

Atagua



ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA

1ra. EDICIÓN

2024



www.atagua.org





Uniformidad en la Maduración

No tiene efecto residual



Aumenta la concentración de azúcar

Cuenta con LMR de exportación



Tecnologías de guiado automático y corrección de Señal GNSS RTK en el Cultivo de Caña de Azúcar.

Entrevista a la Licda. Andrea Bolaños

1er. Seminario de riego sostenible y 2do. Simposio de recursos hídricos renovables

Innovaciones para la gestión del agua en la agricultura y políticas para su fomento

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Ronald Giovanni Pocasangre García Ingenio Magdalena	Presidente
Licda. Wendy Alejandra Del Cid Lemus Ingenio La Unión	Vicepresidenta
Ing. Amy Guicela Molina Estrada ICC	Tesorera
Ing. Raísa Alejandra Vega Manzo. CENGICAÑA	Protesorera
Ing. Mario Rafael Sagastume Moreira CENGICAÑA	Secretario
Ing. Oscarrené Villagrán Calderón Ingenio Trinidad	Prosecretario
Ing. Erick Francisco Castillo Ingenio Palo Gordo	Vocal I
Ing. Carlos Fernando López Bautista Ingenio Magdalena	Vocal II
Ing. Raúl Estirling Barneond Bolaños Ingenio Palo Gordo	Vocal III
Ing. Marco Roberto Cancino Avalos Ingenio Santa Ana	Vocal IV
Ing. Guillermo Rafael Méndez Ingenio La Unión	Vocal V

Ronald Pocasangre, Director Editorial

Estimados lectores y colaboradores de la revista técnica del cultivo de caña de azúcar:

Es un honor dirigirme a ustedes en esta primera edición del 2024. Esta revista representa un hito significativo, no solo por ser la primera publicación de la actual junta directiva, sino también por el compromiso renovado que tenemos hacia el avance y la excelencia en las diferentes actividades.

Desde sus inicios, nuestra revista ha sido un faro de conocimiento y un punto de encuentro para expertos y profesionales dedicados al estudio y la práctica de la producción de caña de azúcar, así como también un canal para promocionar diferentes productos que las casas comerciales tienen para apoyar a la agroindustria. Hoy más que nunca, reafirmamos nuestro compromiso de seguir siendo una plataforma indispensable para la difusión de investigaciones científicas, innovaciones tecnológicas y mejores prácticas agrícolas e industriales.

Como nueva junta directiva, tenemos una visión clara y ambiciosa para el futuro de esta publicación. Nos comprometemos a no solo mantener los altos estándares establecidos, sino también a elevarlos aún más. Queremos que esta revista sea reconocida no solo por la calidad de sus contenidos científicos y técnicos, sino también por su capacidad para inspirar y catalizar el progreso en toda la industria de la caña de azúcar.

A lo largo de estas páginas, encontrarán una selección de artículos que abarcan aspectos como producción, productividad y sostenibilidad; pues entendemos que el nuevo modelo productivo debe abarcar estos aspectos. También encontrarán reseñas de las diferentes actividades que hemos realizado a la fecha. El objetivo es ofrecerles a ustedes, nuestros valiosos lectores, información relevante y de vanguardia que pueda impactar positivamente en sus prácticas y decisiones.

Además, estamos emocionados de anunciar que estamos planificando una serie de eventos técnicos y científicos que servirán como plataformas ideales para el intercambio de ideas y experiencias entre investigadores, profesionales del sector, en las cuales todos los que tengan a bien querer participar como comité organizador, podrán hacerlo. Estos eventos no solo fortalecerán nuestra comunidad, sino que también abrirán nuevas oportunidades para la colaboración y el desarrollo conjunto.

En este punto resalto, la valiosa participación del Comité de Riegos de la agroindustria azucarera en la organización del 1er. Seminario de Riego sostenible y 2do. Simposio del Recurso hídrico de la costa sur y los insto a continuar participando activamente en beneficio de esta comunidad. También agradezco el apoyo activo de grupo Hame, Cengicaña e ICC por su activa participación en la organización y en las ponencias de dicho evento. Esta integración de diferentes actores permite no solo tener eventos de mejor calidad sino crecer el ecosistema que permita la entrega del valor que todos esperamos de cada evento. Por último, no por eso menos importante, agradecemos todo el apoyo de las diferentes personas individuales y comerciales, que han participado como ponentes, asesores y patrocinadores.

Finalmente, queremos invitarlos a todos a participar activamente en esta nueva etapa de la revista, la cual estará en una etapa de iteraciones hasta alcanzar el objetivo planteado. Sus contribuciones, ya sean artículos científicos, reportes técnicos o reflexiones sobre los desafíos y oportunidades que enfrenta nuestro sector, son fundamentales para enriquecer contenido y el impacto de nuestra publicación. Así como la facilidad de promocionarse para analizar una forma de generar el valor que los lectores están esperando.

En nombre de la junta directiva y de todo el equipo editorial, les agradecemos por su continuo apoyo y compromiso con la excelencia. Estamos emocionados por el futuro que construiremos juntos a través de esta revista técnica del cultivo de caña de azúcar.

¡Que disfruten de esta edición y que sigamos avanzando hacia un futuro más próspero y sostenible para nuestra industria!



Portada: Collage de fotos de actividades ATAGUA



Km. 92.5 Carretera al Pacífico
Sta. Lucía Cotzumalguapa,
Escuintla · Guatemala

(502) 5517-3978 / (502) 4295-4828

administracion@atagua.org

Secretaria@atagua.org

ARTÍCULO DE CAMPO

Tecnologías de guiado automático y corrección de Señal GNSS RTK en el Cultivo de Caña

Por:
Edín Galindo, Rodolfo Lara,
Guillermo Mendez y Wilintón
Hernández **

Ingenio La Unión, Santa Lucía
Cotzumalguapa, Escuintla,
Guatemala C.A.

R E S U M E N

El sistema de piloto automático haciendo uso de señal GNSS RTK, permite que los tractores y maquinaria agrícola sean guiados de manera automática a lo largo de los surcos, minimizando los errores de solapamiento y asegurando una distribución uniforme de los insumos agrícolas. Esto no solo reduce el tiempo y el trabajo requerido para llevar a cabo las labores agrícolas, sino que también optimiza el uso de recursos como fertilizantes y pesticidas, contribuyendo así a la sostenibilidad y rentabilidad de la industria de la caña de azúcar.



- GNSS
- RTK

INTRODUCCIÓN

En un mundo en constante evolución, la capacidad de innovar se ha convertido en un factor crucial para el éxito y la sostenibilidad de las organizaciones. En este contexto, Ingenio La Unión se destaca como un referente en el ámbito de la industria azucarera, no solo por su producción de azúcar y derivados, sino también por su arraigada cultura de innovación.

Hace más de una década, Ingenio La Unión dio sus primeros pasos en el campo de la agricultura de precisión, área dirigida a mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de sus operaciones agrícolas, así como a garantizar la calidad y la rentabilidad de sus productos finales mediante la implementación de tecnologías geoespaciales como la teledetección satelital, drones, SIG (Sistemas de Información Geográfica), sistemas de posicionamiento

por satélite (GNSS), Inteligencia Artificial, IoT (Internet of Things), piloto automático y señal RTK (Real Time Kinematic).

En el sector agrícola moderno, la tecnología es fundamental para mejorar la productividad. La adopción de sistemas de piloto automático RTK en tractores agrícolas a tenido un impacto positivo en el proceso.

En el año 2017, se inició la instalación de pilotos automáticos marca Trimble en tractores conectados con antenas móviles GNSS, con el objetivo de mejorar la precisión en el proceso de preparación de suelo y cosecha.

Durante el año 2018, Ingenio La Unión fue el primer ingenio en utilizar una torre para aumentar el alcance de la señal RTK, esta torre se encontraba ubicada en la finca Tierra Buena, con 30 metros de altura, se logró

instalar una antena transmisora 450 a 470 MHz de bajo alcance conectada con cable coaxial hacia un radio transmisor 450, resguardado en conjunto con el receptor GNSS en una caja de plástico, con esta estructura se lograba un alcance aproximado de la señal 5 km de radio.

En 2019, Ingenio La Unión comenzó a construir las primeras torres arriostrada RTK de 36 y 42 m de altura, estructuradas para soportar una antena de alta ganancia 450 a 470 MHz conectada con cable coaxial hacia el radio 450, resguardado con el receptor GNSS en casetas formales de block. El alcance de la señal de radio, que opera en una frecuencia de 450 MHz a 470 MHz, abarca aproximadamente 15 km de radio, con la posibilidad de instalarles amplificadores de señal.

En la actualidad se están utilizando 30 pilotos automáticos en el proceso de cosecha mecanizada y 45 pilotos automáticos distribuidos en tractores para distintas labores agrícolas como resiembra, surcado, preparación de suelo, brechas de riego, fertilización y aplicación de agroquímicos, así mismo se han construido 8 torres GNSS RTK, distribuidas en las 19,080 ha pertenecientes a ingenio La Unión, formando parte de la red GNSS RTK de los ingenios de la agroindustria azucarera de Guatemala, la cual es coordinada por Cengicaña. Esta red reúne 26 estaciones de referencia que reciben las señales de los satélites GNSS (Global Navigation Satellite System), las cuales calculan las correcciones necesarias para mejorar la precisión del posicionamiento de la maquinaria agrícola con errores inferiores a $\pm 2,5$ cm.

Este informe examina en detalle los componentes, funcionamiento y beneficios de los pilotos automáticos RTK en el cultivo de caña de azúcar.

