

**USO PRÁCTICO DEL DRON COMO HERRAMIENTA DE SUPERVISIÓN EN
PLANTACIONES DE CAÑA DE AZÚCAR. CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE, S.A.
GUANACASTE, COSTA RICA**

Jesús Vargas Acosta
Departamento de Investigación. CATSA
jevargas@catsa.net

RESUMEN

Central Azucarera Tempisque, S.A (CATSA) es una empresa agroindustrial dedicada a la producción de azúcar y alcohol producto de la siembra y cosecha de la Caña de Azúcar. Se encuentra ubicada en la República de Costa Rica, provincia de Guanacaste específicamente en el Cantón de Liberia, bajo las siguientes coordenadas geográficas Latitud Norte 10° 33' 49" y Longitud Oeste 85° 33' 58". El área agrícola se caracteriza porque más del 80% de sus plantaciones están situadas en suelos del Orden Vertisol o una mezcla Vertisol – Inceptisol con porcentajes de arcilla superiores al 50%. Se administra bajo el concepto de Zonas las cuales se subdividen en Secciones y estos en lotes. En la actualidad la conforman 5 zonas, administradas por una figura denominada Jefe de Zona. Cada zona es responsable del manejo y mantenimiento de aproximadamente 2000 ha. de caña de azúcar. La supervisión es por métodos tradicionales como inspecciones oculares directas. En la época de invierno las inspecciones se dificultan por alta humedad tanto en los caminos, como a lo interno de los lotes de caña. Además por el desarrollo de las plantaciones en esa época ingresar al interior de los lotes es difícil. Con el inconveniente que al final el reconocimiento de los lotes se da en la periferia. Por esta razón, desde el año 2016 se está valorando la utilización de drones como una herramienta que esté disponible para los jefes de zona y otros departamentos del área agrícola, bajo un concepto muy básico y sencillo de supervisión aérea de secciones y lotes. El dron utilizado es el Phantom 4 de la compañía DJI (Dà-Jiāng Innovations Science and Technology Co). Con una autonomía de vuelo de aproximadamente 28 minutos. Programado para volar a una altura máxima de 100 m y un desplazamiento máximo de 5000 m. Equipado con una cámara fotográfica/video 4K HD fotos 12 megapíxeles. En una tarjeta MicroSD de 16 GB guarda las fotografías y videos tomadas en cada vuelo. Con esta tecnología se ha logrado identificar detalles de infraestructura en drenajes y diseños de lotes que propician su inundación. Identificación y estimación de área afectada por efectos de inundación. Lotes con despoblación de cepas de caña con influencia de afectar de manera negativa el estimado de una sección. Identificación y distribución por lotes del daño ocasionado por la plaga “salivazo” (*Aeneolamia* spp). El reconocimiento de lotes con sectores de malezas. En donde se pueden programar aplicaciones dirigidas y parciales de herbicidas. Se encuentra en estudio una metodología para determinar el porcentaje de control de malezas, definiendo unidades de muestreo con el gimbal de la cámara del dron en posición de 90° a alturas de 6 a 8 metros sobre el cultivo. La calidad de aplicación aérea del madurante en cuanto a su distribución homogénea sobre la plantación. Como también el inhibidor de floración, son dos actividades donde el uso del dron generó fotografías valiosas para calificar su efectividad. Se concluye de gran utilidad para la empresa, la utilización de la tecnología del dron como una herramienta de supervisión a disposición del personal técnico del área agrícola. Se recomienda, para obtener mayor eficiencia que el operador del dron se traslade lo más cerca al sector de inspección con todo el equipo. Que tenga a su disposición mínimo 3 baterías. Por otro lado, capacitar al personal con especialistas de esta tecnología para sacarle el máximo provecho.

Palabras claves: dron, supervisión, tecnología.

INTRODUCCIÓN

Central Azucarera Tempisque, S.A (CATSA) es una empresa agroindustrial dedicada a la producción de azúcar y alcohol producto de la siembra y cosecha de la Caña de Azúcar. Se encuentra ubicada en la República de Costa Rica, provincia de Guanacaste específicamente en el Cantón de Liberia, bajo las siguientes coordenadas geográficas Latitud Norte 10° 33' 49" y Longitud Oeste 85° 33' 58". En un rango de altitud de 15 a 23 m.s.n.m. Con una temperatura promedio de 28,3C° y una precipitación promedio por año de 1700 m.m. Se caracteriza porque más del 80% de sus plantaciones están situadas en suelos del Orden Vertisol o una mezcla Vertisol – Inceptisol con porcentajes de arcilla superiores al 50%. El 96% del área propia se cosecha de forma mecánica.

