

UNIVERSIDAD EAN

SEMINARIO DE INVESTIGACION - ESPECIALIZACION



**EVALUACIÓN INTEGRAL DEL AUMENTO DE FUMIGACIÓN CON DRONES
PARA OPTIMIZAR LA AGRICULTURA EN LA REGIÓN ORINOQUIA.**

Elaborado por:

**KATHERIN JOHANA ROA SERPA
SANDRA PATRICIA CHUSCANO PARADA
DAWIRSON JULIAN ZAMBRANO GOMEZ
IVÁN RODRIGO DUARTE GUERRERO**

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

21 MAYO DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen	5
2.	Problema de Investigación	6
3.	Objetivo general	7
4.	Objetivos Específicos	8
5.	Justificación	8
6.	Marco Teórico	10
6.1	Estado del Arte	10
6.2	Panorama de Teorías	13
6.3	Marco Institucional	16
7.	Metodología	18
7.1	Primer Nivel	18
7.1.1	Enfoque, Diseño de la investigación y alcance	18
7.1.2	Variables objeto de medición.	19
7.2	Segundo Nivel	20
7.2.1	Selección de métodos o instrumentos para recolección de información	20
7.2.2	Técnicas de análisis de datos	21
8.	Tercer Nivel	23

8.1	Análisis de Resultados	23
8.2	Discusión	40
8.3	Conclusiones	41
9.	REFERENCIAS	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. tierras en Colombia.....	14
Figura 2. sector agrícola colombiano.....	16
Figura 3. Industria tecnológica en Colombia.....	17
Figura 4. Región Orinoquia	18
Figura 5. Gráfico 1	23
Figura 6. Gráfico 2.....	24
Figura 7. Población Total en Área Rural	25
Figura 8. Gráfico 3.....	25
Figura 9. Gráfico 4.....	26
Figura 10. Gráfico 5.....	28
Figura 11. Gráfico 6.....	29
Figura 12. Datos Generales Sector Agropecuario de la Región Orinoquia	29
Figura 13. Gráfico 7.....	30
Figura 14. Gráfico 8.....	31
Figura 15. Gráfico 9.....	33
Figura 16. Gráfico 10.....	34
Figura 17. Gráfico 11	35
Figura 18. Gráfico 12.....	36
Figura 19. Gráfico 13.....	37
Figura 20. Gráfico 14.....	38
Figura 21. Gráfico 15.....	39

1. Resumen

El propósito de este estudio es mejorar la eficiencia de la fumigación en el sector agrícola colombiano, específicamente en la región de la Orinoquia, mediante la implementación de drones como una tecnología avanzada. Esta innovación tiene el potencial de transformar los métodos tradicionales de fumigación, ofreciendo beneficios significativos como la reducción del tiempo de aplicación, la optimización de costos operativos, la garantía de cultivos adecuados para los consumidores y la disminución del riesgo para los trabajadores agrícolas al reducir su exposición a productos químicos.

Para lograr estos objetivos, se utilizó una metodología que incluyó un análisis exhaustivo y comparativo entre los métodos tradicionales de fumigación y la utilización de drones. Se evaluó la precisión, eficiencia y efectividad de los drones en diversas condiciones agrícolas, destacando su capacidad para aplicar agroquímicos de manera más precisa y reducir significativamente el uso de pesticidas, lo que contribuye a minimizar el impacto ambiental.

La principal premisa que sustenta este estudio es que la adopción de tecnologías avanzadas como los drones puede tener un impacto positivo en los procesos agrícolas, mejorando tanto la productividad como la sostenibilidad ambiental. Estos avances son fundamentales para el desarrollo de prácticas agrícolas más eficientes y responsables.

Entre los hallazgos más relevantes de este estudio se destaca que los drones no solo permiten una aplicación más precisa de agroquímicos, sino que también ayudan a reducir el desperdicio de productos y mejoran la calidad de los cultivos. Estos beneficios tienen implicaciones

significativas para el sector agrícola en Colombia, ya que pueden contribuir a la reducción de costos operativos y mejorar la calidad de los productos agrícolas, beneficiando tanto a los agricultores como a los consumidores finales.

Con esta investigación, se proporciona evidencia empírica sólida sobre los beneficios concretos de la tecnología de drones en la agricultura colombiana. Este conocimiento puede motivar a más agricultores a adoptar estas tecnologías avanzadas, lo que a su vez puede conducir a mejoras significativas en la eficiencia y sostenibilidad del sector agrícola en el país. Además, se identifican áreas clave para futuras investigaciones, que deben enfocarse en la mejora continua de las tecnologías de drones y la evaluación de su impacto a largo plazo en la agricultura colombiana, garantizando así un desarrollo agrícola más sostenible y eficiente.

2. Problema de Investigación

La agricultura siempre ha sido un pilar fundamental del desarrollo humano y la innovación para el mundo, ya que nos permite obtener más fácilmente los alimentos necesarios para el desarrollo de nuestras actividades diarias. Sin embargo, la demanda de agricultura aumentó exponencialmente a medida que la población creció con el tiempo. La producción de alimentos más eficiente y sostenible se ha convertido en un desafío urgente en la actualidad. En este contexto, la tecnología se convierte en un aliado indispensable, y los drones fumigadores se ven como una solución prometedora para aumentar la productividad agrícola y reducir el impacto ambiental. La agricultura tradicional enfrenta desafíos significativos, incluida la escasez de mano de obra, la baja eficiencia en el uso del agua, los fertilizantes y otros recursos, así como las dificultades para monitorear las grandes cosechas de manera precisa y oportuna y es que

nomas “Se evidencia que a partir de los drones, vistos como una herramienta tecnológica innovadora, es posible resolver las problemáticas expuestas en campos de cultivos de gran extensión, ya que con cámaras de alta definición e información geográfica pueden recorrer más de mil hectáreas en menos de una hora” (Gonzalez, Amarillo, Amarillo, &

Sarmiento, 2016), En resumen, surgen una serie de problemas que afectan a la agricultura como lo son los bajos rendimientos de los cultivos, la degradación del suelo o la pérdida de cultivos por enfermedades y plagas permitiéndonos concluir que la agricultura tradicional es un tema del pasado. Además, la presión sobre la conservación de los recursos naturales como la tierra y el agua está permitiendo que crezca el riesgo la seguridad alimentaria de la humanidad, dicho lo anterior se resalta la importancia de presentar soluciones innovadoras como la fumigación con drones la cual permiten mejorar significativamente la eficiencia y la sostenibilidad agrícola. Estas ventajas incluyen la capacidad de monitorear cultivos desde el aire con una resolución espacial y temporal sin precedentes, la capacidad de utilizar insumos agrícolas de manera precisa y local y la capacidad de identificar y gestionar proactivamente problemas. Los drones agrícolas aún no son muy utilizados, a pesar de sus potenciales ventajas. La falta de conocimiento sobre las habilidades y ventajas de la tecnología, así como los obstáculos financieros y regulatorios, están impidiendo su adopción amplia.

3. Objetivo general

Identificar los aspectos que permitan ampliar o incrementar la cobertura o implementación de la fumigación de cultivos con drones en la región Orinoquia, de forma que impacten económica, ambiental y socialmente.

4. Objetivos Específicos

1. Conocer el perfil demográfico de los agricultores de la región de la Orinoquía.
2. Conocer los márgenes de ganancia promedio por hectárea que reciben los agricultores de la región.
3. Obtener información acerca de la cantidad actual de agricultores que aplican la tecnología de fumigación con drones y saber cuál es el tipo de fumigación predominante en la región.
4. Determinar cuál es el grado de conocimiento de los agricultores con respecto a la fumigación con drones y/o acerca de los beneficios que ofrece este tipo de tecnología.
5. Conocer la intención de los agricultores de la región acerca de la implementación en sus cultivos de la fumigación con drones y cuánto dinero estarían dispuestos a invertir en esta tecnología.
6. Determinar los aspectos que permiten incrementar la fumigación con drones en la región de la Orinoquia desde los ámbitos social, económico y ambiental.

5. Justificación

La siguiente investigación nos permitirá determinar los beneficios de los drones para la fumigación agrícola y cómo su implementación en la agricultura 4.0 fortalecerá en la región Orinoquía la capacidad de fumigar de manera más eficiente y precisa en comparación con los métodos tradicionales. Esta tecnología permite una aplicación controlada de agroquímicos, reduciendo el

desperdicio y optimizando el uso de productos en los cultivos.

El bajo costo de los pesticidas para la fumigación agrícola con drones ofrece una serie de beneficios significativos en la reducción de costos, que representan una parte considerable de la producción agrícola. Un menor costo de pesticidas significa que los agricultores pueden adquirir los productos químicos necesarios para la fumigación con drones a un precio más económico, resultando en ahorros significativos a largo plazo. Según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), en septiembre de 2023 se registró un bajo índice de precios de fertilizantes, plaguicidas y otros insumos agrícolas durante el decimoquinto mes consecutivo, con una tasa de variación del 3,39 %. En septiembre de 2022, la reducción fue del 0,69 %.

Los precios de los fertilizantes bajaron **34,25%**, entre enero y septiembre 2023.