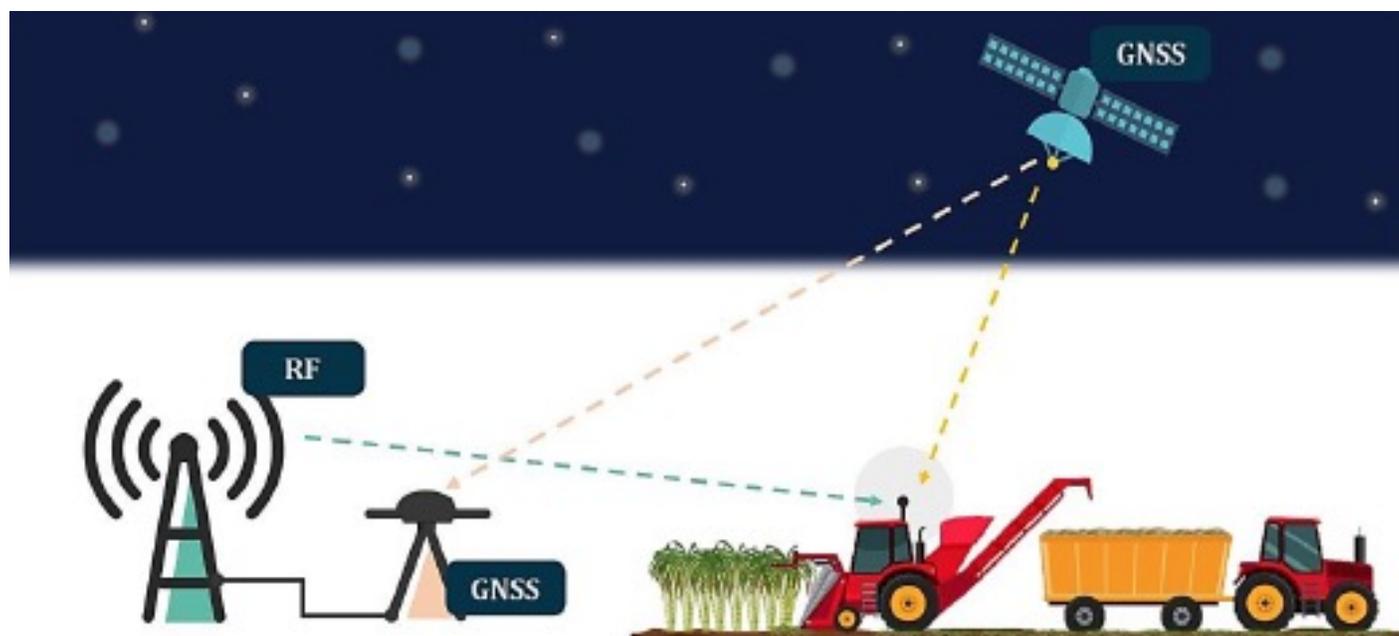


FIGURA 1: Ilustración del sistema GNSS RTK en maquinaria agrícola

Fuente: Ilustración sistema RTK, agricultura de precisión

6 SISTEMA GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM)

GNSS RTK es una forma de obtener información de ubicación muy precisa de los satélites en tiempo real. GNSS significa Sistema Global de Navegación por Satélite e incluye diferentes sistemas como GPS (USA), GLONASS (Rusia), Galileo (EU) y BeiDou (China).

RTK utiliza datos de una red de estaciones fijas que conocen sus posiciones exactas y envían correcciones para señales de satélite. Un receptor móvil, como un instrumento topográfico o tractor con navegador, puede usar estas correcciones para calcular su propia posición precisa en relación con las estaciones fijas.



► FIGURA 2: Sistemas satelitales que componen el sistema GNSS

Fuente: Centro Galileo

Diferencia entre el posicionamiento RTK y el GNSS estándar

El posicionamiento RTK (Cinemática en tiempo real) y el GNSS (Sistema global de navegación por satélite) estándar son dos técnicas para obtener información de posición de sistemas basados en satélites. Se diferencian en los siguientes aspectos:

Precisión:

El posicionamiento GNSS estándar, también conocido como posicionamiento independiente o de punto único, proporciona una precisión posicional del orden de varios metros. Esto es adecuado para muchas aplicaciones generales, como navegación, seguimiento y servicios basados en la ubicación (6)

RTK es una técnica GNSS diferencial que proporciona una precisión posicional del orden de centímetros. Esto es necesario para aplicaciones que necesitan una mayor precisión, como topografía, construcción, agricultura, logística, robótica y navegación de vehículos autónomos. (6)

El posicionamiento GNSS estándar determina la posición del usuario midiendo el tiempo de vuelo de las señales de los satélites al receptor. La precisión de este método está influenciada por varios factores, como los errores del reloj del satélite, los retrasos atmosféricos y los errores de trayectos múltiples. (6)

RTK mejora la precisión del posicionamiento GNSS mediante el uso de una red de estaciones de referencia fijas con posiciones conocidas. Estas estaciones observan continuamente las señales de los satélites y calculan las correcciones de los errores mencionados anteriormente. Un receptor RTK móvil aplica estas correcciones en tiempo real para mejorar su precisión posicional (Figura 3).

La principal diferencia entre RTK y el posicionamiento GNSS estándar es que RTK logra mayor precisión con correcciones en tiempo real de las estaciones de referencia, mientras que el posicionamiento GNSS estándar depende solo de las señales de los satélites y proporciona información menos precisa. (7)

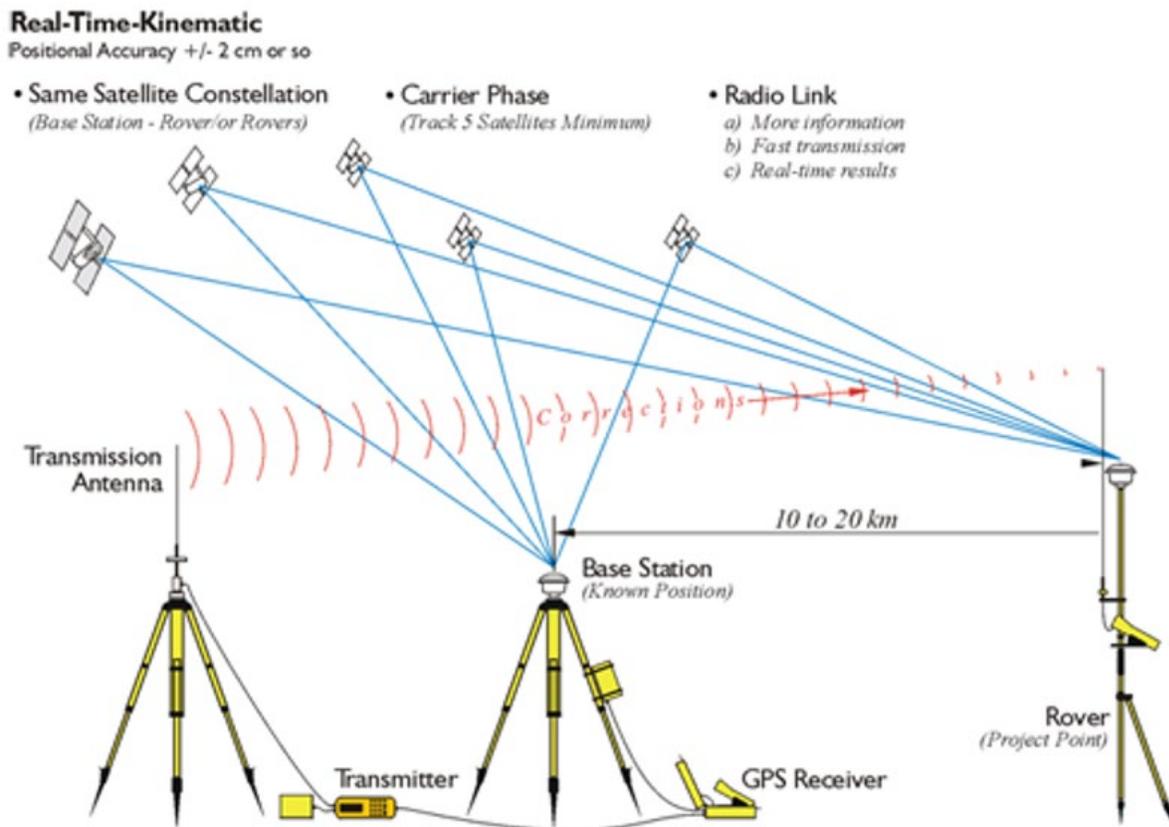


FIGURA 3: Componentes sistema GNSS RTK

Fuente: GPS for land surveyors (3)

Componentes de un sistema RTK

RTK (cinemática en tiempo real) requiere componentes de hardware específicos para permitir un posicionamiento de alta precisión. Se describe de forma general los requisitos base.

Hardware:

- **Receptor GNSS:** un receptor compatible con RTK que puede procesar señales de satélite y datos de corrección. Debe admitir múltiples constelaciones GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) y puede ser de frecuencia única, frecuencia dual o frecuencia múltiple, y esta última proporciona un mejor rendimiento.
- **Antena:** una antena de alta calidad que puede recibir señales de satélite con una mínima interferencia y errores de trayectos múltiples. Debe coincidir con las bandas de frecuencia admitidas por el receptor y los requisitos de la aplicación.
- **Estación Base:** Una estación de referencia fija o acceso a una red de estaciones de referencia. Debe tener una posición conocida y estar equipado con un receptor y una antena compatibles con RTK para transmitir datos de corrección en tiempo real.
- **Comunicación de datos:** un método para transmitir datos de corrección desde la estación base al receptor móvil (Rover) en tiempo real. Pueden ser módems de radio, módems celulares o soluciones basadas en Internet como NTRIP (Transporte en red de RTCM a través del Protocolo de Internet) (3).

Componentes de una estación base móvil GNSS RTK

Las estaciones bases móviles RTK se coloca directamente en campo, está compuesta por un trípode, un receptor GNSS AG542, una antena GNSS, un radio transmisor TDL y una antena de radio 450 – 470, baterías de larga duración que garantizan más de 12 horas de funcionamiento independiente (Figura 4).

Componentes de una estación base en torre GNSS RTK

Las estaciones GNSS RTK, están compuestas por un receptor GNSS AG542, una antena GNSS, un radio transmisor TDL, baterías de larga duración integradas que garantiza más de 12 horas de

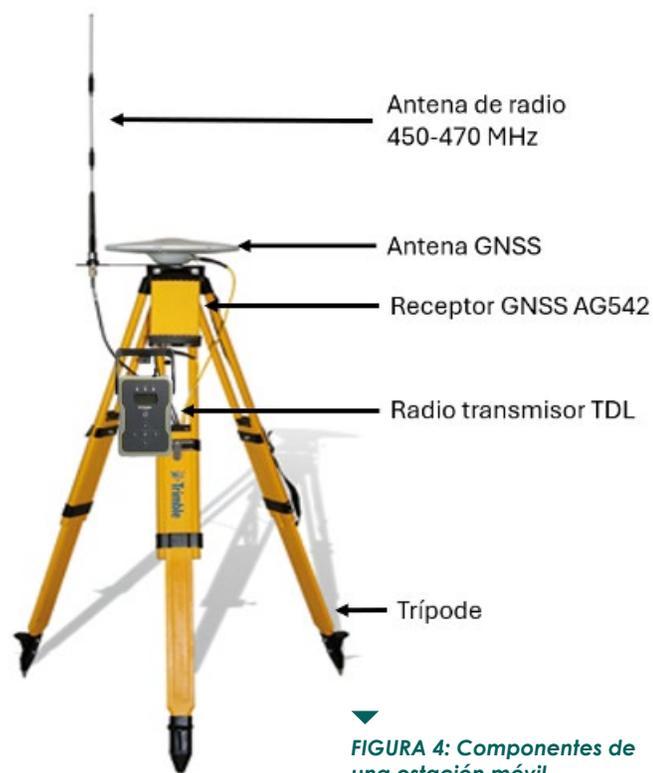


FIGURA 4: Componentes de una estación móvil

Fuente: Elaboración propia, ILU

funcionamiento independiente, acceso a energía 110 v nacional o energía obtenida con paneles solares, antena de radio 450 – 470 de alta ganancia localizada en una torre que puede oscilar entre 36 a 42 m de altura (Figura 5).

