

IMPLEMENTACIÓN DE DRONES DE FUMIGACION EN LA AGRICULTURA DE LA
VEREDA ARENALES EN EL MUNICIPIO CASTILLA LA NUEVA.



GERMAN SANTIAGO TRUJILLO GOMEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO
2022

IMPLEMENTACIÓN DE DRONES DE FUMIGACION EN LA AGRICULTURA DE LA
VEREDA ARENALES EN EL MUNICIO CASTILLA LA NUEVA.

GERMAN SANTIAGO TRUJILLO GOMEZ

(germantrujillo@usantotomas.edu.co)

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

JHON ADEMIR PALOMINO PARRA

Ingeniero de Sistemas

Codirector

OSCAR IVAN VARGAS PINEDA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

VILLAVICENCIO

2022

Autoridades academicas

P. JOSE GABRIEL MESA ANGULO, O.P.

Rector General

P. EDUARDO GONZALEZ GIL, O.P.

Vicerrector Académico General

P. JOSE ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. FRAY RODRIGO GARCIA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

Mg. HECTOR MANUEL AVILA SIERRA

Decano Facultad de Ingeniería Industrial Sede Villavicencio

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre, la cual desde el día en que nací, fue el apoyo incondicional hasta el día de hoy y con seguridad, hasta el día que le sea humanamente posible, su amor inmenso hacia su hijo y la preocupación de sacarlo adelante que el día de hoy está dando sus frutos luego de años y años de arduo trabajo y esfuerzo, atravesando situaciones tanto duras como desalentadoras, nunca se dio por vencida y por eso, me encuentro dedicándole cada uno de los logros que dé por finalizados hasta el último día de mi vida, le debo todo a mi madre y por eso le dedico cada uno los pasos que cumpla, iniciando con este.

De igual manera dedico el esfuerzo realizado a mis abuelos, los cuales cumplen un papel de suma importancia en mi vida y los cuales estuvieron siempre para mí, en cada una de las etapas de mi vida, aportando con su sabiduría y su consejo el cómo poder llevar las diferentes situaciones de mi vida y todo lo que esta tiene preparado para mí.

Por último, a todas las amistades importantes que me han acompañado hasta el día de hoy, aportando mi formación como persona y siendo parte del transcurso de mi carrera universitaria.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia principalmente y a cada uno de los involucrados en este hermoso proceso que recibe el nombre de carrera universitaria, a cada uno de los docentes con los cuales tuve relación, de los cuales recibí apoyo y más importante aún, del tiempo que cada uno dedicó a la formación de profesionales y personas, agradezco a mis más grandes amigos de toda la vida, que a pesar de tomar caminos diferentes siempre estuvieron presentes de cualquier forma y aportaron a mi crecimiento, por último, agradezco a la universidad Santo Tomás de Villavicencio por abrirme sus puertas, por permitirme conocer cada uno de los espacios y velar por su estudiante, por su apoyo y su esfuerzo por ver a cada uno de sus estudiantes seguros y con un futuro prometedor por cumplir.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	9
Abstract	10
Línea de investigación	11
Introducción	12
Planteamiento del problema.....	13
Pregunta de investigación.....	13
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivo específico.....	15
Alcance o delimitación	16
Fumigación por drones	17
Conceptos.....	24
Optimización de procesos	24
Fumigación.....	24
Métodos de fumigación	24
Agricultura de precisión	24
Normatividad	24
Conclusiones	26
Referencias bibliográficas.....	27

Lista de tablas

Tabla 1 Normatividad	24
----------------------------	----

Lista de figuras

Figura 1 Objetivos de desarrollo sostenible.....	14
Figura 2 Objetivos de desarrollo sostenible.....	14
Figura 3 Dron Fumigador Pro-C-22	17
Figura 4 (Autoría, Propia).....	18
Figura 5 (Autoría, Propia).....	19
Figura 6. Hectareas para el desarrollo del proyecto.....	22

Resumen

El fin de este proyecto es demostrar la viabilidad que se tiene al implementar drones en el proceso de fumigación agrícola, buscando como resultado optimizar este proceso. En la región del Meta es evidente su ausencia o falta de tecnificación e industrialización de los sectores agrícolas, por ello con este proyecto se intenta demostrar los beneficios que se tienen al optimizar e implementar la fumigación con drones. En primer lugar, se tocarán temas acerca las ventajas competitivas que se tienen en el mercado, en donde se hablará de los beneficios económicos, en segundo lugar, acerca de los factores claves al momento de plantear la implementación de las nuevas tecnologías en el sector agrícola y por último se van a comparar aquellos métodos tradicionales de fumigación con los drones en los aspectos ambientales. La perspectiva que se tiene en temas de innovación en la agricultura se debe basar en implementar nuevas tecnologías que optimicen y hagan más eficiente el servicio de fumigación de cultivos.

Palabras Clave: Agricultura, innovación, industria 4.0, tecnología.

Abstract

The purpose of this project is to demonstrate the viability of implementing drones in the agricultural fumigation process, seeking to optimize this process. In the Meta region, its absence or lack of technification and industrialization of the agricultural sectors is evident, so this project tries to demonstrate the benefits of optimizing and implementing fumigation with drones. In the first place, we will talk about the competitive advantages that are had in the market, where we will talk about the economic benefits, secondly, we will talk about the key factors when considering the implementation of new technologies in the agricultural sector and finally we will compare those traditional methods of fumigation with drones is the environmental aspects. The perspective that is had on issues of innovation in agriculture must be based on implementing new technologies that optimize and make more efficient the crop fumigation service.

Key Word- Agriculture, innovation, industry, 4.0, technology.