Un dron es un vehículo aéreo no tripulado (VANT por sus siglas en español). Los drones se manejan con control remoto (tipo joystick) o a través de aplicaciones para smartphones o tablets. La utilización de los drones en la agricultura, facilita a los agricultores un servicio de información sobre el estado hídrico, nivel de desarrollo y sanidad de cultivos, obtenida prácticamente en tiempo real, para poder hacer tratamientos sanitarios, riegos o fertilizaciones dirigidas a zonas en las que se detecten dichas necesidades en el momento preciso de aplicarlos. Y todo ello sin los costes y las complicaciones de los servicios tripulados (Droniter, 2017). Empresas del sector agropecuario adquieren drones para dar resultados agronómicos en lo referido a conocer mejor la variabilidad de los lotes, realizar un seguimiento de los cultivos de mejor manera y con mayores posibilidades de encontrar problemas rápidamente, como puede ser un ataque de plagas y enfermedades; sectorizar ambientes de malezas, detectar fallas de siembra o fertilización si las hubiese, o para hacer una simple recorrida a campo desde la altura en momentos en que es difícil caminar por los cultivos (Méndez et al 2014).

El área agrícola de CATSA se administra bajo el concepto de Zonas las cuales se subdividen en Secciones y estos en lotes. En la actualidad la conforman 5 zonas, administradas por una figura denominada Jefe de Zona. Cada zona es responsable del manejo y mantenimiento de aproximadamente 2000 ha. de caña de azúcar. El Jefe de Zona o su asistente supervisan su área por métodos tradicionales como inspecciones oculares directas. Transportándose en vehículo doble tracción o motocicleta. Sin embargo, este proceso puede ser lento. Por otro lado, en la época de invierno por la humedad de los caminos, las inspecciones de los lotes se complican significativamente. En muchos casos, llegar directamente a un lote con un suelo predominante Vertisol e incluyendo sus drenajes es complicado. Además ya en ese periodo del año el mayor porcentaje de las plantaciones de la empresa se encuentran con un desarrollo avanzado, lo que dificulta ingresar al interior del lote. Por lo tanto, las inspecciones en general se concentran solamente en la periferia de los lotes. Por esta razón, la idea de utilizar la tecnología de los drones como herramienta de supervisión en tiempo real, del área agrícola con videos y fotografía aérea se ha estado valorando desde el año 2016. Por el momento, la utilización de drones con fines de agricultura de precisión no lo estamos utilizando. Lo cual requiere equiparlos con cámaras fotográficas especiales, así como de software especializados para gestión de datos.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer como la tecnología disponible con los drones, se puede aprovechar de una manera muy básica y sencilla. Y convertirla en una nueva herramienta de trabajo a disposición de un Jefe de Zona u otros departamentos del área Agrícola. Con lo cual pueda validar la información de forma eficiente y veras por medio del registro de imágenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un dron Phantom 4 fabricado por la compañía DJI (Dà-Jiāng Innovations Science and Technology Co). Bajo la aplicación DJI GO disponible para Android imprescindible para su vuelo. Conectado a dispositivo móvil un teléfono inteligente Samsung Galaxy Note 5. El dron con un peso de 1380 gramos incluida la batería. Se calibró para volar a una altura máxima de 100 metros y un desplazamiento máximo de 5000 metros. Con una batería programada cuando llegue a un 30% de carga suministre advertencia para regresar al punto de despegue. Se trabajó con el modo de vuelo P (Posicionamiento) lo cual permite la asistencia de todos los sensores, con una velocidad hasta 34 kph. Para realizar más efectiva las inspecciones se dispuso de 3 baterías inteligentes (PH4 - 5350 mAh -15.2 V). La cual da una autonomía de vuelo por cada una de aproximadamente 28 minutos. El modo de fotografía y video se programó en automático. Con un formato para las fotografías de JPG de 12 megapíxeles y para videos en MP4. El Phantom 4 incorpora una tarjeta MicroSD de 16 GB en la cual se guarda las fotografías y videos tomadas en cada vuelo (DJI,2016).

Antes de realizar una inspección o vuelo se determina cual es la situación a verificar. Entre estas las más frecuentes son: 1- Situaciones de drenaje e inundación de lotes. 2- Población de caña en lotes comerciales. 3- Presencia de malezas y su distribución. 4- Distribución de plagas del follaje en especial “Salivazo” (*Aeneolamia spp*). 5- Calidad de aplicación de madurantes, herbicida y fertilizantes. Para ello, se verifica su ubicación en el mapa general de CATSA con las secciones y sus lotes montado sobre un mapa cartográfico. Con el medio de transporte y el equipo del dron se llega lo más cerca posible del sector a inspeccionar. Se acondiciona el punto de despegue y posterior aterrizaje del dron. Durante el vuelo y con la proyección en la pantalla del dispositivo móvil se ubican sectores de interés a los cuales se les toman fotografías y videos a diferentes alturas y ángulos con la cámara fotográfica. Todo el material es grabado en la tarjeta MicroSD. Al final en la oficina este es bajado a la computadora. En donde con el aporte y experiencia de los técnicos involucrados, se observa y analiza para dar las recomendaciones de los problemas detectados.



