal. Esta realidad técnica justifica plenamente la transición hacia herramientas de agricultura de precisión, las cuales permiten identificar con exactitud centimétrica las áreas que requieren intervención mecánica, optimizando así el uso del suelo desde la fase inicial de preparación.

En cuanto al diseño de la nueva distribución predial, el uso del software AutoCAD, integrado con datos de posicionamiento global, demostró ser una solución eficaz para la estandarización de lotes homogéneos. Esta planificación digital permitió proyectar una infraestructura de riego y vialidad adaptada a la maquinaria disponible, garantizando una operatividad fluida y una reducción significativa en los tiempos de labor. La creación de parcelas con dimensiones uniformes facilita la programación de la siembra y la fertilización, transformando una unidad de producción desorganizada en un sistema estructurado bajo criterios de ingeniería moderna. El diseño resultante no solo mejora la estética predial, sino que constituye la base para una gestión agronómica diferencial de alta precisión.

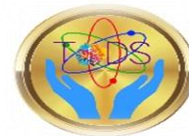
La evaluación de la viabilidad técnica subraya que la implementación de banderillas satelitales y sistemas GPS es una alternativa innovadora y necesaria para enfrentar la crisis de rendimientos en el sector. Los hallazgos indican que la micro-nivelación, con cortes precisos de 3 a 5 cm, maximiza la eficiencia de los insumos y reduce los costos operativos hasta en un 15%, cumpliendo con las directrices de sostenibilidad de la FAO. Se concluye que la agricultura de precisión en Venezuela es un campo fértil que, a pesar de las barreras culturales mencionadas por los actores clave, representa la ruta más viable para alcanzar la soberanía alimentaria y la rentabilidad económica del productor en el contexto de las exigencias del mercado global contemporáneo.

Recomendaciones

Para potenciar los hallazgos de esta investigación, se recomienda al sector productivo del Sistema de Riego Río Guárico iniciar programas de capacitación técnica continua sobre el manejo de software de diseño asistido y sistemas de guía satelital. Es fundamental que el productor comprenda que la inversión en tecnología de precisión

REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER
(ISSN-L): 2959-4308
Volumen N° 11 agosto año 2025
transdisciplinariadelsaber@gmail.com





debe acompañarse de un cambio en la cultura de gestión, priorizando el mantenimiento preventivo de la infraestructura predial según los diseños topográficos generados. Asimismo, se sugiere establecer alianzas estratégicas con instituciones académicas y organismos del Estado para facilitar el acceso al financiamiento de equipos de nivelación láser y GPS, garantizando que los pequeños y medianos productores no queden excluidos de la innovación tecnológica.

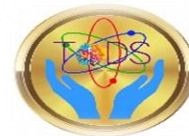
Por último, se exhorta a la comunidad científica a profundizar en investigaciones que cuantifiquen el impacto ambiental a largo plazo de la agricultura de precisión, específicamente en la reducción de la huella hídrica y la optimización de agroquímicos en el cultivo de arroz. Es recomendable replicar este modelo de Investigación Acción Participativa en otras zonas arroceras del país para validar la escalabilidad de la metodología empleada. La creación de una base de datos georreferenciada a nivel regional permitiría una planificación macroeconómica más precisa, orientando las políticas públicas hacia una agricultura inteligente que responda a los desafíos del cambio climático y garantice la seguridad alimentaria nacional de forma sostenible y eficiente.

Referencias Bibliografías

- Blackmore, S. (2007). *The Role of Yield Maps in Precision Agriculture*. 1st edn. Milton Keynes: Precision Agriculture Research Group.
- Bragachini, M., Scaramuza, E. y Progetti, E. (2006). *Agricultura de Precisión: el uso del GPS en la maquinaria agrícola*. Manfredi, Córdoba: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/agricultura-de-precision> (Consultado: 22 de mayo de 2024).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta edn. México D.F.: McGraw-Hill Education.
- Ibarra, P. (2012). *Agricultura de Precisión*. 1ra edn. México: Editorial Trillas.
- Leal, J. (2012). *La autonomía del sujeto investigador y la metodología de la investigación*. 5ta edn. Valencia: Azul Intenso Editores.
- Mejías, J. (2019). *Diseño de cuestionarios y creación de escalas uso de EQS en las ciencias económico-administrativas*, Universidad de Guadalajara, México.

REVISTA TRANSDISCIPLINARIA DEL SABER
(ISSN-L): 2959-4308
Volumen N° 11 agosto año 2025
transdisciplinariadelsaber@gmail.com





Nemenyi, M., Mesterházi, P., Pecze, Z. y Stépán, Z. (2003). 'The role of GIS and GPS in precision agriculture', *Computers and Electronics in Agriculture*, 40(1-3), pp. 45-55. doi: 10.1016/S0168-1699(03)00010-3.

Okuda, M. Gómez, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, Volumen (1), Pág. 118-124

Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo: cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf>

Sánchez, L. (2014). *Pionera en agricultura de precisión*. Agropetrolero. Disponible en: <https://agropetroleros.wordpress.com/2014/10/29/pionera-en-agricultura-de-precision/>

Semblanza del perfil del Autor

Leonardo Alfonso Pacheco González

C.I. N° 11.035.907

Ing. Agrónomo: mención producción vegetal (UNERG). T.S.U Química (UPTRANS). Trabajo como administrativo en los laboratorios de suelo, entomología, fitopatología y fisiología vegetal de la Universidad Politécnica Territorial de Los Llanos Juana Ramírez núcleo Calabozo desde noviembre del 2001. Soy docente en suelo, agrología y textiles y leguminosas en la Universidad Rómulo Gallegos núcleo Calabozo 2023.

ORCID iD: 0009-0003-2092-8391

Correo: pachecochita44@gmail.com
pachecochita1@hotmail.com