Considerando estos beneficios, se observan algunas tendencias en la accesibilidad digital y la fumigación con drones en Colombia, específicamente en la región Orinoquía, como:

- Brecha digital: Actualmente, solo el 32,2 % de los hogares en centros poblados y rurales tienen acceso a Internet en Colombia (Fuente: Semana, 2023)
- Oportunidades de inversión extranjera en negocios sostenibles y sustentables: Existe un impulso para fomentar modelos de agronegocios lícitos, rentables y climáticamente inteligentes que apoyen proyectos sostenibles contribuyendo a la economía y al medio ambiente (Fuente: Portafolio).

Actualmente, según la Aeronáutica Civil, hay alrededor de 2.000 drones operando en los cielos de

Colombia, con un sector agrícola que está experimentando un crecimiento notable en sus aplicaciones.

6. Marco Teórico

En el transcurso de la investigación teórica, se revisaron una variedad de fuentes académicas, tales como libros, informes, artículos, y estudios de investigación, disponibles en diversas bases de datos especializadas. Dicho lo anterior se establece tres principales corrientes las cuales hacen parte de este tema los cuales son los modelos de agricultura, los marcos legales establecidos en Colombia y por último la tecnología, permitiendo construir un sólido marco conceptual que facilita una comprensión profunda del desarrollo y la importancia del presente trabajo de investigación.

6.1 Estado del Arte

La agricultura juega un papel importante en la economía de un país y Colombia no es exenta de ello, ya que es considerado el motor de desarrollo, impulsa al crecimiento, aumento de la fuerza laboral, contribuye a tener un fuerte PIB, adicional de proveer alimento suficiente para los ciudadanos. Por los anteriores motivos y a fin de mantener unas bases sólidas de sostenimiento y sustentabilidad, el sector se debe enfrentar a los cambios que vive actualmente el mundo, como lo es el cambio climático, crecimiento e implementación de tecnología en los procesos y la necesidad de implementar practicas sostenibles en pro de mitigar el acelerado calentamiento global, por las actividades humanas.

Es importante precisar, que la agricultura juega un papel importante dentro de nuestra existencia y señalar que según las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para

la Agricultura y la Alimentación (FAO), la población mundial superará los 9.000 millones de personas en 2050 y la demanda de productos agrícolas se incrementará entre un 60% y 70% (FAO, 2017). Por ende, es importante generar acciones que contribuyan al futuro del agro, al consumo eficiente de recursos e introducir nuevas estrategias tecnológicas, de análisis de datos y optimización de costos.

Adicionalmente, relacionamos las siguientes consideraciones del sector que contribuirán a encontrar aspectos positivos que podrían ser potencializados:

- ✓ Según el Censo Nacional Agropecuario se posee un mercado importante de 7.1 millones de hectáreas usados para los cultivos (DANE, 2016), sin embargo solo es un 19% del territorio nacional considerando que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi calcula que hay más de 22 millones de hectáreas con vocación agrícola y de estas el 80% corresponde a pastos destinados a la ganadería (republica, 2015), con lo anterior refiere que si se cuenta con más tierras para el cultivo, sin embargo no está siendo eficiente la utilización del área disponible en Colombia, creando un alto potencial para el desarrollo del agro y el abastecimiento alimenticio en el país
- ✓ Según las cifras del Ministerio de Agricultura, solo el 15% del sector agro en el país utiliza hoy tecnología de última generación para sus operaciones de producción (izquierdo, 2023), lo cual genera oportunidades de implementar alternativas que solucionen el actual costo del productor
- ✓ El índice de precios agropecuarios presentó una reducción comparada con el 2022 (Villamizar, 2024), sin embargo, no deja de ser costo frente al año 2019, visualizando un alto costo en la fumigación del agro, afectando los ingresos del productor y siendo un sector

poco atractivo el cual desincentiva la inversión para las futuras generaciones

- ✓ El uso de plaguicidas usada para el control de plagas es útiles ya que evitan la propagación de plagas y mantener sano los alimentos evitando perdidas del mismo, sin embargo la toxicidad producida e bastante alta pues perjudican al normal desarrollo del ecosistema ycausar problemas y/o enfermedades laborales por el contacto directo mientras se realizar la fumigación de la siembra, con los métodos tradicionales usados regularmente por los productores, como lo son la fumigación aérea, con bombas manuales y mecanizada
- ✓ Desconocimiento y desconfianza del productor acerca de cómo la implementación tecnológica ayuda a la eficiencia del proceso productivo, contribuye al mejoramiento de la rentabilidad, reducción de costos, ahorro de recursos naturales y mitigación de enfermedades laborales.

Por lo relacionado anteriormente se evidencia una serie de problemas el cual pueden tratarse de manera paulatina y con el debido acompañamiento que se merece, es importante mencionar que en la actualidad esta tecnología de fumigación con drones va en auge, se visualiza un aumento en la adopción de flotas de drones en procesos industriales con el fin de facilitar los procesos y optimizar los tiempos, en la actualidad se tiene 2000 drones en Colombia debidamente registrados, el cual se espera que para el año 2028 hallan 23,330 drones inscritos (Almarino, 2023). Por lo anteriormente expuesto, se evidencia que si bien el mercado está en auge en la actualidad Colombia no tienen un nivel alto de proveedores para la fabricación y adquisición de drones con fines agrícolas, por ende, acarrea trasladar los costos al productor y con lleva a que este no tome la decisión de implementar las TIC dentro de sus procesos, debido al alto costo de inversión que necesitaría y desconociendo los beneficios a largo plazo que traería consigo.

6.2 Panorama de Teorías

El uso de drones agrícolas muestra un rápido avance en la tecnología y su aplicación en el sector agrícola. Se han desarrollado drones específicamente diseñados para diversas tareas, como el monitoreo de cultivos, la aplicación de insumos agrícolas y la cartografía de terrenos. Estos avances han sido posibles gracias a mejoras en la miniaturización de sensores, la autonomía de vuelo y la precisión de los sistemas de navegación.

“La producción agrícola en Colombia se compone de dos fases principales, la primera está compuesta por la tierra, la mano de obra, la infraestructura y las técnicas de producción y es en donde se componen los costos de producción y los recursos necesarios a utilizar (Castaño, N. Cardona, M., 2014). La segunda fase se compone de la comercialización del producto con un valor que compita con los precios del mercado interno y de los internacionales, sin embargo, el desequilibrio entre la primera fase y segunda fase es recurrente en el sector agrícola colombiano, pues para 2015 la baja productividad y los altos costos de producción limitaban la competitividad del sector y eran la principal barrera para el desarrollo de su potencial (Castaño, N. Cardona, M., 2014).” Dicho esto, Colombia tiene uno de los mejores potenciales de expansión agrícola del mundo, pudiendo permitir expandir este mercado a demandas nacionales e internacionales, entre tanto, para hacer uso óptimo del considerable potencial para la siembra, es necesario determinar las áreas geográficas adecuadas, los tipos de cultivos viables y las oportunidades de mercado. Esta tarea pendiente se vuelve de suma importancia si se busca aprovechar al máximo el campo, especialmente en el contexto actual, donde está en el centro de atención pública debido al proceso de negociación para la paz, la región de los llanos orientales es una de las mas extensas de Colombia, *“No obstante, el tema de la ganadería se vuelve crítico,*

pues solo el 0,02 por ciento sirve para esta actividad, mientras que el 32 por ciento se está usando para el pastoreo.

El Meta, un extenso territorio, considerado como la despensa para el interior del país, cuenta con 8'555.025 hectáreas, de las cuales el 17,3 por ciento sirve para la producción agrícola y se usa el 10,4 por ciento. El sobreuso para la ganadería es dramático: 1,9 por ciento tiene vocación de suelo para esta y se utiliza el 44,7 por ciento para el pastoreo.

En la inmensa llanura del Meta, un 5,3 por ciento del suelo podría albergar una alta producción agroforestal, pero en este tema no se registra aprovechamiento.”



Figura 1. tierras en Colombia

Para mejorar estas estadísticas es importante mirar en aras hacia la agricultura 4.0, la cual ha venido revolucionando la forma de cultivar, permitiendo satisfacer más la demanda de las personas. La Agricultura de precisión es un método que consiste en dar un manejo particular y característico a los cultivos a partir de la información diferencial que se identifica. Esta tecnología busca dar un manejo diferenciado de acuerdo con las necesidades reales que se logan identificar en cada zona del cultivo. Es decir, dar solución al problema y zona específica, reduciendo con esto costos y tratamientos innecesarios, y así mejorar la rentabilidad de la agricultura y la disminución en el impacto ambiental. (Reuter, F. y Pedenovi, A., 2019). Entonces, los sensores utilizados en los drones pueden ofrecer una alternativa de coste reducido que cumple con los requisitos de precisión tanto espacial como temporal.

Cabe recalcar que esta nueva tecnología tiene que venir alineada con los parámetros reglamentarios de cada país, que para Colombia los establece la unidad administrativa especial de la aeronáutica civil “*En Colombia los drones están dentro de la categoría de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia – RPAS definido por la Aeronáutica Colombiana. Esta misma entidad, en su segunda circular relacionada con estas aeronaves describiendo sus reglamentos para Colombia, hace referencia a los requisitos de Aeronavegabilidad y Operaciones necesarias para obtener permiso de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.25.8.2 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia – RAC. A continuación, hay un breve resumen de los permisos necesarios más importantes (Aeronáutica Civil, 2015): – El dron o RPA debe cumplir una serie de requerimientos técnicos dentro de los cuales se establece que no puede tener hélices metálicas, debe contar con GPS, debe tener asistencia automatizada de vuelo y no puede tener piloto de vuelo autónomo. – En cuando a las zonas en donde no puede volar se encuentran las*

zonas congestionadas con aeronaves tripuladas, no volar de noche, no volar cerca de aeropuertos y de figuras políticas públicas. – Los RPAS deben tener información básica para ser registrados. – El operador del RPA debe ser un piloto certificado, con su licencia vigente.