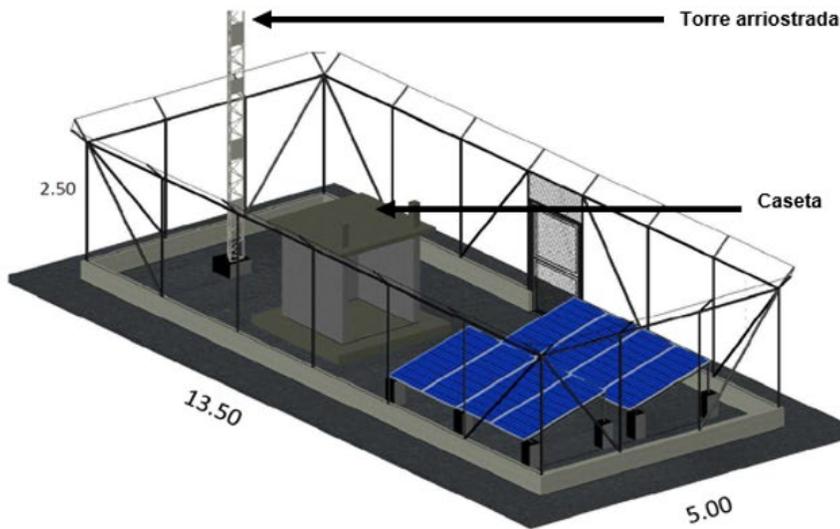
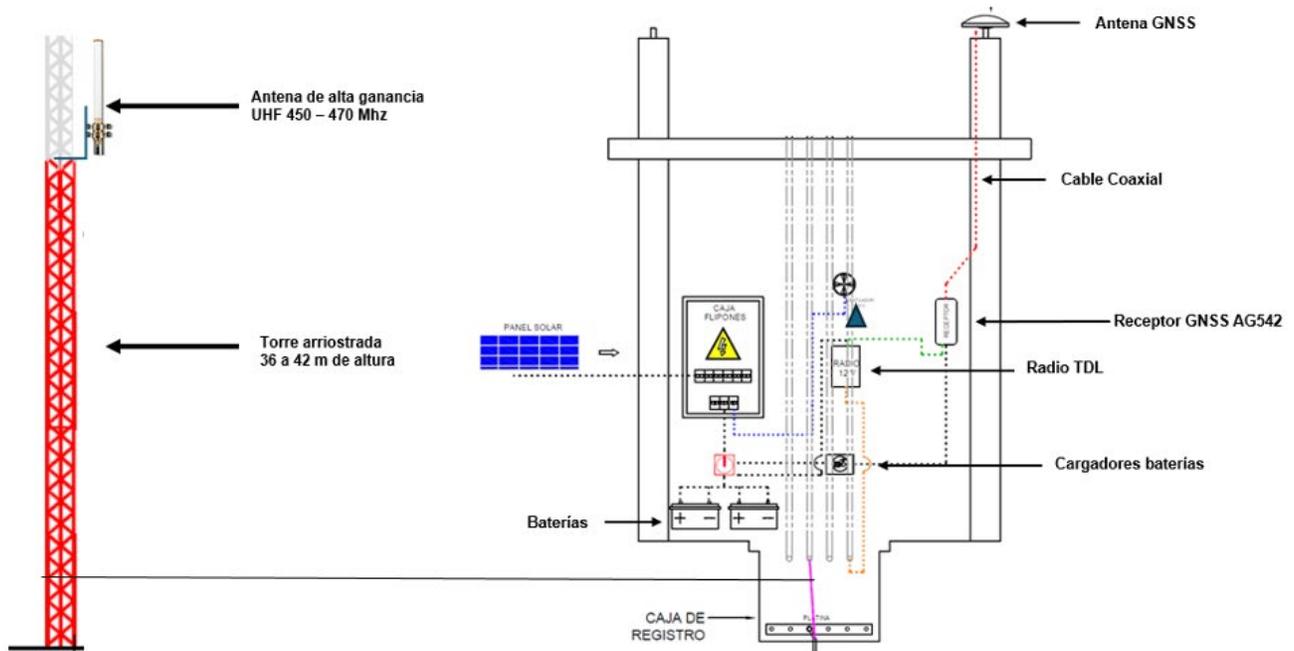


FIGURA 5: Componentes y estructura de una torre GNSS RTK

Fuente: Elaboración propia, ILU



- Capacidad de transmisión: 430 a 470 MHz.
- Separación entre canales: 12,5 o 25 KHz.
- Receptor GPS L1/L2 en 24 canales.
- Soporta un número ilimitado de vehículos adaptados a RTK.
- Alimentación 9 V a 30 V CC con protección frente a sobretensiones.
- Rango de funcionamiento de -40°C a $+65^{\circ}\text{C}$
- Estándar de transmisión de señal de corrección: RTCM, CMR +

Funcionamiento de RTK en una estación base

Un receptor RTK tradicional (como el que puede estar instalado en un tractor o en una sembradora de precisión) recibe la corrección de una sola estación base de referencia. Esta puede estar situada en una posición permanente una torre arriostrada (Figura 5) o puede situarse temporalmente en el campo cerca de donde se vaya a necesitar cada día (Figura 4). El principio de funcionamiento siempre es el mismo: se coloca la estación base en un punto conocido y se envían correcciones a los receptores móviles (vía radio o enlaces GSM) (1). Hay tres reglas en el intercambio de mensajes entre el receptor móvil y la estación base:

- 1) Tanto el receptor como la estación base están observando el movimiento del mismo conjunto de satélites GPS.
- 2) La estación envía al receptor tanto su posición como toda la información de los satélites.
- 3) El receptor combina toda la información para calcular la posición RTK corregida.

Los últimos desarrollos en los algoritmos de cálculo de la posición mediante RTK permiten al receptor móvil situarse hasta a 30 km de la estación base. La pérdida de precisión con el aumento de la distancia a la estación de referencia RTK se debe fundamentalmente a los cambios en las condiciones atmosféricas: según aumenta la distancia, la atmosfera entre ambos se hace más y más diferente, y los algoritmos de cálculo no son capaces de resolver las ambigüedades (Figura 6). En el caso de usar un "clúster RTK" o conjunto de estaciones base, el receptor recibe la señal de corrección solo de aquella que este más cerca en cada momento. (1)

Funcionamiento de una red RTK

Una red RTK requiere un mínimo de cinco estaciones base (no hay máximo) situadas a unos 15 a 30 km de distancia entre sí. Normalmente son estaciones fijas y forman el corazón de la red RTK. El objetivo principal de una red RTK es minimizar la pérdida de precisión debida a la distancia a la estación base (1).

FIGURA 6: Corrección RTK GNSS

Fuente: Elaboración propia, ILU

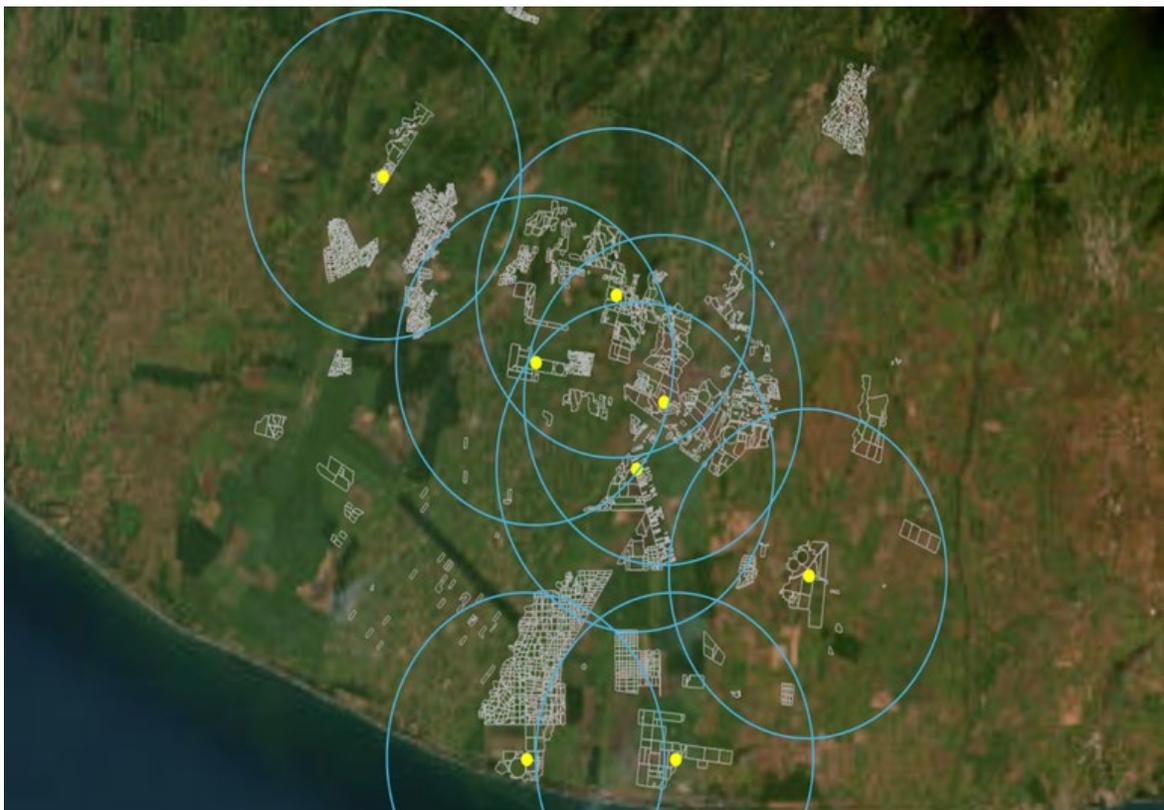
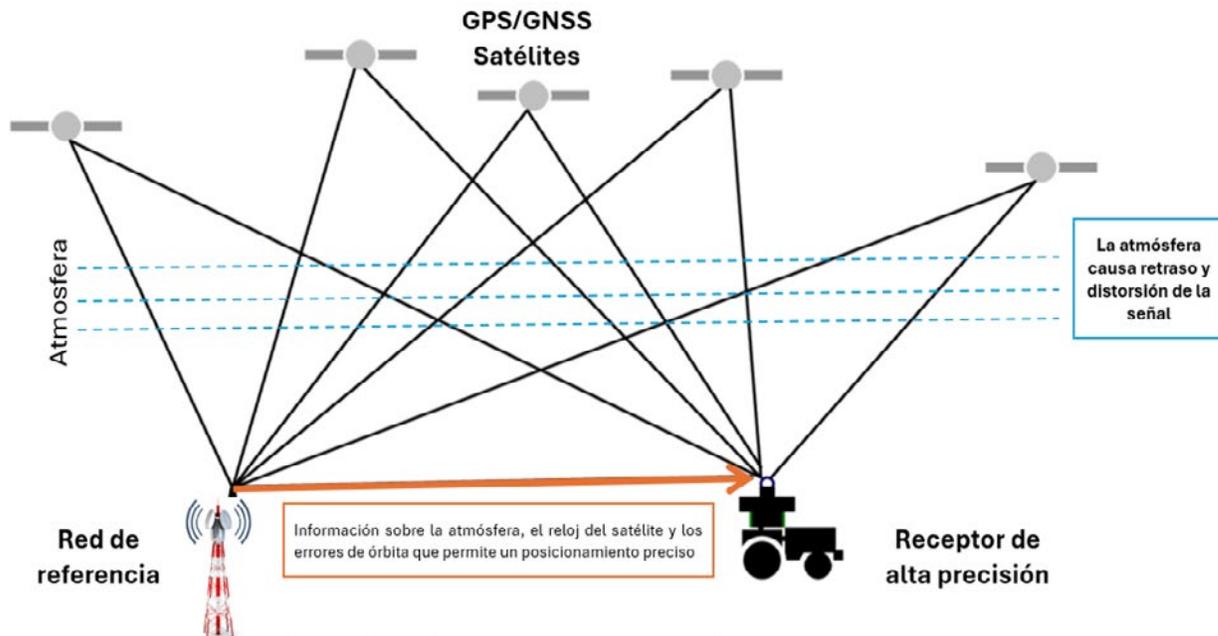