Utilización del dron Phantom 4 para inspección de lotes. CATSA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1-Situaciones de drenaje e inundación de lotes.

Por las características de los suelos que componen el área agrícola de CATSA, en donde un alto porcentaje clasifican en el Orden Vertisol. El diseño de lotes con un sistema efectivo de drenajes es fundamental. En época de invierno y dependiendo del acumulado de la precipitación, existe probabilidades de inundación en algunas secciones de la empresa. En estos casos el uso del dron se ha constituido en una herramienta muy importante de observación. Con esta tecnología se ha podido verificar la efectividad de las obras de drenaje. Como se aprecia en la Fotografías 1-2 es evidente que la infraestructura actual de evacuación de aguas de este sector de la sección por sus dimensiones no es eficiente. Como consecuencia el agua retenida en el interior de los lotes puede causar un grave deterioro de la plantación. Por otro lado, con alturas del dron superiores a 80 metros se identifican los lotes más afectados por la inundación (Fotografía 3) y con ello se puede realizar una estimación del área afectada. Con esta tecnología se les puede dar un seguimiento diario a este sector, hasta que se normalice la situación. Con esta información el Jefe de Zona va a contar con un antecedente de esta área cuando tenga que realizar el estimado final.





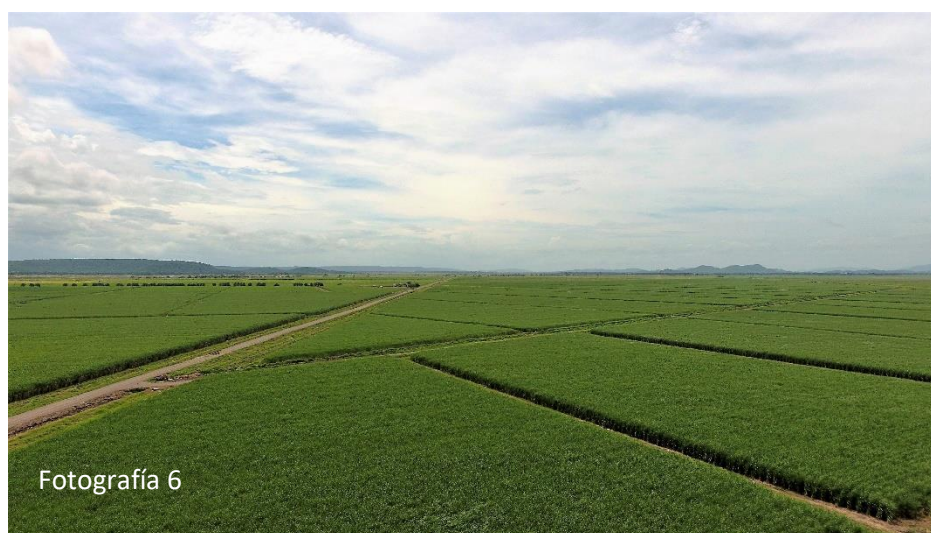
Las cunetas en el diseño de los lotes son parte importante como drenaje superficial para evacuar exceso de agua en el interior de los lotes. Con el empleo del dron se determina que sectores de los lotes presentan problemas en este sentido. Ya sea por ausencia de las cunetas. O donde las cunetas se han sedimentado y no están cumpliendo su objetivo. La Fotografía 4 es un ejemplo de lote sin cunetas las cuales no lograron confeccionarse por motivos de lluvia. Sin embargo, la fotografía con el dron muestra la importancia de una cuneta en un diseño de lote para las condiciones de CATSA.



2- Población de caña en lotes comerciales.

Una de las responsabilidades más importantes de un Jefe de Zona son los estimados de producción. Su cálculo lo basan sobre algunas variables por ejemplo: registro del rendimiento agrícola del lote en la zafra anterior. Ciclo de cultivo. Condiciones climáticas del periodo. Recorrido periferia del lote, entre

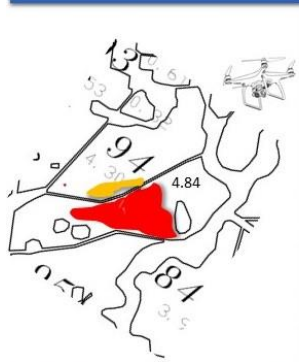
otras. Sin embargo, la población de tallos en el interior del lote, marcará la diferencia entre un bajo o alto rendimiento de toneladas de caña /ha. En este caso la fotografía aérea del dron en la etapa de gran crecimiento del cultivo y de maduración, se muestra como otra de las variables importantes que puede registrarse con el objetivo de reducir la variabilidad en los estimados de caña. Las Fotografías 5 y 6 muestran poblaciones de lotes que con la experiencia del técnico de zona le ayudara en la estimación.