6.3 Marco Institucional

6.3.1 Sector Agrícola Colombiano

El sector agrícola colombiano es una parte fundamental de la economía del país, contribuyendo significativamente al PIB nacional y generando empleo e ingresos para millones de personas en áreas rurales. En el siguiente cuadro se reflejan las más recientes cifras de incremento de agro en el país.

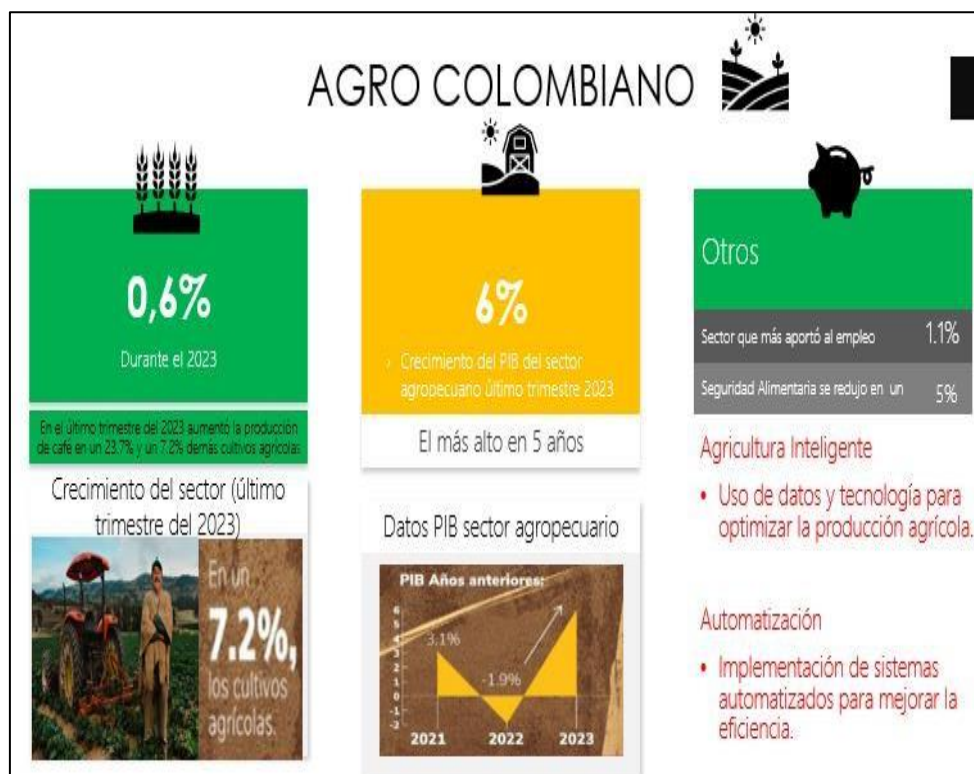


Figura 2. sector agrícola colombiano

6.3.2 Sector tecnológico

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) en Colombia tiene un enfoque integral en promover el uso de tecnologías digitales en diversos sectores, incluyendo el sector agrícola. Su objetivo es impulsar la transformación digital en el agro colombiano para mejorar la productividad, la eficiencia y la competitividad.



Figura 3. Industria tecnológica en Colombia

6.3.3 Sector de Estudio: Región Orinoquía

La extensa extensión de llanuras y sabanas en la región de la Orinoquía en Colombia, que ocupa una parte significativa del este del país, es reconocida por su característica diversidad de ecosistemas y una biodiversidad abundante. Esta área es cruzada por ríos prominentes como el Meta, el Orinoco y el Guaviare. Desde una perspectiva agrícola, la Orinoquía posee un notable potencial gracias a las condiciones geográficas y climáticas favorables que ofrece.



Figura 4. Región Orinoquia

7. Metodología

7.1 Primer Nivel

7.1.1 Enfoque, Diseño de la investigación y alcance

De acuerdo con el problema planteado por INDEVOS, se estableció el método de investigación con enfoque cuantitativo, en donde se evaluará las necesidades y/o establecer patrones de comportamiento del mercado que son requeridas con prioridad para implementar el uso de drones en la fumigación, tener en cuenta que este enfoque nos permitirá alinear y relacionar elementos de la investigación ya que el enfoque “*es una manera de ver las cosas o las ideas y en consecuencia también de tratar los problemas relativos a ellas*” (Bunge y Ardila, (2002)

Esta nos permitirá obtener la información requerida durante el proceso para hallar la respuesta concerniente a conocer qué se requiere con mayor prioridad para la implementación de drones, que permitan incrementar la eficiencia para fumigar en la región de la Orinoquía,

mejorando indicadores tanto económicos, ambientales y sociales. Asimismo, este tipo de investigación permitirá también cumplir con los objetivos establecidos para esta investigación y someter a prueba las hipótesis formuladas.

7.1.2 Variables objeto de medición.

A continuación, se muestra el cuadro de definición de variables relacionado con el objeto de la investigación, en donde se listan las variables a evaluar, su definición conceptual y su definición operacional.

DEFINICIÓN DE VARIABLES			
ITEM	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
1	Agricultor	Persona que se dedica a cultivar o labrar la tierra. (RAE 2024)	Cantidad de agricultores ubicados en la zona
2	Cultivo	Acción y efecto de cultivar. Sin.: labranza, labor, laboreo, cultivación, cría, sembrado, plantío, vergel, vivero, plantación. (RAE 2024)	Clase de cultivo
3	Fumigación	Acción de fumigar. Sin. desinfección, desinsectación, vaporización, esterilización, purificación, limpieza. (RAE 2024)	Tipo de fumigación implementado al cultivo (Fumigación manual, avioneta o dron)
4	Dron / Drones	Aeronave no tripulada. (RAE 2024)	Conocimiento de drones para fumigación (Si-No)
5	Orinoquia (Región de la Orinoquia)	La Orinoquia, también conocida como Llanos Orientales, es una de las 6 regiones naturales de Colombia. Está ubicada al oriente del país, limitando al norte y este con Venezuela, al sur con Amazonia y al oeste con la región andina. Determinada por la cuenca del río Orinoco, es un ecosistema que se caracteriza por ser una planicie. La región se halla entre los ríos Arauca, Guaviare, Orinoco y el Piedemonte llanero. (Wikipedia 2024)	Conocimiento de características del departamento (accesibilidad, economía, población)
6	Oferta	Puesta a la venta de un determinado producto. (RAE 2024)	Valor del servicio de fumigación con drones Vs. Valor fumigación manual y fumigación con avioneta

7	Eficiencia de la fumigación	1. Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. (RAE 2024). 2. Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos. (RAE 2024).	Tiempo de fumigación por hectárea. Costo de fumigación por hectárea
---	-----------------------------	--	---

6.4.3 Características de la población, técnica de muestreo y tamaño de la muestra.

La población objetivo de la investigación corresponde a los agricultores de la región de la Orinoquia, los cuales dentro de su actividad económica siembran en estas tierras arroz, palma africana, plátano, maíz tradicional, café y yuca. La población está compuesta por 20 agricultores que habitan o tienen cultivos en la región, cuya muestra se considera suficiente para alcanzar los objetivos de esta investigación debido a que no se limitará a un solo tipo de cultivo propio de la región.

La técnica de muestreo propia de la investigación cuantitativa empleada será la del uso de cuestionarios enviados a los agricultores objetivo en el cual se formularán preguntas cerradas y abiertas de la forma más corta y concreta posible para facilitar el entendimiento y el análisis de los resultados.

El tipo de muestreo que se empleará será no probabilístico del tipo deliberado, crítico o por juicio, debido a que nuestra investigación tiene identificado desde el inicio que su enfoque va dirigido a un sector de la población en particular, en este caso, los agricultores de la región de la Orinoquía.

7.2 Segundo Nivel

7.2.1 Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

En este estudio, se ha optado por un enfoque de recolección de datos basado en un cuestionario cuidadosamente elaborado. Este cuestionario abarca todas las variables pertinentes y está dirigido específicamente a los trabajadores del campo que utilizan insecticidas en sus actividades agrícolas. Su objetivo es proporcionar una comprensión exhaustiva de diversos aspectos relacionados con las prácticas agrícolas, desde los equipos y métodos empleados hasta los tipos de cultivos y productos manejados, así como el tamaño de las áreas de cultivo y el tiempo dedicado a las labores en el campo.

Además, el cuestionario explorará los gastos y productos utilizados actualmente para el mantenimiento de los cultivos, así como el nivel de conocimiento que los agricultores tienen sobre la tecnología de drones. El propósito principal de este enfoque es resaltar la importancia y el potencial de estas tecnologías emergentes en el ámbito agrícola.

A través del análisis de los datos recopilados, se busca no solo visualizar la relevancia de estas tecnologías, sino también fomentar su gradual integración en las prácticas agrícolas. Esto se logrará identificando y comunicando los diversos beneficios que las tecnologías de drones y otros equipos innovadores pueden aportar al sector. El objetivo es estimular una adopción más amplia y consciente de estas herramientas, lo que podría generar mejoras sustanciales en la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de la agricultura.