FIGURA 7: Distribución espacial de 8 torres RTK (15km de radio) ingenio La Unión 2024

Fuente: Elaboración propia, ILU

12 Descripción de un sistema de guiado o piloto automático GNSS RTK en maquinaria agrícola

En el contexto de tractores y maquinaria agrícola, un piloto automático es un sistema que automatiza ciertas funciones de dirección del tractor durante la operación en el campo. Estos sistemas utilizan tecnología GNSS y otros sensores para mantener la dirección del tractor en línea recta o seguir una trayectoria predeterminada sin intervención manual del operador.

El piloto automático en tractores puede ofrecer varias funciones, incluyendo:

- 1) Dirección asistida:** Ayuda al operador a mantener el tractor en línea recta mientras trabaja en el campo, reduciendo la fatiga y mejorando la precisión en la siembra, la pulverización o el laboreo.
- 2) Guiado paralelo:** Permite al operador del tractor seguir líneas paralelas precisas, lo que es útil para realizar tareas como la siembra de cultivos en hileras o la aplicación de fertilizantes.
- 3) Guiado curvilíneo:** Permite al tractor seguir una trayectoria curva predeterminada, útil en campos irregulares o alrededor de obstáculos. (5).

Clasificación de sistemas de auto guiado o piloto automático

En la actualidad existen diferentes tipos de autoguiado los cuales pueden variar dependiendo el tipo de maquina agrícola (tractor o cosechadora), así mismo la marca del tractor y la potencia influyen en los componentes del piloto automático. Se clasifican principalmente en asistidos e integrados. En los primeros encontramos un motor eléctrico que desplaza el volante para ajustarse a una consigna de rumbo, mientras que los integrados actúan directamente a nivel de la dirección hidrostática, sobre el orbitrol, a partir de la información de un sensor angular de rueda (2).

Se muestra un ejemplo de 2 versiones del piloto automático accuguide (CASEIH) el cual está compuesto de forma general por los siguientes elementos: Antena GNSS, navegador, radio, antena 450-470 MHz, autosense, interfaz del vehículo y pantalla pro 700 (Figura 8 y 9), existen otros tipos de sistemas de autoguiado los cuales han sido desarrollados por varias empresas cambiando la estructura de sus componentes.

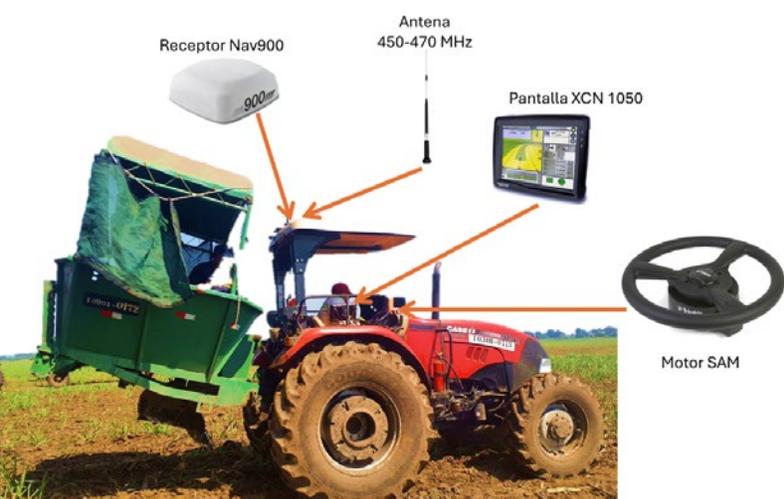


FIGURA 8: Componentes de un sistema de guiado asistido o eléctrico Fuente: Elaboración propia, ILU

Sistemas de guiado asistido o eléctrico:

Este piloto automático tiene facilidad para pasarlos de un tractor a otro, es decir, que un mismo equipo se puede instalar en más de un tractor para usarlo de forma alternativa. Tienen el inconveniente de que la corrección de la posición es detectada solo por el desplazamiento del vehículo a través de su antena receptora, por lo que necesitan cierta velocidad mínima en la utilización del tractor para que con su movimiento puedan conocer y corregir la dirección de este.

Actúa directamente sobre el sistema hidráulico del tractor sin intervenir en el volante de dirección. Suelen ir equipados de sensores de posición en las ruedas directrices los que les permite una capacidad predictiva de la posición del tractor previa al desplazamiento permitiendo bajas velocidades. Incorporan un conjunto de mecanismos de instalación permanente, como tuberías de aceite, electroválvulas, etc., por lo que no son traspasables de un tractor a otro salvo mediante operación de alto coste e inviable. A cambio tienen una alta precisión durante el proceso de trabajo. De todo lo anterior podemos deducir que la forma de guiar al tractor mediante la recepción de una señal tiene distintos niveles de capacidad de precisión, unas veces por la habilidad del conductor en el caso de los sistemas de guiado manual y otras por la capacidad de conducir de los sistemas de auto guiado.

FIGURA 9: Componentes de un sistema de guiado integrado o hidráulico

Fuente: Elaboración propia, ILU



Descripción de los componentes generales de un sistema de guiado GNSS:

- 1) Un sistema de posicionamiento GNSS (global navigation satellite system).
- 2) Un sensor que determina la desviación de la ruta marcada y envía una señal a un controlador.
- 3) Un controlador que envía una señal de corrección a un actuador.
- 4) Un actuador que modifica la dirección del vehículo. (Piloto hidráulico)
- 5) Motor Driver instalado en el timón del tractor. (Piloto Eléctrico)
- 6) Monitor o pantalla táctil
- 7) Antena UHF 450 – 470 MHz (5)

1) Receptor GNSS (Antena)

Proporciona a la pantalla de guiado la señal recibida de los satélites y la corrección RTK de las señales procedente de un servicio seleccionado.

2) Sensor de posición (Autosense)

Calcula el ángulo de dirección de la rueda del tractor en cualquier terreno y envía la información al controlador (NAV II/III).

3) Controlador (NAV II/III)

El controlador de navegación recibe información de las líneas de orientación y compensa la posición correcta del vehículo respecto a la formación de las antenas DGPS, comanda las válvulas de dirección para la derecha o para la izquierda manteniendo la línea central de orientación deseada del vehículo y retroalimentando la posición del sensor de dirección.

También recibe la señal del interruptor activado, sensor de desenganche, sensor de presencia del operador y/o sensor de líneas de la plataforma.

4) Actuador (Interfaz del vehículo)

Recibe las instrucciones de conducción enviadas por el sistema de navegación encargado de controlar la dirección del vehículo. La máquina está dirigida automáticamente a través del circuito de dirección hidráulica. El control manual de la máquina se puede recuperar en cualquier momento con solo girar el volante, este sistema lo poseen únicamente los sistemas autoguiados hidráulicos.

5) Driver (Motor SAM200)

El sistema de dirección eléctrico, manos libres y automatizado, de fácil instalación en la columna de dirección, ofrece una dirección de alta precisión a nivel de piloto automático. Motor Drive controla tractores y máquinas cosechadoras sin componentes hidráulicos con una precisión RTK.

6) Monitor táctil de cabina (XCN 1050, XCN 2050)

Es una pantalla que posee la interfaz para que el operador pueda controlar y monitorear el sistema de direccionamiento automático incluyendo:

- Ajustes base
- Configuraciones
- Calibraciones
- Operación

Antena UHF 450 – 470 utilizada para comunicarse con una base RTK.

Seguridad al utilizar piloto automático

En cuanto a los aspectos de seguridad cabe mencionar los procedimientos de desconexión del sistema de guiado. El operador puede desconectar el sistema actuando sobre el icono correspondiente en la consola o actuando directamente sobre el volante con una fuerza superior a 111 N (la ISO 10998 Agricultural tractors Requirements for Steering establece el límite de 250 N). Además, se incorporan una serie de procedimientos automáticos basados en diferentes eventos, como que se detecte un fallo en las comunicaciones o se produzcan valores anómalos en los parámetros de funcionamiento (voltaje, temperatura, etc.), que la velocidad exceda un límite o caiga por debajo de un umbral, que el operador no ocupe su asiento durante un tiempo superior a un periodo prefijado (2).

Ajustes preliminares de la pantalla del sistema de autoguiado

Al iniciar el equipo a través de la pantalla XCN1050 o XCN2050 es necesario aceptar los términos de responsabilidad en el uso de los sistemas de autoguiado (Figura 10), para posteriormente acceder a una pantalla de trabajo en la que observamos el número de satélites accesibles, puede emplear simultáneamente GPS, Glonass, Galileo y BeiDou (Figura 11), la precisión, la velocidad real, el rumbo y la distancia a la línea de trabajo más cercana. La precisión de trabajo es seleccionable: RTK vía radio, RTK con módem GPRS, RTK con acceso a antenas virtuales. Nosotros hemos trabajamos fundamentalmente con corrección vía radio RTK (2).