3- Presencia y distribución de plagas del follaje.

El “salivazo” (*Aeneolamia* sp) es una plaga que en la fase de adulto ocasiona una “quema” en las hojas de la caña de azúcar. Generalmente se manifiesta en cañales adultos y con problemas de drenaje. Por lo tanto, el daño con alta frecuencia ocurre en el interior de los lotes. En esta plaga específica el dron se ha convertido en un aliado importante para detectar la plaga, su distribución a otros lotes para un control preventivo. Así como una estimación del área afectada con base al registro del área del lote. También con esta información ya se cuenta con el sitio específico para mejora de drenajes si es del caso en el lote afectado. La Fotografía 7 muestra un daño de “salivazo” detectado con el uso del dron.

HERRAMIENTA PARA DETECTAR, ESTIMAR ÁREA AFECTADA Y DESPLAZAMIENTO DE PLAGA "SALIVAZO"



"Salivazo" (*Aeneolamia albofasciata*)

Fotografía 7



4- Presencia de malezas, distribución y control

El dron se ha convertido en un instrumento valioso para detectar la presencia de malezas y su distribución en los lotes. Con esta información se puede validar si el control con los agroquímicos empleados está dando el resultado esperado. La Fotografía 8 muestra la distribución sectorizada de la maleza "caminadora" (*Rottboellia cochinchinensis*) en un lote de caña.

También se pueden realizar muestreos aleatorios con acercamientos de la cámara con el gimbal en posición de 90° con una altura del dron a 7 metros sobre el cultivo. La unidad de muestreo es de aproximadamente 17m² como se observa en la Fotografía 9. Con esto se valida el porcentaje de control de malezas y toxicidad sobre el cultivo.



Fotografía 8



Acercamiento a 10 m de altura del dron parche de maleza "caminadora"



Escala evaluación de control de malezas en porcentaje y Toxicidad a la plantación

000	8.95	014	13.11
007	16.99	015	12.73
008	10.78	016	12.58
009	11.02	017	12.85
010	10.88	018	12.82
011	11.05	019	12.81
012	11.26	020	12.96

Fotografía 9

5- Calidad de aplicación del madurante

Con la tecnología del dron se registra por medio de fotografías o videos la distribución de la aplicación aérea del madurante sobre las plantaciones. Como se aprecia en la Fotografía 10 es un ejemplo de fallas detectadas de traslape entre una línea a otra de aplicación. Con este registro, a este bloque de lotes cuando ingrese su materia prima al proceso de fábrica. Si presenta alta variabilidad en los muestreos del rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña. Existe una probabilidad alta de correlación con la calidad de aplicación del madurante. También puede ser una evidencia de reclamo a la empresa de aviación que aplica el madurante. La Fotografía 11 registra una excelente aplicación de madurante con una distribución homogénea sobre la plantación. Se aprecia una barrera de protección con floración programada para evitar deriva de madurante a lotes vecinos.





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1- La tecnología que muestra el dron Phantom 4 es aplicable como una herramienta de supervisión aérea en las plantaciones de caña de azúcar en CATSA.
- 2- Para obtener mayor eficiencia de esta herramienta se recomienda que el operador del dron se traslade lo más cerca al sector de inspección con todo el equipo. Por otro lado, tener como mínimo 3 baterías de reserva para el trabajo.

REFERENCIAS

- A.; Mendez, J.; Velez; y F, Scarauzza. 2014. BCR. Argentina. Los drones como herramienta para el monitoreo de cultivos. Consultado: 20 Junio 2017. Disponible en: <http://www.bcr.com.ar/Secretara%20de%20Cultura/Revista%20Institucional/2014/Diciembre/Drones.pdf>
- DJI. 2016. Características técnicas Phantom 4. Consultado: 19 Junio 2017. Disponible en: <https://www.todophantom.com/wp-content/uploads/Caracteristicas-tecnicas-dji-phantom-4.pdf>
- Droniter. 2017. Como pueden ser utilizados los drones en agricultura de precisión. Consultado el 20 Junio 2017. Disponible en: <http://www.droniter.com/blog/como-pueden-ser-utilizados-los-drones-en-agricultura-de-precision>