7.2.2 Técnicas de análisis de datos

En el amplio ámbito de la investigación, la recopilación de datos representa únicamente el primer paso hacia la comprensión y el descubrimiento. La revelación real se encuentra en el

análisis de estos datos. Dentro del ámbito de las encuestas, la meticulosidad en el análisis determina la calidad y utilidad de los resultados. Establecido lo anterior presentaremos las técnicas a utilizar en el análisis de datos de la encuesta anteriormente mencionada aplicada a los drones agrícolas.

El análisis descriptivo, como punto de partida, proporciona una visión general de los datos recolectados. A través de medidas estadísticas como la media, la mediana y la desviación estándar, se esboza la distribución de las respuestas, lo que proporciona una comprensión inicial de la variabilidad en los datos. Este análisis nos sitúa en el panorama general, preparándonos para investigar más a fondo.

Luego, nos vamos con en el análisis de frecuencias. La cual establece cada respuesta es contada y representada visualmente, mostrando la frecuencia de diferentes respuestas para cada pregunta. La creación de tablas y gráficos de barras ofrece una representación clara y concisa de los datos, permitiendo una interpretación y comparación sencilla entre categorías.

En el análisis de contenido, exploramos las respuestas abiertas para identificar temas, patrones o tendencias. Codificando y categorizando el nivel de conocimiento sobre drones en nuestra muestra, obtenemos una comprensión más profunda de las percepciones y conocimientos de los encuestados. Este análisis cualitativo complementa los aspectos cuantitativos de la encuesta, enriqueciendo nuestra comprensión.

Por último, pero no menos importante, está el análisis comparativo. Aquí, buscamos diferencias significativas dentro del estudio, explorando cómo varían las respuestas entre diferentes grupos de participantes. A través de estos implementos y haciendo un riguroso análisis, podemos determinar un rumbo en la investigación.

8. Tercer Nivel

8.1 Análisis de Resultados

- **Pregunta: ¿Rango de Edad?**

Del total de los encuestados, se presenta que más del 66% de la fuerza laboral en el agro de la región Orinoquia, está en un rango de edad desde los 25 a 45 años:

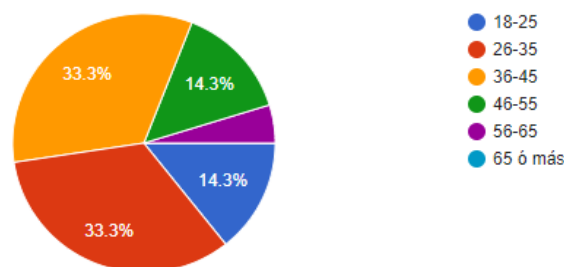


Figura 5. Gráfico 1

Estos resultados serían especialmente relevantes para nuestra investigación, dado que los jóvenes de hoy están en una edad de fácil interacción con la tecnología y tienen una comprensión natural de cómo las nuevas tecnologías pueden optimizar sus procesos y mejorar la rentabilidad de sus negocios. La implementación de nuevas tecnologías no solo optimizaría las actividades agrícolas, sino que también proporcionaría resultados positivos en términos de costos y rentabilidad del negocio. Esta comprensión y aceptación de la tecnología por parte de la generación más joven puede ser crucial para fomentar la adopción generalizada de estas innovaciones en el sector agrícola, asegurando así una mejora continua en la eficiencia y sostenibilidad de las prácticas agrícolas en el futuro.

- **Pregunta: ¿Sexo de la Persona?**

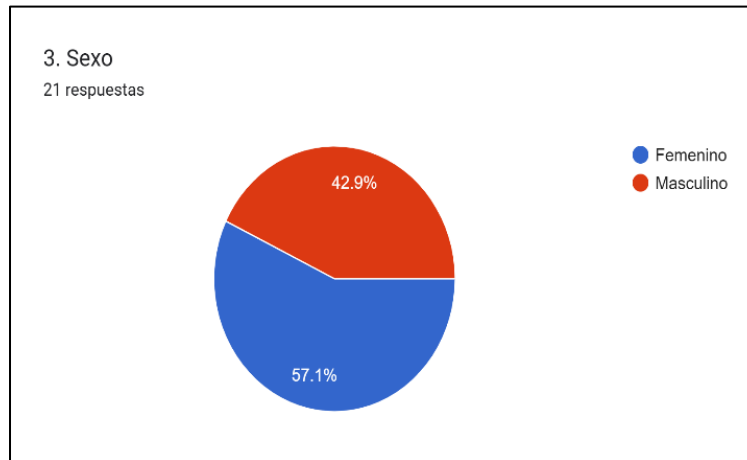


Figura 6. Gráfico 2

Al incluir la variable del sexo en la encuesta queríamos determinar las diferencias en el uso y percepción de la tecnología, pues existen estudios que sugieren que hombres y mujeres pueden tener diferentes niveles de familiaridad, comodidad y experiencias previas con los aparatos electrónicos. Al incluir la variable sexo en la encuesta, se puede analizar cómo estas diferencias de género pueden influir en la adopción y uso de los drones agrícolas. Esto puede ser crucial para diseñar programas de capacitación y promoción que sean efectivos y accesibles para hombres y mujeres por igual.

El resultado encuestado es un mayor porcentaje de población femenina en las zonas rurales agricultoras.

La mayoría de las personas encuestadas tienen pareja sentimental y colaboran tanto en la inversión como en el trabajo en los cultivos.

El que las mujeres hayan sido las más dispuestas a participar en las encuestas nos proporciona una ventaja para entender mejor cómo ofrecerles servicios de fumigación con drones.

Como dato importante el DANE en el informe “Mujeres Rurales En Colombia” nos

genera un reporte de la participación creciente de la población femenina agricultora en los cultivos del llano en Colombia reflejando el importante papel que las mujeres desempeñan en el sector agrícola y en el desarrollo rural.

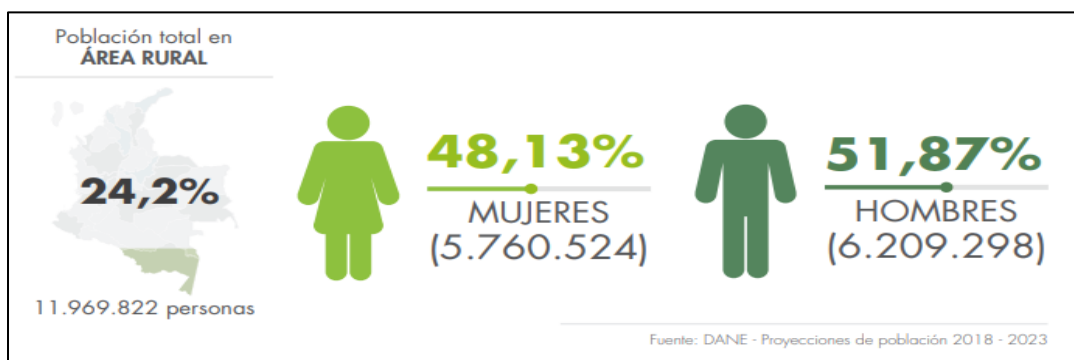


Figura 7. Población Total en Área Rural

Las mujeres agricultoras aportan una perspectiva única, habilidades y conocimientos valiosos que contribuyen significativamente al éxito y la diversificación de los cultivos en la región.

- **Pregunta: ¿Ubicación del predio?**

4. Ubicación del predio (Ciudad)
21 respuestas

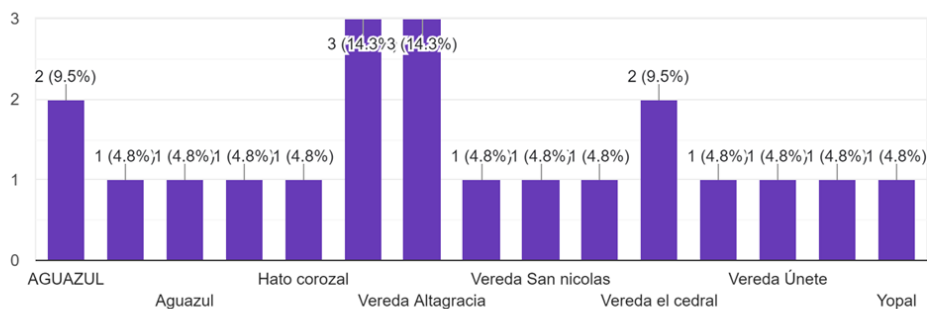


Figura 8. Gráfico 3

La pregunta número 4 de la entrevista, pretende ubicar en la región de la Orinoquía en dónde se encuentra ubicado el cultivo con el objetivo de determinar las áreas en donde se realizan este tipo de prácticas económicas, se puede apreciar que aproximadamente el 30% de los encuestados tienen sus cultivos en la Vereda Altigracia, seguido por la población de Aguazul

y Vereda el Cedral con un 9,5% cada uno. El universo de la encuesta se encuentra limitado por las personas que accedieron a realizar la encuesta.