Al inicio aparece en pantalla nos encontramos en un posicionamiento RTK flotante hasta que se resuelven las ambigüedades de precisión y pasa a la indicación de RTK fijo (± 2.5 cm). En este sistema nos encontramos conectados a una red RTK a la que se accede utilizando un radio 450 – 470 MHz (Figura 12).

El siguiente punto es la selección de la pantalla de dirección que puede ser a vista de pájaro o en 3D. En esta pantalla aparece claramente reflejado el norte geográfico. En esta imagen es posible superponer un proyecto con el número de líneas de trabajo dentro del perímetro de la parcela de manera que durante la labor dispondremos de información relativa al área total, área cubierta, productividad (ha/h), tiempo restante, notas personales, etc. Existen distintos tipos de rutas de trabajo seleccionables: líneas, curvas, pivót, curva adaptativa (copia la última línea) o patrón de tráfico controlado (Figura 13). En caso de disponer de un apero Isobus, el terminal virtual lo reconoce inmediatamente y aporta su información en pantalla. También puede mostrar cámaras de vídeo externas.

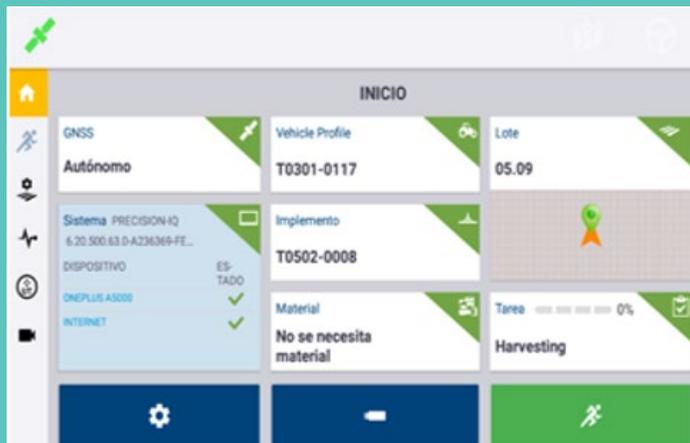
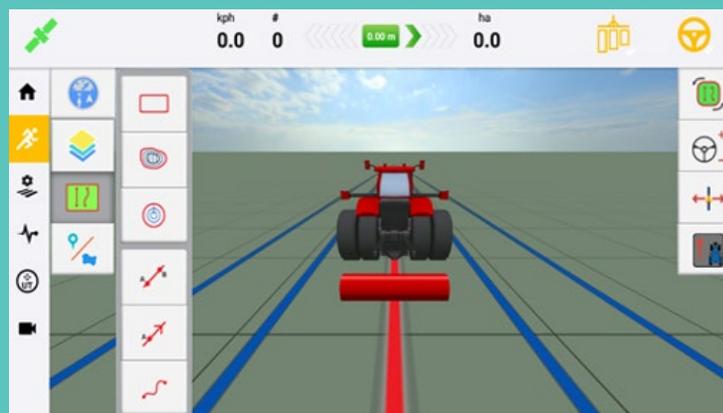


FIGURA 12: Corrección vía radio CMR, HDOP y YDOP



FIGURA 13: Rutas de trabajo seleccionables



Fuente: Elaboración propia pantalla piloto trimble ILU

Cuando en la pantalla el icono del volante aparece en blanco, esto indica que el sistema está preparado para funcionar, cuando está en verde el autoguiado está activo, y si aparece en rojo no está disponible, bien porque no se hayan realizado todos los ajustes necesarios (por ejemplo, la selección del controlador de velocidad), o bien porque no se disponga de la suficiente precisión. Entre los ajustes necesarios se encuentra la selección del perfil del tractor, de entre todos los definidos por el usuario.

Otro ajuste por seleccionar es el punto de enfoque (lejos o cerca), que indica la longitud al punto de referencia visual que, habitualmente, tiene un valor de 2.5 cm y refiere a la proyección del rumbo a esa distancia para cotejar el error previsible.

Calibración de sistema de autoguiada

Para el correcto funcionamiento de un sistema de autoguiado se ha de proceder a la calibración del sistema siguiendo un procedimiento asistido en fases que va apareciendo en pantalla. Se comienza con la calibración del sensor de dirección al es necesario realizar 3 giros (Derecha, Izquierda y centro), lejos de fuentes de alta tensión y de grandes objetos metálicos.

Esta calibración puede mantenerse durante meses dependiendo de las condiciones locales, especialmente en lo que atañe al paso cerca de fuentes de interferencia electromagnética elevada como las mencionadas anteriormente. El siguiente paso requiere avanzar en línea recta 100 m y guardar la calibración de la posición de dirección.

La última fase que se refiere a la corrección del error al trabajar con un sistema de autoguiado es la descripción de la geometría del tractor: batalla (frente de tractor), altura de la antena, radio dinámico de la rueda, descentrado de la antena respecto al eje longitudinal del tractor, distancia de la antena al eje trasero del tractor, así como la geometría del implemento: acople fijo o articulado, distancia respecto al tercer punto, descentrado, ancho de trabajo o apero y velocidad de respuesta que indica el retardo a la apertura y cierre en el caso de existir control por tramos (2).

Nuevamente siguiendo las instrucciones de la pantalla, se avanza en línea recta 70 m a 2 km/h donde se coloca una marca base de referencia y el sistema posteriormente realiza de forma automática dos trayectos de ida y vuelta para verificar que el error se encuentra dentro de la tolerancia (± 2.5 cm en el sistema RTK fijo). Este proceso se ejecuta en 20 minutos y, como hemos indicado, en ocasiones no ha de realizarse en meses.

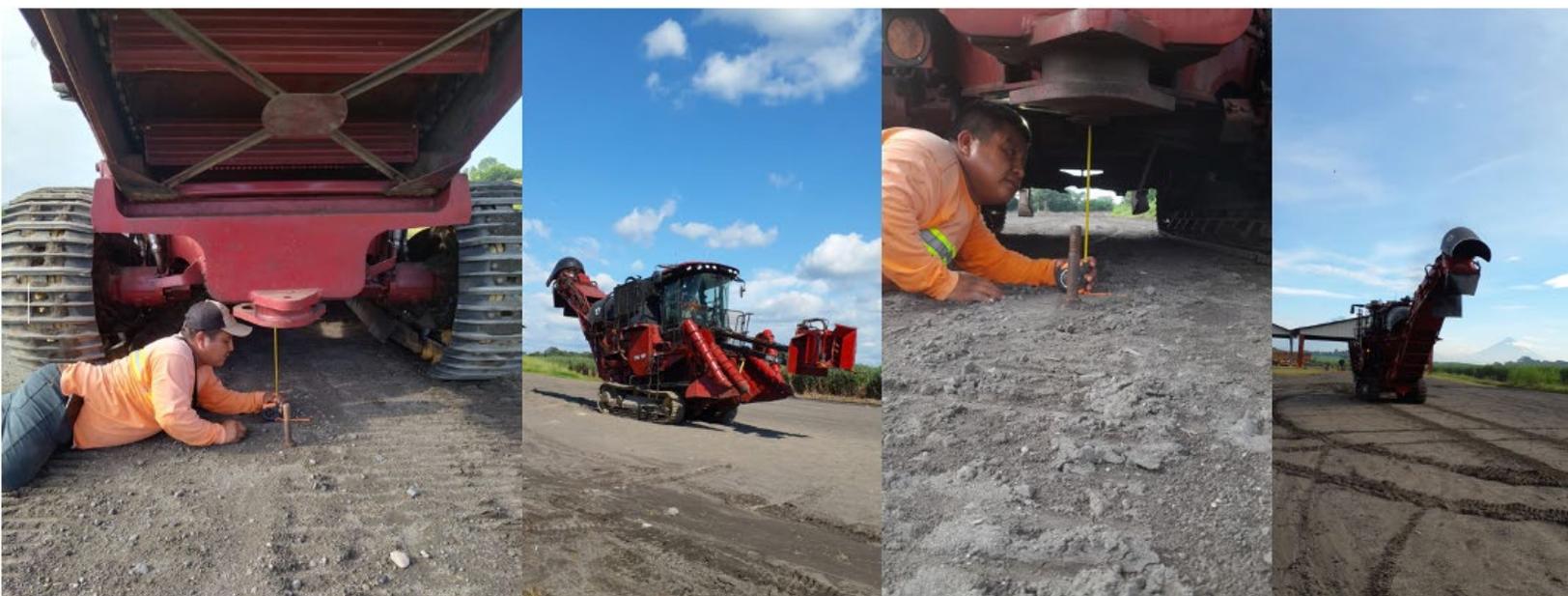


FIGURA 14: Proceso de calibración de sistema de autoguiado en cosechadora

Fuente: Elaboración propia, ILU

Trabajo de piloto automático en campo

Para iniciar el trabajo de campo en operación debemos mantenernos próximos a la línea de trabajo del sistema de dirección automático (el volante aparecerá en verde) y se recupera el control manual cuando se llega a las cabeceras.

En el trazado de líneas rectas vamos a apreciar fielmente, en la pantalla el error instantáneo como manualmente, que se encuentran dentro de la tolerancia. En este caso, el error se ajusta al máximo disponible según el nivel de precisión del sistema de guiado, en nuestro caso RTK fijo.

Al llegar a las cabeceras, la pantalla nos va indicando la aproximación a la siguiente línea de trabajo. En función de la mayor o menor apertura del giro, la siguiente línea será consecutiva o no, pero podremos observar en todo momento el área trabajada si seleccionamos el modo cobertura. La posibilidad de trabajar en líneas alternas es interesante en aquellos casos en los que el viraje resulte complejo, pues el tiempo accesorio se verá notablemente reducido aumentando la capacidad de trabajo efectiva del sistema. (2)

Utilidad del piloto automático en las principales actividades agrícolas

La principal ventaja del piloto automático en la agricultura es mantener la eficiencia, productividad y seguridad al mismo nivel durante toda la jornada laboral, reduciendo la fatiga del operario y permitiendo así que focalice su atención a otros puntos importantes de la labor que realiza. (9)

Surcado, siembra y resiembra semi – mecánica

En estas labores el piloto automático, le brinda al operario la posibilidad de tener mayor control en otros aspectos puntuales, como la observación en pantalla del correcto funcionamiento de la sembradora y el tractor. Le permite extender jornadas laborales hasta altas horas de la noche, donde la observación de la línea que deja el marcador sería muy difícil de observar.