- **Pregunta: ¿el predio es propio?**

De acuerdo con las encuestas realizadas iniciaremos con el análisis de cada una de las preguntas proporcionadas dentro de los parámetros de la investigación:

5. El predio es propio?
21 respuestas

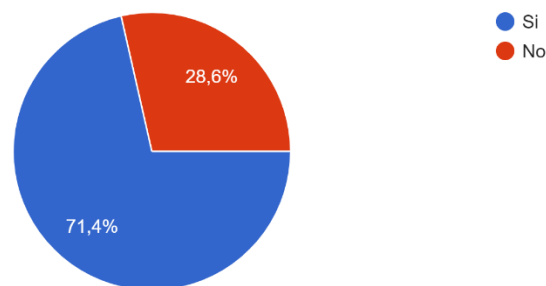


Figura 9. Gráfico 4

En el análisis de la investigación, se determinó si el terreno donde se cultivaba era de propiedad del agricultor. Esto es fundamental porque los propietarios de tierras tienen mayores posibilidades de conseguir los recursos necesarios para implementar la fumigación con drones. Los dueños suelen estar interesados en la optimización y sostenibilidad a largo plazo de sus terrenos, lo que los hace más propensos a invertir en tecnologías avanzadas y en servicios de fumigación que garanticen la salud y productividad continua de sus cultivos.

En contraste, los arrendatarios, con contratos a corto plazo, pueden no tener el mismo interés en estrategias a largo plazo debido a la incertidumbre sobre la renovación de sus contratos o el futuro uso del terreno. Esta diferencia en la perspectiva de inversión entre propietarios y arrendatarios influye notablemente en la viabilidad y el enfoque de las

operaciones de fumigación con drones.

Conocer la situación de propiedad de los clientes y determinando que dentro de la región de la Orinoquia hay más personas con predio propio permite a la empresa de fumigación con drones planificar mejor sus operaciones. Al tratar con propietarios, la empresa puede diseñar y ofrecer planes de fumigación a largo plazo, asegurando un mantenimiento continuo y eficiente de los cultivos. En cambio, con los arrendatarios, la empresa puede tener que adaptar sus servicios para cumplir con los objetivos a corto plazo y las limitaciones presupuestarias de estos clientes.

Además, la gestión de permisos y responsabilidades es más sencilla cuando se trata directamente con los propietarios, ya que tienen la autoridad para tomar decisiones rápidas y definitivas sobre el uso de sus tierras. Con los arrendatarios, este proceso puede ser más complicado y lento, ya que podría requerir la obtención de autorizaciones adicionales del propietario del terreno.

- **Pregunta: ¿Tamaño (Hectáreas) del cultivo?**

El 71.4% de los encuestados tienen un área de cultivo de hasta 5 hectáreas. Implementar la tecnología de drones facilitaría considerablemente los procesos de fumigación, permitiendo una optimización significativa de los tiempos. Mientras que con métodos tradicionales la fumigación puede llevar un día completo, con drones se podría reducir esta actividad hasta en un 99%. Por ejemplo, la fumigación de 1 hectárea podría completarse en tan solo 15 minutos utilizando drones.

Esta mejora no solo representa un ahorro sustancial en tiempo, sino también en recursos y mano de obra. Además, la rapidez y precisión de los drones en la aplicación de agroquímicos

significaría menos desperdicio y una distribución más uniforme de los productos, mejorando así la efectividad del tratamiento fitosanitario. Al optimizar las operaciones agrícolas de esta manera, la tecnología de drones no solo reduce los costos operativos, sino que también aumenta la rentabilidad de los agricultores. Esto es especialmente beneficioso para aquellos con áreas de cultivo más pequeñas, como la mayoría de los encuestados en nuestra investigación.

Implementar drones en las prácticas de fumigación no solo ofrece beneficios económicos directos, sino que también posiciona a los agricultores para cumplir con estándares más altos de eficiencia y sostenibilidad. Esto, a su vez, puede mejorar la imagen de la empresa como líder en innovación y responsabilidad ambiental dentro del sector agrícola.

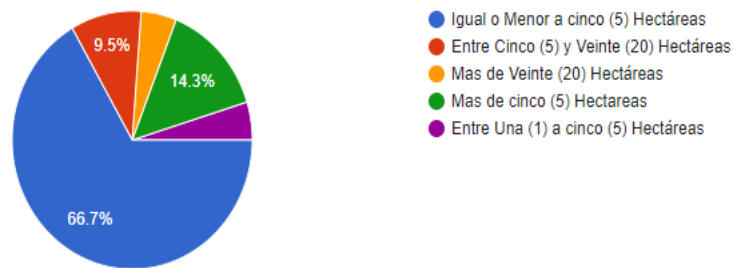


Figura 10. Gráfico 5

- **Pregunta: ¿Tipo de Cultivo?**

La pregunta sobre el tipo de cultivo es crucial porque influye en varios aspectos clave, como las necesidades específicas de monitoreo y mantenimiento, las técnicas de cultivo adecuadas, y los beneficios potenciales del uso de drones. Diferentes cultivos pueden requerir distintos tipos de sensores y equipos, tienen diferentes calendarios de crecimiento y plagas específicas que necesitan ser gestionadas. Conocer el tipo de cultivo permite adaptar la tecnología y los servicios de los drones para maximizar su efectividad y eficiencia, asegurando

que se cumplan las necesidades particulares de cada cultivo.

Adaptación de tecnología, optimización de recursos y personalización de soluciones

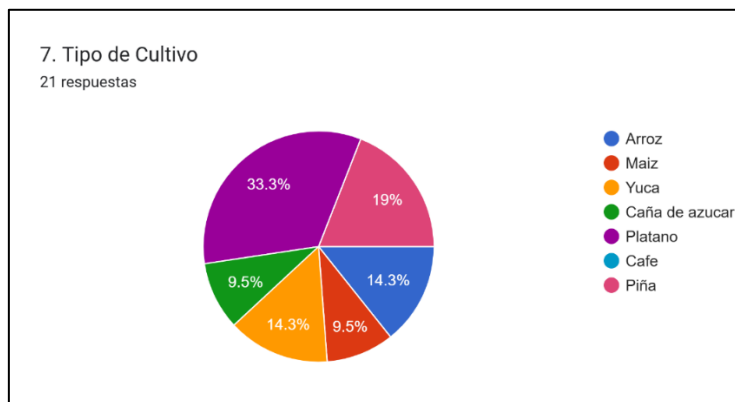


Figura 11. Gráfico 6

Según los datos de la Revista Nacional de Agricultura; Edición 1039 – Agosto 2023 van muy de la mano con los resultados de la población encuestada.

Según los datos de la última EVA y los gremios del sector agropecuario, el año pasado en los Llanos Orientales (Arauca, Casanare, Meta y Vichada) **se produjeron 6,5 millones de toneladas de productos agrícolas**. Los principales cultivos de la zona son:

- Arroz: 1,7 millones tons (Casanare) y 1,4 millones tons (Meta)
- Plátano: 1,355 millones de tons.
- Palma de aceite: 1,03 millones de tons
 - 723 mil tons de aceite de palma crudo
 - 111 mil tons de almendra de palma.
- Caña: 761 mil tons
- Maíz: 590 mil tons.
 - 859 tons de maíz amarillo tecnificado
 - 880 de maíz amarillo y blanco tecnificado y tradicional.
- Yuca: 264 mil tons.
- Piña: 171 mil tons.
- Soya: 169 mil tons.
 - Solo Casanare y Meta: 131.610 tons.
- Patilla: 119 mil tons.
- Maracuyá: 73 mil tons.
- Naranja: 63 mil tons
- Aguacate: 43 mil tons.
- Guayaba: 32 mil tons.
- Papaya: 29 mil tons.
- Limón: 25 mil tons.
- Cacao: 20 mil tons.

Figura 12. Datos Generales Sector Agropecuario de la Región Orinoquia

- **Pregunta: ¿Cuál es la ganancia del cultivo por hectárea?**

8. Cuál es la ganancia del cultivo por Hectárea?

21 responses

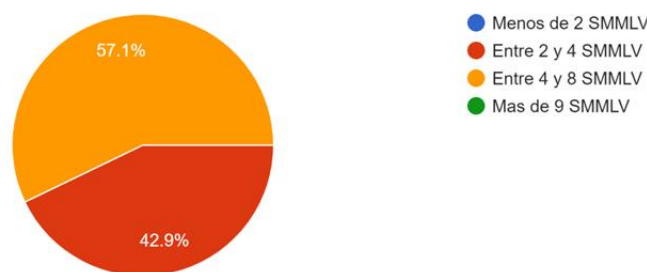


Figura 13. Gráfico 7

De acuerdo con la segmentación de ganancias por cultivo presentada en esta pregunta, se observa que el margen de ganancia por hectárea de cultivo de los encuestados varía entre 2 y 8 SMMLV. Este análisis permite comprender la viabilidad de incorporar la fumigación con drones dentro de los costos operativos de los agricultores.

Incorporar la fumigación con drones en estas operaciones no solo es factible, sino que también puede representar una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia y reducir costos a largo plazo. Los drones ofrecen una alternativa eficaz y eficiente a los métodos tradicionales de fumigación, permitiendo una aplicación más precisa de agroquímicos y reduciendo el tiempo dedicado a estas actividades.

Al considerar estos márgenes de ganancia, la adopción de tecnologías avanzadas como los drones no solo puede optimizar las operaciones agrícolas, sino también aumentar la

rentabilidad de los agricultores al minimizar desperdicios y mejorar la calidad de los cultivos. Esto no solo mejora la competitividad de la empresa, sino que también posiciona a la empresa como líder en innovación y sostenibilidad dentro del sector agrícola.