FIGURA 15: Uso de piloto automático en proceso de surcado, siembra y resiembra

Fuente: Elaboración propia, ILU

Pulverización y fertilización

La inclusión de sistema de autoguiado automático en la aplicación de agroquímicos reduce el nivel de estrés del operador del equipo debido a que ya no necesita ir visualizando continuamente la barra de luces. El uso del piloto automático define claramente la aplicación, ya que no se observan zonas con sobre y sub-aplicación de productos.



FIGURA 16: Uso de piloto automático en proceso de pulverización y fertilización

Fuente: Elaboración propia, ILU

Cosecha

La utilización de pilotos automáticos en la cosecha convencional y en verde beneficia directamente al operario, ya que le permite trabajar más relajado, pudiendo prestar atención a otros puntos, como parámetros de control del sistema de corte y de la mecánica misma de la cosechadora. Con la utilización del piloto automático la cosecha se extiende hasta altas horas de la noche sin afectar la precisión de cada pasada. Además, de noche, la guía virtual del monitor orienta al operario en dónde debe entrar en la pasada siguiente cuando la máquina gira en cabecera y queda envuelta en una nube de polvo.



FIGURA 17: Uso de piloto automático en cosecha mecanizada

Fuente: Elaboración propia, ILU

CONCLUSIONES

El sistema GNSS RTK (Real-Time Kinematic) es una tecnología avanzada que permite lograr una precisión de posicionamiento centimétrica en tiempo real. Al combinar las señales de múltiples satélites GNSS con una estación base conocida, el sistema RTK calcula correcciones diferenciales que se transmiten al receptor móvil, transportado en un tractor, cosechadora o una estación Rover, para mejorar significativamente la precisión de su ubicación. Con respecto al sistema de autoguiado integrado o hidráulico tiene una potencia elevada, lo que le confiere una velocidad de respuesta significativamente mayor que los sistemas de autoguiado eléctrico.

El software de control de rutas permite programar de forma sencilla trayectorias lineales, curvas, curvas adaptativas y rutas de tráfico controlado, a partir de diseños ejecutados en AgroCAD. El procedimiento de calibración del sistema que incluye la verificación del sensor compás, es sencillo y dispone de un procedimiento guiado paso a paso para su realización en campo.

La precisión del autoguiado verificada a partir de los valores instantáneos en campo que se reflejan en el interfaz (acompañados de pequeñas verificaciones manuales) se aproxima a la tolerancia (± 2.5 cm) en trayectorias lineales incluso trabajando a velocidades superiores a 10 km/h. En las trayectorias curvas y con alta pendiente la precisión es menor (el error instantáneo puede multiplicarse por 10 o 15) cuanto más cerradas son las curvas y especialmente a velocidades elevadas (superiores a 10 km/h) debido a la corrección de rumbo requerida en pocos milisegundos. Por ello, la experiencia del operador a la hora de evaluar la calidad del trabajo es importante, así como disponer de parámetros de ajuste fino para la corrección del rumbo dentro de la línea, y de la agresividad en el acercamiento a la línea; estos parámetros son función del tipo de apero y de la velocidad a la que se realice la labor, y su efecto puede ser relevante según los casos.

El sistema de autoguiado con una precisión RTK de ± 2.5 cm, permite verificar aumentos de la eficiencia energética al minimizar solapamientos innecesarios, permitir in situ la supervisión de la cobertura y optimizar el número de líneas de cultivo para un mismo ancho de parcela.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Araguz, D. (2012). *Sistemas de asistencia a la conducción y de autoguiado*. Recuperado el 23 de abril de 2024, https://www.researchgate.net/publication/317956363_Sistemas_de_asistencia_a_la_conduccion_y_de_autoguiado
- 2) Barreiro, P. (2013). *Guiado hacia la agricultura de precisión*. Recuperado el 4 de mayo de 2024, de <https://oa.upm.es/32566/>
- 3) GPSgeometer. (2023). *GNSS RTK*. Recuperado el 25 de abril de 2024, de <https://gpsgeometer.com/es/blog>
- 4) GPS.gov. (s/f). *Understanding GPS*. Recuperado el 4 de mayo de 2024, de https://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_33/ourdev_584835O21W59.pdf
- 5) Romero, S. (2014). *Proyecto de aplicación informática para el análisis de la viabilidad de implantación de sistemas de guiado GNSS en tractores de ruedas*. Recuperado el 4 de mayo de 2024, <https://idus.us.es/handle/11441/49783>
- 6) Trimble. (s/f). *Real-Time Kinematic (RTK) GPS*. Recuperado el 3 de mayo de 2024, de <https://learn.trimble.com/learn/course/external/view/elearning/283/gnss-introduction-and-dgps-corrections>
- 7) Van Sickle, J. (2007). *GPS for Land Surveyors*. CRC Press. Recuperado el 4 de mayo de 2024, de https://www.google.com.gt/books/edition/GPS_for_Land_Surveyors/J0fLBQAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=inauthor:%22Jan+Van+Sickle%22&printsec=frontcover

- 8) Valero, Constantino. (2009). Avances en las tecnologías GPS: las redes RTK. Recuperado el 4 de mayo de 2024, de https://www.researchgate.net/publication/47901085_Avances_en_las_tecnologias_GPS_las_redes_RTK/citation/download
- 9) Villarroel, D. (s/f). Piloto automático en la agricultura. Recuperado el 2 de mayo de 2024, de <https://www.maquinac.com/wp-content/uploads/2015/10/El-Piloto-Autom--tico-en-la-Agricultura.pdf>
- 10) Yam, J. (2018). Efecto del sistema de guiado semi-automático en la trayectoria de un tractor agrícola. Recuperado el 1 de mayo de 2024, <https://www.researchgate.net/publication/325995633>



FORJANDO UN FUTURO SOSTENIBLE

Visión y retos de la sostenibilidad en el sector de la caña de azúcar

1. ¿Cómo ha sido su experiencia en estos meses como Gerente de Sostenibilidad de Asazgua?

Como Gerente de Sostenibilidad de Asazgua, mi experiencia en estos meses ha sido gratificante y desafiante a la vez. He tenido la oportunidad de liderar iniciativas significativas que promueven prácticas sostenibles en la Agroindustria de la Caña de Azúcar de Guatemala, al mismo tiempo que he podido disfrutar de los desafíos de este proceso de transformación.

2. ¿Cómo define la sostenibilidad?

La sostenibilidad, es la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Se trata de encontrar un equilibrio entre aspectos económicos, sociales y ambientales para asegurar un desarrollo armonioso y duradero.

3. ¿Cuál es la visión de Asazgua en cuanto a la sostenibilidad a largo plazo, y cómo se refleja esta visión en las estrategias y acciones actuales?

La visión de Asazgua es convertirse en un referente a nivel nacional y mundial en prácticas sostenibles. Esta visión se refleja en nuestras estrategias y acciones actuales mediante la implementación de programas y proyectos que abordan los desafíos ambientales, sociales y económicos de manera integral.



Andrea Bolaños, Gerente de Sostenibilidad de la Asociación de Azucareros de Guatemala y Directora de Fundazúcar, nos cuenta a través de una entrevista cómo ha sido este último año liderando el área social y cuáles son las iniciativas que vienen en los próximos meses. Nos sumergimos en su experiencia, visión y los proyectos que están moldeando el camino hacia un Guatemala más próspera y sostenible.

Entendemos nuestro papel como **generadores de oportunidades y prosperidad** para millones de personas en Guatemala

4. En su opinión, ¿cuál es el papel de la Agroindustria de la Caña de Azúcar en la promoción de prácticas sostenibles a nivel local y cómo trabaja Asazgua para liderar en este aspecto?

Nuestro sector es un actor clave en el desarrollo del país y por ello nuestra responsabilidad también es grande. Entendemos nuestro papel como generadores de oportunidades y prosperidad para millones de personas en Guatemala, pero también asumimos la responsabilidad de hacerlo liderando iniciativas que promuevan el desarrollo sostenible en las comunidades donde opera. Asazgua, en un trabajo conjunto con los ingenios, colabora estrechamente con diferentes actores para impulsar el cambio positivo en toda la cadena de valor de la caña de azúcar.

5. En el ámbito global ¿cuál es el detonante más importante que mueve a las empresas a tener un pensamiento integrado con enfoque en ser sostenibles?

A nivel global, el detonante más importante es la creciente conciencia sobre los impactos de las actividades humanas en el medio ambiente, que comprometen la disponibilidad de los recursos para las futuras generaciones. Así como la necesidad mundial de mejorar las condiciones de vida de millones de personas, generando oportunidades de crecimiento y desarrollo para todos. La presión de los consumidores, la regulación gubernamental y la necesidad de asegurar la viabilidad del negocio a largo plazo también juegan un papel clave en esta transformación hacia la sostenibilidad.

6. ¿Qué desafíos específicos enfrenta la Agroindustria de la Caña de Azúcar de Guatemala en términos de sostenibilidad, y cómo está abordando la asociación estos desafíos?

Nuestro sector enfrenta desafíos específicos en términos de sostenibilidad, como la gestión eficiente de los recursos naturales, la reducción de la huella de carbono y la promoción del desarrollo social en las comunidades cercanas a los ingenios. Abordamos estos desafíos mediante la implementación de programas de mejora continua, la adopción de tecnologías más limpias y la colaboración con diferentes actores para encontrar soluciones innovadoras y sostenibles.

7. ¿Podría compartir algún ejemplo concreto de cómo Asazgua colabora con diversas partes interesadas, incluyendo comunidades locales, gobiernos y organizaciones no gubernamentales, para promover la sostenibilidad en la Agroindustria de la Caña de Azúcar de Guatemala?

Un ejemplo concreto es nuestro programa de desarrollo comunitario. Trabajamos en estrecha colaboración con comunidades locales, gobiernos y organizaciones no gubernamentales para identificar las necesidades prioritarias y diseñar proyectos de agua y saneamiento que generen un impacto positivo en la calidad de vida de las personas y en el entorno ambiental.

Otro ejemplo, es como construimos la nueva estrategia de sostenibilidad (2023-2033) en donde se tuvo la oportunidad de involucrar a distintas partes interesadas para que la estrategia fuera integral y se incluyeran distintos puntos de vista.

8. ¿Qué iniciativas y proyectos vienen en los próximos meses y años enfocados en sostenibilidad dentro de Asazgua?