- **Pregunta: ¿Qué método de fumigación utiliza?**

9. Que método de fumigación utiliza?

21 respuestas

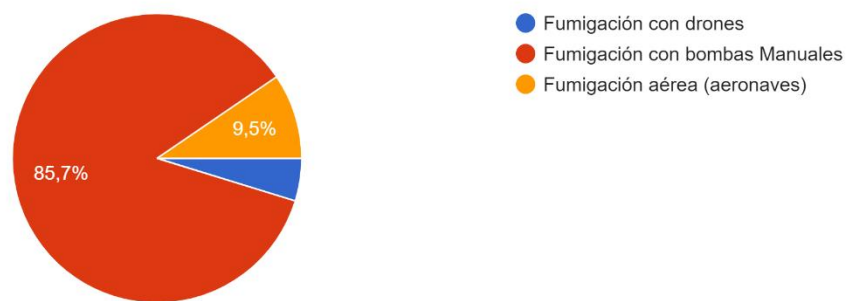


Figura 14. Gráfico 8

En el análisis de la investigación, se decidió identificar el método de fumigación que emplean los clientes de una empresa de fumigación con drones, ya sea mediante bomba, avioneta o drones, por varias razones cruciales. Saber si los clientes utilizan fumigación con bomba permite a la empresa resaltar las ventajas de los drones, como su precisión y la reducción de la exposición a productos químicos. La fumigación con bomba manual es menos precisa y expone más a los trabajadores a productos químicos, lo que hace que los drones sean una opción más segura y eficiente.

Para los clientes que utilizan avionetas, los drones ofrecen un mayor control y menos deriva, lo cual es especialmente útil en áreas sensibles o parcelas pequeñas. Aunque las avionetas son efectivas en extensiones grandes, pueden tener problemas de precisión y deriva de

productos químicos, lo que puede ser perjudicial en cultivos diversificados o cerca de zonas residenciales. Por otro lado, los drones permiten una aplicación más precisa y controlada, reduciendo el riesgo de contaminación y desperdicio.

Si los clientes ya emplean drones, la empresa puede concentrarse en ofrecer mejoras tecnológicas, mantenimiento o servicios especializados para optimizar aún más sus operaciones. Esto puede incluir actualizaciones de software, mejoras en los sistemas de navegación y control, y servicios de mantenimiento preventivo que garanticen la máxima eficiencia y durabilidad de los equipos.

La encuesta reveló que la mayoría de los clientes en la región Orinoquia todavía utiliza fumigación con bombas manuales. Esto representa una gran oportunidad para educarlos sobre los beneficios de los drones y ofrecerles una alternativa más avanzada y sostenible. Los drones no solo proporcionan una fumigación más precisa, sino que también reducen significativamente el impacto ambiental en comparación con los métodos tradicionales, disminuyendo la cantidad de productos químicos necesarios y minimizando la contaminación del suelo y el agua.

Conocer los métodos actuales de fumigación permite identificar oportunidades para innovar y mantenerse competitivos en el mercado. Al comprender las prácticas existentes, la empresa puede desarrollar estrategias para introducir tecnologías avanzadas y mejorar las prácticas agrícolas de los clientes. Esto no solo atrae a nuevos clientes que buscan modernizar sus operaciones, sino que también ayuda a fidelizar a los clientes actuales al ofrecer soluciones que aumenten su productividad y sostenibilidad.

- **Pregunta: ¿En promedio, cuanto tiempo emplea en la fumigación por hectárea?**

El 47.6% de los encuestados mencionan que se demoran entre 3 a 5 horas fumigando

cada hectárea, es importante anotar que según este rango encuestado se optimizaría los tiempos en la aplicación de fumigación con drones y se tendría una reducción del 92% con respecto al tiempo mencionado, lo cual genera una amplia posibilidad de incentivar al agricultor a tomar la decisión de cambiar a un método que tecnificará este proceso, llevando no solo un ahorro en cuanto tiempo, si no generaría una optimización de los costos, contribuiría al medio ambiente con la preservación de los recursos ambientales y generaría datos estadísticos más certeros a la hora de tomar decisiones:

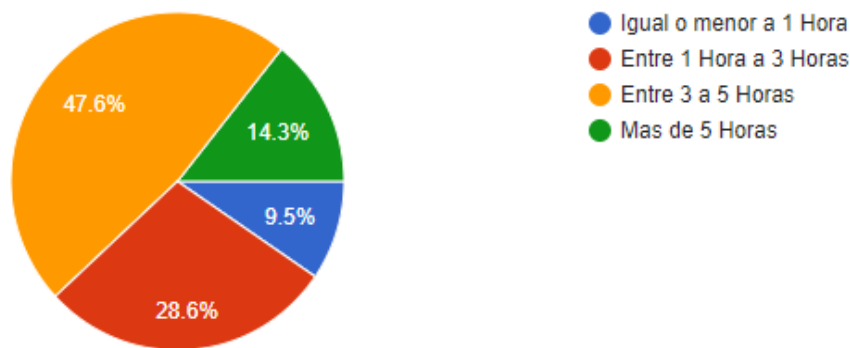


Figura 15. Gráfico 9

- **Pregunta: ¿Conoce la fumigación con drones?**

Obtener datos sobre el costo promedio de fumigación por hectárea nos permite comparar la fumigación con drones con otros métodos de fumigación convencionales, como el uso de equipos terrestres o aéreos. Esta información es valiosa para tomar decisiones informadas sobre la inversión en tecnología de drones agrícolas y determinar si es una alternativa rentable en comparación con las prácticas tradicionales.

El costo de fumigación de drones por hectárea está relacionado con la eficiencia y la rentabilidad de esta tecnología. Si los costos son altos en relación con los beneficios obtenidos,

los agricultores pueden reconsiderar su uso o buscar formas de optimizar su implementación para aumentar la rentabilidad. Obtener información precisa sobre los costos ayuda a realizar un análisis completo de la viabilidad económica de la fumigación con drones en la agricultura.

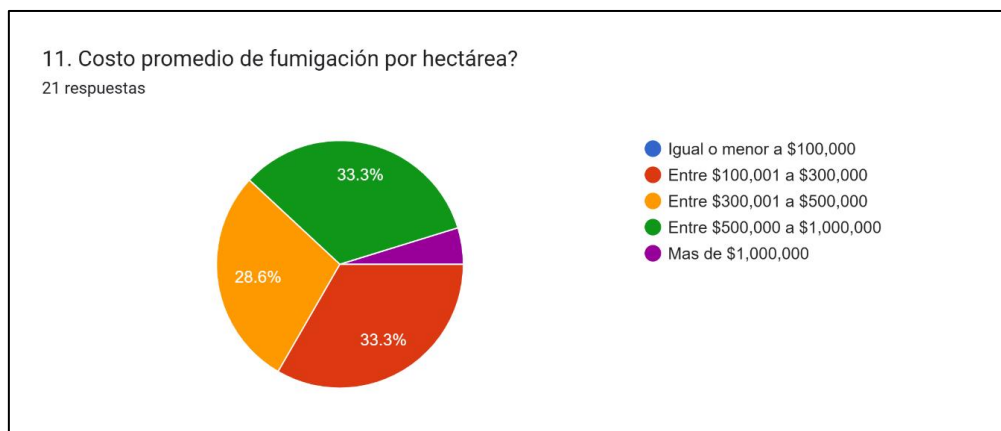


Figura 16. Gráfico 10

Es importante destacar que las personas encuestadas indicaron que la actividad se lleva a cabo de manera manual, y que la variación en los costos de esta fumigación dependió en gran medida del tipo de cultivo y del tiempo invertido en los controles de fumigación.

Asimismo, orientar la población agricultora a conocer el costo promedio de fumigación de drones por hectárea permite a los agricultores y productores realizar una planificación financiera adecuada. Al tener una idea clara de cuánto les costará utilizar esta tecnología, pueden ajustar sus presupuestos y evaluar la viabilidad económica de incorporar drones en sus prácticas agrícolas.

- **Pregunta: ¿Conoce la fumigación con drones?**

12. Conoce la fumigación con drones?
21 responses

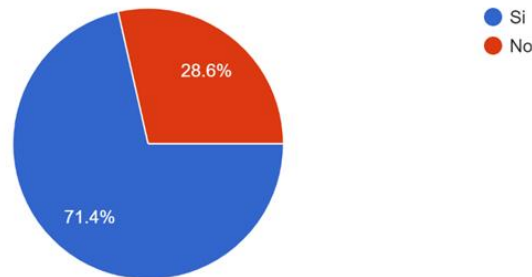


Figura 17. Gráfico 11

La pregunta es fundamental para determinar si los agricultores encuestados están familiarizados con la tecnología de fumigación con drones, lo cual es crucial para evaluar su conocimiento sobre las nuevas tecnologías de la agricultura 4.0. Según los resultados obtenidos, aproximadamente el 70% de los encuestados indicaron estar al tanto de esta tecnología de fumigación. Este dato es de gran relevancia, ya que sugiere que una parte significativa de los agricultores ya tiene un conocimiento previo sobre el uso de drones en fumigación.