En los próximos meses y años, la Agroindustria de la Caña de Azúcar implementará una serie de iniciativas y proyectos, tales como la optimización de procesos para reducir el consumo de agua y energía, la promoción de buenas prácticas agrícolas, y el fortalecimiento de capacidades en las comunidades para enfrentar los desafíos del cambio climático.

9. ¿Cuáles son los beneficios más relevantes de los programas de sostenibilidad para la agroindustria?

Los principales beneficios que identificamos son la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de costos, el acceso a nuevos mercados y la contribución al bienestar de las comunidades como reducción en la desnutrición infantil y al cuidado del medio ambiente.



El jueves 14 de marzo se realizó la gira de campo 2024 en Finca San Ignacio, en donde se contó con la participación de 130 socios y diferentes casas comerciales. La actividad tuvo el propósito de realizar un intercambio de experiencias entre los socios para conocer de buenas prácticas que puedan replicar dentro de su área de trabajo.

En la primera parte de la gira se realizó un recorrido por diferentes estaciones en donde se conoció sobre el uso del balance hídrico, la utilización del piloto automático en la cosecha mecanizada y consideraciones para aplicar tasa variada y bajo volumen con dron.

Además, se contó con 10 parcelas demostrativas en donde los técnicos y profesionales de casas comerciales expusieron tratamientos eficaces para el control de malezas y uso de microorganismos. En este espacio los participantes lograron conocer de primera mano diferentes productos y compartir dudas con expertos en el campo, lo que facilitó un intercambio de conocimientos enriquecedor y una mayor comprensión de las técnicas y tecnologías disponibles para mejorar la gestión agrícola.

Al finalizar los participantes visitaron un área de stands donde diferentes casas comerciales (*Potenz Química, Duwest, Bayer, Inagro, Rainbow, Syngenta, Sediagro, Foragro, Agrocentro, Enlasa, Disagro, Expertos en Agro, S.A., Coguma, UPL, Tecún*) les ampliaron información de sus productos y servicios, se compartió un almuerzo y se entregó un reconocimiento al Ing. Gustavo Sagastume de Tecnología Agrícola por la apertura y buena disposición para realizar esta gira en sus instalaciones. No podía faltar la alegre convivencia, donde el propósito siempre es la integración.

¡Agradecemos a todos su participación para hacer de la gira de campo un evento propositivo y enriquecedor!





El dinamismo y la innovación son pilares fundamentales en el desarrollo de la industria azucarera guatemalteca. Con el propósito de continuar impulsando este espíritu de progreso, la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA) llevó a cabo con éxito la Gira de Fábrica el 21 de marzo en las instalaciones del Ingenio La Unión.

Durante esta jornada de aprendizaje y compañerismo, los participantes tuvieron la oportunidad de adentrarse en tres áreas clave que destacan por su relevancia e impacto en la producción azucarera:

1. Sistema de Limpieza en Seco

Uno de los puntos destacados de la gira fue la visita al innovador sistema de limpieza en seco de Ingenio La Unión. Los resultados y beneficios tangibles de esta tecnología fueron evidentes para todos los presentes, quienes pudieron apreciar de primera mano cómo esta innovación no solo optimiza los procesos de limpieza, sino que también contribuye significativamente a la calidad de la caña ingresando.

2. Centro de Coordinación Agroindustrial

El recorrido también incluyó una visita al Centro de Coordinación Agroindustrial, una plataforma que proporciona una vista centralizada de las operaciones del ingenio. Esta área, sin duda alguna, se establece como un pilar fundamental en la gestión integral del ingenio, permitiendo una supervisión y coordinación óptimas para maximizar la productividad y la eficiencia en cada etapa del proceso.



3. Tacho Continuo VKT

Otro punto culminante de la jornada fue la experiencia compartida sobre el Tacho Continuo VKT. Durante su primer año de instalación y uso en el ingenio, los asistentes tuvieron la oportunidad de conocer de cerca los detalles de esta tecnología de vanguardia, así como los aprendizajes y desafíos enfrentados durante su implementación. Esta experiencia práctica brindó una perspectiva invaluable sobre el potencial transformador de la innovación en la industria azucarera.

Tras la exploración de estas áreas clave, los participantes se reunieron para disfrutar de un almuerzo, donde se continuó intercambiando ideas y experiencias entre representantes de ingenios. También se brindó un espacio para agradecer a Ingenio La Unión por abrir sus puertas en este evento, permitiendo así explorar su innovación y excelencia operativa. Además, se extendió un agradecimiento especial a la casa comercial Bray por su apoyo en la realización de este evento.

La gira de fábrica en Ingenio La Unión no solo fue una oportunidad para conocer de cerca las últimas innovaciones y tecnologías en la industria azucarera, sino también un espacio para fortalecer los lazos de colaboración y compartir las mejores prácticas entre los profesionales del sector. Desde ATAGUA, extendemos nuestro agradecimiento a todos los participantes por su entusiasmo y dedicación para hacer de esta experiencia una verdadera fuente de inspiración y aprendizaje continuo.



Campeonato de Voleibol

ATAGUA 2024



Con el objetivo de fomentar el deporte y la convivencia entre el gremio azucarero, ATAGUA organizó el campeonato de voleibol, el cual dio inicio el 7 de marzo. En esta oportunidad se contó con la participación los siguientes equipos:

- *Ingenio La Unión*
- *Fuerza Combinada*
- *Ingenio Palo Gordo*
- *Estrellas de San Diego*
- *Cengicaña*
- *Los Jaguares del Azúcar*
- *Syn Sed*
- *Colegio de Ingenieros Agrónomos*
- *Santa Lucía*



La cancha de Cengicaña fue la sede de los encuentros deportivos que los martes y jueves era punto de reunión donde familiares y amigos compartían y disfrutaban de reñidos partidos. No faltaron los aplausos, gritos y música que amenizaban los encuentros. Con el paso de los juegos los equipos se esforzaban por llegar a la final por lo que algunos partidos llegaban al tercer set. Por motivos de lluvia los últimos partidos se realizaron en las instalaciones del Polideportivo donde el público siempre llegó a apoyar a su equipo favorito.

El día 22 de mayo se llevó a cabo la final en un ambiente de fiesta, donde los finalistas llevaron sus porras.

Se enfrentaron por el tercer lugar, el equipo de Los Jaguares del Azúcar Vrs. Santa Lucía donde este último logro coronarse campeón.

Por el primer lugar se enfrentaron Ingenio Palo Gordo Vrs. Ingenio La Unión, ambos equipos se esforzaron, llegando al tercer set. Ingenio La Unión no logró su objetivo, quedando en segundo lugar y coronándose como campeones el equipo de Ingenio Palo Gordo, quienes celebraron con tambores y matracas.

ATAGUA agradece a ASAZGUA por el patrocinio con los trofeos, a CENGICAÑA por prestar sus instalaciones, a los árbitros de la federación de árbitros de Santa Lucía.

***Esperamos que los equipos se preparen para el próximo año.
¡Los esperamos!***



Curso de Aplicaciones de ALTO DESEMPEÑO CON DRON



El reciente curso de “aplicaciones de alto desempeño con dron”, realizado del 7 al 9 de mayo de 2024, dirigido a técnicos agrícolas de la agroindustria azucarera, ha marcado un avance significativo en la comprensión profunda de los aspectos a considerar para realizar aplicaciones que cumplan con los estándares de calidad requeridos. Con un enfoque preciso en la definición de indicadores y parámetros de calidad, así como en la interpretación y mejora de los resultados de las aplicaciones, este curso ha proporcionado herramientas fundamentales para optimizar la producción y el manejo de cultivos.

La organización del curso contó con el apoyo del Dr. Gerardo Espinoza de CENGICAÑA, equipo de aplicaciones aéreas de ingenio Pantaleón, CENGICAÑA Y directivos de Atagua. Además, se contó con la participación y apoyo de patrocinadores: **UPL, Bayer, Agrocentro, Enlasa, Duwest, Disagro, Agrodrones del Campo, Novagen, Adronomía, Rainbow, D&G aplicaciones**, que fueron parte importante en el desarrollo del evento.

El curso fue impartido por el experto en aplicaciones aéreas e investigador en tecnologías de aplicación, Fernando Kassis



Carvalho, de la empresa Agroefetiva de Brasil. Se estructuró en dos etapas fundamentales: una fase teórica donde los participantes adquirieron conocimientos sobre los principios de la aplicación de agroquímicos con dron y una fase práctica dinámica, que permitió a los participantes aplicar directamente sus conocimientos en el campo.

A través de este curso no solo ha fortalecido las capacidades técnicas de los participantes, sino que también ha sentado las bases para una agricultura más precisa, sostenible y rentable en el sector azucarero. Al proporcionar herramientas prácticas y conocimientos especializados, el curso ha empoderado a los técnicos agrícolas para adoptar mejores prácticas y alcanzar nuevos niveles de eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

Este curso, ha sido un paso crucial hacia el futuro de esta metodología de aplicación, demostrando el compromiso del sector con la innovación y la mejora continua.



1er. Seminario de Riego Sostenible y 2do. Simposio de Recursos Hídricos de la Costa Sur



El 30 y 31 de mayo, ATAGUA en alianza con ICC, CENGICAÑA, el comité de Riegos y Grupo HAME; organizó el 1er. Seminario de Riego Sostenible y el 2do. Simposio de Recursos Hídricos de la Costa Sur. En esta ocasión se realizó en las instalaciones del Hotel Soleil de Antigua Guatemala y se contó con la participación de 29 expositores reconocidos a nivel nacional e internacional.

El haber reunido a profesionales especializados en el riego agrícola facilitó el intercambio de conocimientos técnicos y fomentó el liderazgo en la implementación de prácticas integradas de gestión hídrica, abordando tanto el riego como el drenaje agrícola de manera efectiva.

La agroindustria azucarera, con su amplia experiencia en el manejo del agua, representa un modelo ejemplar. Compartir sus conocimientos puede ofrecer valiosas lecciones sobre el uso eficiente del agua y fortalecer las colaboraciones entre empresas, gremios agrícolas, la sociedad y diversas entidades gubernamentales. Desde las comunidades locales hasta las instituciones responsables de la sostenibilidad ambiental, esta colaboración es crucial para promover prácticas que protejan los recursos hídricos y fomenten el desarrollo sostenible.

En el contexto actual, la planificación y gestión de los recursos naturales renovables, con un enfoque en la cuenca como unidad de manejo, se destaca como una estrategia efectiva. Las mesas técnicas emergen como herramientas clave para abordar los desafíos complejos que enfrenta la gestión hídrica, permitiendo una planificación integrada y eficiente que asegure la disponibilidad y calidad del agua.



Lecciones aprendidas

- Necesidad de estudios técnicos innovadores
- Integración de equipo multidisciplinario HAME
- Integración de equipo consultor multidisciplinario, independiente
- Construcción de indicadores de éxito, predios y medidas de forma independiente –aporte a la sostenibilidad operativa–
- Sistematización de impactos positivos, optimización de riegos.
- Diseñar estrategias de comunicación / diálogo / intercambio de experiencias con otros usuarios locales

La creación de plataformas de intercambio de conocimientos juega un papel crucial al permitir discusiones profundas sobre desafíos y soluciones innovadoras. Este espacio facilita la difusión de mejores prácticas, el debate de problemas urgentes y el desarrollo de estrategias orientadas hacia un futuro más sostenible en la gestión de los recursos hídricos.

En resumen, este esfuerzo colectivo fortalece el conocimiento y las prácticas en la gestión del agua, mientras fomenta una comunidad comprometida con la sostenibilidad y eficiencia ambiental. A través de la colaboración y el intercambio de conocimientos, podemos avanzar hacia una gestión integrada de los recursos hídricos que beneficie a todos los sectores involucrados y promueva un desarrollo agrícola sostenible en armonía con el entorno natural.

Los temas relevantes que se expusieron en este seminario fueron:

- *Riego Sostenible y Política Nacional de Riego: Implementación de prácticas y políticas para un uso responsable y eficiente del agua.*
- *Situación de Agua Subterránea y Superficial: Identificación de puntos críticos para una gestión sostenible.*
- *Tecnologías para la Eficiencia de Riego: Automatización, riego por goteo, monitoreo remoto y uso de energía renovable.*
- *Innovaciones y Uso Sustentable del Agua: Nuevas tecnologías, recarga de acuíferos, manejo de cuencas y escenarios agrícolas ante el cambio climático.*
- *Gobernanza y Legislación Hídrica: Establecimiento de marcos de gobernanza y leyes para un uso equitativo y sostenible del agua.*
- *Liderazgo y Colaboración.*

ATAGUA expresa su más sincero agradecimiento a todas las empresas que colaboraron en este evento: Inagro, Suplimaster, Raesa, Topke, Naandan, Disagro, Netafim y de manera especial a Daho Pozos.



Innovaciones para la Gestión del Agua en la Agricultura y Políticas para su Fomento¹

Por:
Dr. Carlos Pomareda

Como punto de partida debemos reconocer algunos principios, en los que necesariamente se enmarcan las innovaciones para la gestión del agua en la agricultura: La seguridad hídrica como responsabilidad de todos los actores en la sociedad; el derecho de uso del agua y las responsabilidades personales y empresariales que nos demandan cuidar el agua; la gestión del agua como parte de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) como compromiso de todos los actores en el ámbito territorial; y las políticas y estrategia para su implementación, como responsabilidad del Estado.

Las innovaciones

Estas las podemos agrupar en grandes categorías y un resumen de los que incluyen se presenta a continuación:

Tecnológicas: Han crecido mucho, por iniciativa privada; incluyen bombas, tuberías, válvulas, filtros, sensores, membranas, protectores biodegradables, etc., y procesos sustentados en conocimiento científico, como sistemas de tratamiento y reciclaje de aguas; frecuencia de aplicación del agua a los cultivos y otros relacionados. Son más accesibles, y más económicas que hace diez años.

Infraestructura verde: Permiten la protección de los recursos hídricos e incluyen andenes y terrazas, cobertura vegetal con árboles, arbustos y pasturas en cuencas, creación de zonas protegidas, protección de riberas de ríos; pequeñas lagunas en zonas de laderas (cochas); líneas de infiltración, drenajes subterráneos, etc.

Infraestructura gris: Es la forma más tradicional de regular la disponibilidad de agua; y las innovaciones incluyen represas de cuádruple propósito (Consumo humano, generación de energía, riego y turismo); infraestructura más amigable con el medio ambiente; inversiones precedidas por coinversiones en infraestructura verde lo cual implica menor inversión; menor sedimentación y menores riesgos por excesos y déficits; más represas pequeñas y medianas que grandes.

Estos dos grupos de innovaciones en las líneas señaladas permiten aprovechar y proteger las microcuencas y estimulan el manejo comunitario; lo cual es una variante importante al sistema prevaleciente en que el peso del manejo, especialmente en las grandes represas, está en los entes públicos.

Económico-financieras: Son innovaciones en política y en gestión e incluyen la retribución económica (por derechos de uso) separada de tarifas; tarifas en función de consumo y administradas por organizaciones de usuarios de agua; penalidades económicas por contaminación; previsión y manejo de costos de mantenimiento; fondos nacionales para el agua (Brasil, México); líneas de Financiamiento en Banca Multilateral (Fondo Mundial del Agua, Fondo Verde del Clima).

Gobernanza a nivel nacional: Un gran desafío; participan todos los actores del Sistema Nacional de Recursos Hídricos (Consumo humano, Ambiente, Agricultura, Energía y Minas, etc.) bajo la

¹ Resumen de la Conferencia presentada en el Primer Seminario de Riego Sostenible y Segundo Simposio sobre Recursos Hídricos de la Costa Sur, organizado por ATAGUA. Antigua, Guatemala. 30 y 31 de mayo 2024

coordinación del ente rector (Autoridad Nacional del Agua ANA, Perú; CONAGUA, México). Hay avances, pero hay resistencia a la rectoría y hay costumbre de funcionar como estancos.

Gobernanza en cuenca: La cuenca es el espacio más importante para la GIRH. El Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca (CRHC) reúne representantes todos los actores; tiene una Secretaría Técnica cofinanciada por el Estado; tiene un Plan de Inversión y una cartera móvil de proyectos; las inversiones se financian con diferentes instrumentos financieros; el gobierno Central es uno de los financiadores de las inversiones; en el Perú, el Canon Petrolero y Gasífero de los gobiernos regionales y locales aportan en forma creciente. La buena Gobernanza ha demostrado ser útil para reducir conflictos.

Gobernanza Local: Es la esencia de la gestión, liderada por Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) en tres niveles (Junta; Comisión y Comité); cobran la Tarifa por el servicio y con eso financian sus gastos; algunas obtienen otros fondos; cobran la Retribución Económica y la transfieren al Estado; hay una Ley de Usuarios (a politización es su mayor limitación).

Rescatar tradiciones: Es tarea fundamental pues hay mucho que aprender de las culturas nativas; incluyendo la adoración al agua y la solidaridad (¡cuánta falta nos hace!); las mitas (turnos) para riego; los préstamos de agua; las reparaciones colectivas de acequias y restauración de andenes.

Avances, Beneficios y Desafíos

La figura a continuación ilustra (en escala de 1 a 10) la percepción del autor sobre los avances en las innovaciones, reconociéndose que hay elementos de subjetividad. Es claro que el mayor y diferenciado avance es en los aspectos tecnológicos y mucho menos en todos los otros campos. Esto está asociado a que las innovaciones tecnológicas están motivadas por el interés privado personal y empresarial; y porque hay una oferta de bienes y servicios asociados. En todos los demás campos, se trata de acciones colectivas, que requieren organizaciones y mecanismos de concertación, y que la oferta de apoyo es muy limitada.

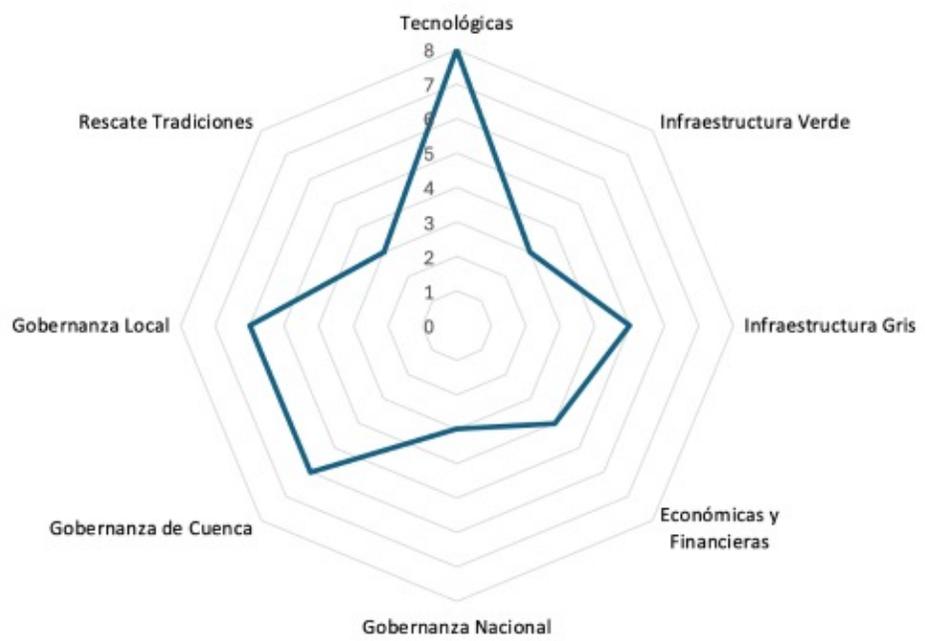


Figura 1. Avance en las innovaciones

En cuanto a los beneficios actuales y potenciales, los estamos percibiendo poco a poco, pero lo deseable es mirar el camino hacia adelante, con optimismo para avanzar más. Estamos logrando mayor eficiencia en el uso del agua, reducir la erosión de los suelos, reducir el desperdicio del agua que se va al mar, aminorar riesgos de desastres, mejorar la calidad del agua, evitar conflictos entre usuarios, y lograr sistemas de distribución más equitativos. Todo eso es de alto valor, pero hay aún mucho por hacer.

Las condiciones de entorno, incluyendo la inestabilidad climática, la pobreza rural y la baja productividad agropecuaria, nos exigen actuar con celeridad. El desafío inmediato es dedicarnos a los asuntos que nos permiten avanzar, dejando a un lado el individualismo y la crítica destructiva.

Políticas y estrategia

En cuanto a las políticas, Guatemala acaba de aprobar su política nacional de riego, lo cual es un paso fundamental; sin embargo, su viabilidad depende del marco legal que se defina para la gestión integrada de los recursos hídricos, en el cual hay una tarea pendiente (y sobre lo cual no hago comentario); y de la estrategia para la implementación de la referida política. La estrategia deberá incluir acciones específicas que creen motivación, que transfieran conocimiento; que desarrollen capacidades; que inculquen compromiso y responsabilidad; que sancionen a los que incumplen las leyes y normas; y que premien a los que muestran con su ejemplo, que están haciendo un manejo responsable del agua y los recursos hídricos. Desde luego que el desarrollo institucional y la asignación de recursos públicos serán las acciones necesarias prioritarias como parte de la estrategia.