Este nivel de familiaridad previa es beneficioso por varias razones. En primer lugar, podría facilitar la adopción de drones para la fumigación, ya que los agricultores no tendrían que comenzar desde cero en términos de aprendizaje y entendimiento de la tecnología. Además, este conocimiento previo podría reducir la resistencia al cambio tecnológico, lo que es común cuando se introducen nuevas prácticas en el sector agrícola. Los agricultores que están familiarizados con la tecnología de drones probablemente estén más abiertos a considerar sus beneficios y a incorporarla en sus operaciones agrícolas

- **Pregunta: ¿Conoce los beneficios de la fumigación con drones?**

13. Conoce los beneficios de la fumigación con drones?

20 respuestas

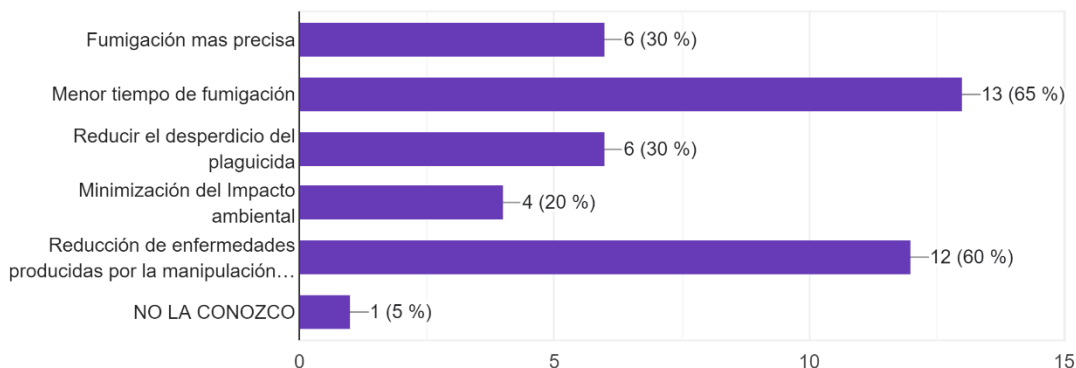


Figura 18. Gráfico 12

Dentro de la investigación se establecieron parámetros estándar para evaluar el nivel de conocimiento de cada persona en su respectivo cultivo en la región de la Orinoquia. Los datos obtenidos se reflejan en la tabla adjunta, la cual permite determinar si los clientes están al tanto de los beneficios de la tecnología de fumigación con drones por varias razones clave. Cuando los clientes comprenden las ventajas como la precisión en la fumigación, menor tiempo de aplicación, reducción del desperdicio de plaguicidas, minimización del impacto ambiental y menor riesgo para la salud debido a la manipulación de químicos, la empresa puede explicar de manera efectiva cómo estos factores mejoran la eficiencia y la efectividad del servicio.

Se puede evidenciar que la gran mayoría de las personas saben que este tipo de servicio permite una reducción de enfermedades producidas por la manipulación y se ofrece en menores tiempos, permitiendo darle al cliente mayor seguridad y confianza. Al mostrar cómo la tecnología de drones puede contribuir a un entorno agrícola más seguro y saludable, la empresa no solo beneficia a sus clientes, sino que también se posiciona como un actor responsable y

comprometido con el bienestar general.

- **Pregunta: ¿Estaría dispuesto a contratar los servicios de fumigación con dron?**

El 85.7% de los encuestados estarían dispuestos a usar este tipo de fumigación, de los cuales el 83% realizan la fumigación con métodos tradicionales, lo cual generaría una buena demanda para la implementación de esta tecnología en el agro y contribuyendo al medio ambiente, impactando positivamente en la reducción de la huella de carbono, optimizando los costos del agricultor con una fumigación más precisa y generando bienestar en cuanto a salud del agricultor. Es importante anotar, que del total de encuestados dispuestos a invertir en esta metodología en la región de Orinoquia, el 22,2% cultivan plátano y piña, seguido de arroz y yuca.

14. ¿Estaría dispuesto a contratar los servicios de fumigación con dron?
21 respuestas

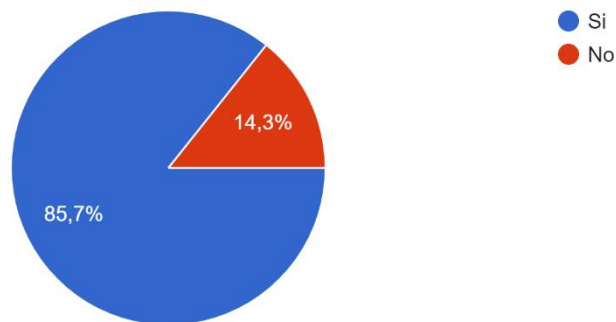


Figura 19. Gráfico 13

- **Pregunta: ¿Cuánto dinero estaría dispuesto a invertir?**

Conocer el nivel de inversión que los agricultores están dispuestos a hacer en la fumigación con drones nos permite determinar la demanda potencial de esta tecnología en el mercado agrícola. Esta información es crucial para ajustar las estrategias de comercialización y

desarrollo de productos que se alineen con las necesidades y capacidades financieras de los agricultores.

Además de establecer precios competitivos y atractivos para adaptar las ofertas y servicios para satisfacer las necesidades específicas de cada cliente se pueden incluir opciones de paquetes personalizados, descuentos o planes de financiamiento que se ajusten al presupuesto y las preferencias de los agricultores, lo que aumenta la probabilidad de que opten por utilizar esta tecnología en sus cultivos.



Figura 20. Gráfico 14

El 66.7% nos dice que estaría dispuesto a invertir menos de 1 millón por los servicios de fumigación con drones

Pero existe un buen porcentaje que indica que puede invertir entre 1 y 5 millones.

Ahora para determinar si es rentable, se deberá comparar el costo estimado de la fumigación con drones con otros métodos de fumigación tradicionales, teniendo en cuenta factores como la eficiencia, la precisión y los beneficios adicionales que ofrece el uso de drones. Además, es importante considerar el aumento en la productividad y la calidad de los cultivos que podría resultar de una fumigación más precisa y oportuna.

De manera más puntual se detallan las variables para que a largo plazo se dé una buena estrategia de negocio entre agricultores y prestación de servicios de drones

- **Precisión y Eficacia:** Los drones agrícolas permiten una aplicación precisa de productos químicos, lo que minimiza el desperdicio y maximiza la eficacia de la fumigación. Esto significa un uso más eficiente de los insumos y una mayor protección de los cultivos contra plagas y enfermedades.
- **Ahorro de Tiempo y Costos:** Al automatizar el proceso de fumigación, los agricultores pueden ahorrar tiempo y reducir los costos laborales asociados con la fumigación manual. A largo plazo, esto puede significar ahorros significativos en los costos de producción.
- **Mejora de la Calidad y la Productividad:** La aplicación precisa de productos químicos y el monitoreo regular pueden mejorar la calidad de los cultivos y aumentar la productividad a largo plazo.
- **Pregunta: ¿Conoce los beneficios de la fumigación con drones?**

16. En su opinión, ¿qué requerirían los agricultores para adaptarse a la tecnología de fumigación con drones?
21 responses

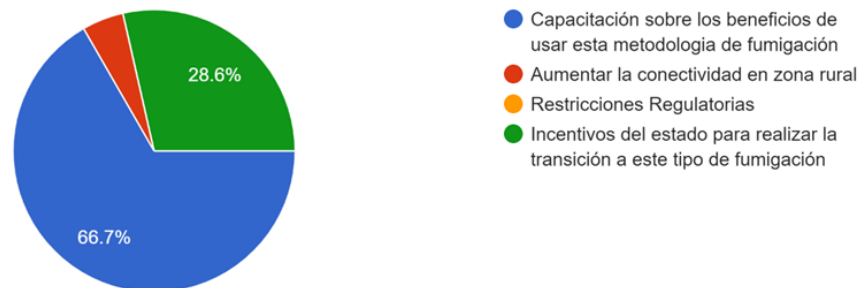


Figura 21. Gráfico 15

En relación a esta pregunta, se observa que alrededor del 65% de los encuestados

opinan que para adaptarse a la tecnología de fumigación con drones requieren conocimiento acerca de los beneficios que conlleva este tipo de tecnología y el 29% aproximado determina que se requieren incentivos por parte del estado para realizar este tipo de implementación en su actividad económica. Adicionalmente, se observa que los encuestados tienen claridad acerca de los aspectos clave que consideran determinantes para la implementación de la fumigación con drones, lo que demuestra aunado a la pregunta 12 de la encuesta, que se tiene conocimiento de esta tecnología.

8.2 Discusión

La introducción de tecnologías avanzadas como los drones en la agricultura de la región Orinoquía tiene el potencial de transformar las prácticas agrícolas, mejorando significativamente su eficiencia y sostenibilidad. Más del 66% de la fuerza laboral agrícola en esta región pertenece al grupo de edad de 25 a 45 años, caracterizado por su familiaridad y aceptación natural de la tecnología. Esto ofrece una oportunidad única para implementar innovaciones como la fumigación con drones, que optimizan procesos y mejoran la rentabilidad de los negocios agrícolas al reducir costos, tiempos de trabajo y mejorar la precisión de las aplicaciones fitosanitarias (referencia: AgroTécnico).

El género también desempeña un papel crucial en la adopción de tecnología. Hay una participación significativa de mujeres agricultoras en la región, reflejando un creciente interés y compromiso femenino en el desarrollo rural y agrícola (fuente: DANE - Mujeres Rurales en Colombia). Este hallazgo subraya la necesidad de programas de capacitación y promoción diseñados específicamente para cada género, garantizando un acceso equitativo a las nuevas

tecnologías agrícolas. La ubicación geográfica de los predios también influye en la adopción de tecnología, con cultivos concentrados principalmente en los departamentos de Casanare y Meta, lo cual es crucial para la planificación y distribución de servicios de fumigación con drones, optimizando operaciones según la demanda localizada. La propiedad de los predios es otro factor determinante, con propietarios de tierras mostrando mayor disposición a invertir en tecnologías avanzadas como los drones, debido a su interés en la optimización y sostenibilidad a largo plazo de sus terrenos (referencia: Revista Nacional de Agricultura).

El tamaño del cultivo también afecta la adopción de drones, siendo la mayoría de los agricultores encuestados quienes tienen cultivos de hasta 5 hectáreas, lo que hace viable la tecnología de drones para optimizar la fumigación y reducir costos en áreas más pequeñas. El tipo de cultivo determina las necesidades específicas de manejo y fumigación, destacando la importancia de personalizar los servicios de drones para maximizar su efectividad (referencia: MinAgricultura). Los beneficios económicos y ambientales de la fumigación con drones son significativos, reduciendo el tiempo de fumigación hasta en un 92%, optimizando el uso de productos químicos y minimizando la contaminación ambiental, lo que mejora la rentabilidad y sostenibilidad de las prácticas agrícolas. La alta disposición de los agricultores a adoptar esta tecnología indica una creciente y potencial demanda de servicios de fumigación con drones en la región Orinoquía.

8.3 Conclusiones

- Una de las variables identificadas en la investigación para ampliar la cobertura en la fumigación con drones es el desconocimiento sobre la operación de drones y cómo esta metodología puede contribuir en la región. La implementación de drones permite optimizar tiempos, reducir costos, mejorar la precisión de la fumigación, ahorrar

recursos naturales, reducir enfermedades laborales, aumentar la productividad al identificar fácilmente el estado de los cultivos, detectar plagas a tiempo y minimizar el riesgo del cultivo, además de generar un monitoreo permanente. Por lo tanto, es crucial realizar capacitaciones que promuevan la fumigación con drones como una opción viable (fuente: AgroTécnico).

- Colombia posee un gran potencial agrícola y se encuentra en el puesto 25 de 233 países con mayor potencial de expansión para sembrar alimentos en 39 millones de hectáreas. Esto genera una demanda significativa y un gran desafío para el país, dado el importante retraso en la automatización de procesos en el sector agrícola. Por ello, es crucial que el Estado genere incentivos y acciones que fomenten la adopción de metodologías como la fumigación con drones para el control, gestión y monitoreo de los cultivos, en beneficio del ambiente y la preservación de los recursos naturales (fuente: MinAgricultura).
- Cerca del 70% de los agricultores de la región cultivan en predio propio, lo cual reduce los costos por concepto de arrendamiento y permitiría contemplar la posibilidad de incluir dentro de su estructura de costos la implementación de la fumigación con drones. Los propietarios están interesados en la optimización a largo plazo y la sostenibilidad de sus cultivos, facilitando así la implementación de drones, a pesar de la inversión inicial mayor que requieren, dado los beneficios económicos y ambientales a largo plazo que proporcionan.
- A pesar de que en la actualidad el 85% de los agricultores encuestados, realizan los trabajos de fumigación de forma manual (con sistema de bombeo), tienen conocimiento de

la fumigación con drones y alguno de los beneficios que esta alternativa conlleva.

- La mayoría de la fuerza laboral agrícola en la región Orinoquía se concentra en el rango de edad de 25 a 45 años. Esta generación muestra una alta receptividad hacia la tecnología y una comprensión natural de su aplicación en procesos agrícolas, lo que sugiere una disposición favorable hacia la adopción de drones para la fumigación, facilitando así la implementación de esta tecnología en la región.
- Se observa una creciente participación femenina en la agricultura, lo cual representa una oportunidad para diseñar servicios de fumigación con drones adaptados a las necesidades y preferencias específicas de las mujeres agricultoras. Es crucial desarrollar estrategias inclusivas y efectivas de capacitación y promoción que aborden las particularidades de ambos géneros en la adopción de nuevas tecnologías agrícolas.
- Más del 70% de los encuestados tienen cultivos de hasta 5 hectáreas, lo cual favorece la implementación de drones. Esta escala de cultivo permite una fumigación eficiente y optimizada que reduce significativamente el tiempo y los recursos necesarios, en comparación con los métodos tradicionales.
- Los cultivos más comunes en la región Orinoquía son plátano, piña, arroz y yuca, lo que subraya la necesidad de adaptar los servicios de fumigación con drones a las necesidades específicas de cada tipo de cultivo. Esto implica utilizar diferentes tipos de drones y métodos de fumigación según los requerimientos particulares de cada cultivo.
- Los márgenes de ganancia por hectárea varían entre 2 y 8 SMMLV, lo que indica que incorporar la fumigación con drones en los costos operativos es económicamente viable.

Los drones pueden optimizar el uso de insumos, mejorar la calidad y productividad de los

cultivos, y tener un impacto positivo en la rentabilidad de los agricultores.

- El 47.6% de los encuestados dedica entre 3 a 5 horas por hectárea en la fumigación.

Reducir este tiempo con drones puede mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos laborales, lo que es fundamental para la adopción de esta tecnología en la región.

- Aproximadamente el 70% de los encuestados están familiarizados con la fumigación con drones y el 85.7% estaría dispuesto a utilizar estos servicios. Este alto nivel de conocimiento y disposición refleja una alta demanda potencial en la región para la implementación de servicios de fumigación con drones. Es crucial capitalizar esta disposición mediante campañas educativas y promocionales efectivas.

9. REFERENCIAS

- AGROPECUARIA, U. D. (16 de 05 de 2023). *UPRA*. Obtenido de <https://upra.gov.co/es-co/saladeprensa/Paginas/El-sector-agropecuario-empieza-a-repuntar-con-una-variacion-en-el-PIB-de-0,3--durante-el-primer-trimestre-del-2023.aspx>
- DANE. (11 de 2016). Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- Gonzalez, A., Amarillo, G., Amarillo, M., & Sarmiento, F. (22 de 03 de 2016). *Hemeroteca*. Obtenido de Publicaciones e Investigaciones UNAD: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1585>
- Herrera, M. (17 de 09 de 2023). *VALORA ANAITIK*. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2023/09/17/panorama-infraestructura-digital-colombia-internet/>
- NACIONES UNIDAS*. (3 de 12 de 2013). Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2013/12/1288891>
- Trabajo, O. I. (2022). *Trabajo, Organización Internacional del Trabajo*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_864202.pdf
- Tiempo, R. E. (2016, May 24). El 65,8 % de la tierra apta para sembrar en Colombia no se aprovecha. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16601436>

Pbicolombia. (2018, January 5). *Tierra concentrada y mal usada*. PBI Colombia (Spanish).

<https://pbicolombiablog.org/2018/01/06/tierra-concentrada-y-mal-usada/>

Garzón, J. M. & Luque, F. (2018). *Implementación de drones para incrementar la productividad en el agro colombiano*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10726/2302>.

AGROPECUARIA, U. D. (16 de 05 de 2023). *UPRA*. Obtenido de <https://upra.gov.co/es-co/saladeprensa/Paginas/El-sector-agropecuario-empieza-a-repuntar-con-una-variacion-en-el-PIB-de-0,3--durante-el-primer-trimestre-del-2023.aspx>

Almario, M. A. (2023). Futuro en el mercado colombiano de los drones está en las aplicaciones comerciales. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/futuro-en-el-mercado-colombiano-de-los-drones-esta-en-las-aplicaciones-comerciales-3646737>

DANE. (11 de 2016). Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

DANE. (2016). Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura Tendencias y desafíos.

Gonzalez, A., Amarillo, G., Amarillo, M., & Sarmiento, F. (22 de 03 de 2016). *Hemeroteca*. Obtenido de Publicaciones e Investigaciones UNAD: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1585>

Herrera, M. (17 de 09 de 2023). *VALORA ANAITIK*. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2023/09/17/panorama-infraestructura-digital-colombia-internet/>

izquierdo, A. (2023). La agricultura de precisión utiliza tecnologías avanzadas para mejorar la productividad y el uso eficiente de los recursos en las tierras de cultivo. *Revistapym*. Obtenido de <https://www.revistapym.com.co/articulos/comunicacion/63873/los-drones-se-toman-el-campo-en-colombia>

NACIONES UNIDAS. (3 de 12 de 2013). Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2013/12/1288891>

PORTAFOLIO. (2023). Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/la-orinoquia-ya-tiene-listo-su-propio-plan-de-desarrollo-582231>

republica, L. (2015). Los 10 problemas que le restan capacidad al agro. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/los-10-problemas-que-le-restan-capacidad-al-agro-2297396>

Trabajo, O. I. (2022). *Trabajo, Organizacion Internacional del Trabajo*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_864202.pdf

Villamizar, A. (2024). Insumos bajan de precio y ayudan a que el agro jalone la economía del país. *El colombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/negocios/agro-jalona-la-economia-de-colombia-IC24047942>

Semana, R. (2023, July 27). Internet en el campo colombiano, ‘en pañales’ para alcanzar una revolución tecnológica | Esto fue lo que encontró el Dane. *Semana.com Últimas Noticias De Colombia Y El Mundo*. <https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/el-campo-colombiano-desconectado-y-en-panales-para-alcanzar-una-revolucion-tecnologica-esto-fue-lo-que-encontro-el-dane/202351/>

Colombia estrena estrategia para atraer inversión para sostenibilidad. (n.d.). *Portafolio.co*. <https://www.portafolio.co/negocios/inversion/colombia-promueve-estrategia-de-inversion-en-desarrollo-sostenible-procolombia-574974>