Línea de investigación

La línea de investigación estará enfocada hacia a industria 4.0, específicamente en transformación de los modelos de negocio incorporando tecnología para la sostenibilidad y competitividad.

Introducción

En la presente trabajo de investigación sobre la agricultura en el país y los diferentes métodos, la tecnología e innovación que se pueden implementar hace parte de los estudios que se están llevando a cabo con la fumigación por drones, en donde se enfoca principalmente en la eficiencia y sector humano, la agricultura y como base fundamental en este caso, la fumigación, es una actividad sumamente importante y a la vez antigua en el país, grandes extensiones de terrenos se dedican a la agricultura y necesita del cuidado y mantenimiento de la manera más óptima posible, los métodos por fumigación antiguos como por avioneta, representan costos elevados y riesgos profesionales en donde se encuentra el manejo de insecticidas tóxicos para los humanos y los accidentes aéreos se encuentran presentes. Además de presentar una propuesta a una alternativa del uso de los herbicidas químicos, insecticidas y fungicidas que son perjudiciales y han afectado de manera negativa los suelos e incluso la salud de las personas.

Dicho esto, a continuación, se explorarán los puntos a favor y beneficios que otorga la implementación de los drones de fumigación en la agricultura del Meta.

Planteamiento del problema

La fumigación aérea por medio de avión ligero en Colombia se encuentra muy presente y arraigado desde hace bastantes décadas, podría denominarse como el método más habitual y cotidiano en las diferentes plantaciones y zonas de agricultura, estos métodos de fumigación representan múltiples daños y efectos no deseados en el ambiente, inicialmente se tiene en cuenta el costo y uso de combustibles contaminantes en aviones y aviones ligeros con el fin de fumigar las zonas establecidas y su respectivo dióxido de carbono generado en el recorrido de fumigación, además se presenta una “deriva” de productos de fumigación lo cual significa que existe una pérdida de este químico y por ende reduce la eficiencia; esta deriva puede ser vista como gotas que no alcanzan satisfactoriamente el objetivo y puede ocasionar efectos no deseados al ambiente, este efecto o daño puede llegar a ocurrir durante el proceso como también, tiempo después cuando se implementan productos volátiles. Dadas estas situaciones negativas de igual forma existen otros riesgos que se presentan a la hora de fumigar, de esta manera se puede catalogar como poco innovador y conservador y es el daño a la salud de los operarios por el manejo de sustancias tóxicas como lo son los fungicidas, estos causan efectos negativos a las personas que están en constante exposición a estos químicos, por ende, este método contaminante y dañino debe ser reducido en lo mayor posible y la solución puede llegar con la innovación e implementación de nuevas tecnologías, en donde para solucionarlo y disminuirlo se plantea un nuevo método el cual se denomina fumigación con drones, los cuales no usan combustibles fósiles o sus derivados como lo son el queroseno y la gasolina, necesitan solamente de una carga eléctrica y su precisión se puede observar cómo más exacta y eficaz.

Pregunta de investigación

¿Es factible el cambio de procesos de fumigación de aviones ligeros a procesos de fumigación con drones?

Justificación

La implementación de las nuevas tecnologías en el sector agropecuario se incorpora para la mejora y solución de problemas tanto ecológicos, sociales y económicos. Que logre impulsar de manera eficaz y eficiente la buena productividad. Con todo lo anteriormente mencionado se debe tener claridad acerca de la relación que hay en tanto inversión como investigación que busca lograr los siguientes ODS (Objetivos de desarrollo sostenible):

- Objetivo 8, Trabajo decente y crecimiento económico
- Objetivo 9, Industria, innovación e infraestructura

Figura 2 Objetivos de desarrollo sostenible



Figura 1 Objetivos de desarrollo sostenible



Nota: Imágenes obtenidas de Gamez, M. J. (2015, septiembre 17). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Objetivos

Objetivo general

Plantear la factibilidad de la implementación de drones de fumigación que produzca productos de calidad utilizando tecnología 4.0 en la vereda arenales en el municipio Castilla la nueva

Objetivo específico

- Conocer la cantidad de contaminación que genera el método de fumigación por drones y los costos que este representa para llevar a cabo su uso.
- Identificar los beneficios económicos que se generan al implementar el uso de drones de fumigación en la agricultura dentro de la vereda arenales en el municipio Castilla la nueva
- Establecer a través de tecnología 4.0 los beneficios obtenidos a nivel ambiental y a nivel de salud del ser humano, provenientes de la aspersión por el método de fumigación.

Alcance o delimitación**Tema:**

Innovación tecnológica en el método de fumigación de cultivos agrícolas

Problemática

La falta de incorporación de nuevas tecnologías en el campo agrícola para la sostenibilidad y competitividad.

Población de estudio:

Cultivos ubicados en vereda arenales municipio Castilla la nueva

Lugar:

Meta, Colombia

Año de estudio:

2022

Duración de la investigación:

1 año

Fumigación por drones

En la actualidad un factor importante es poder llegar a optimizar cualquier proceso, por ello la propuesta de este proyecto de innovación es lograr implementar la industria 4.0 en el proceso de fumigación, ya que en este momento va enfocada hacia la agricultura de precisión.

En donde usaremos un dron fumigador pro-c22 que cuenta con un sistema de pulverización preciso de doble bomba con diseño de boquilla H. type 8 y diseño de bomba de agua de 4L/min, es un equipo de tecnología avanzada que permite monitorear y fumigar hectáreas de cultivo, cuenta con un tanque de 22 L y permite un tiempo de desplazamiento de 15 min (carga completa) / 10 min (sin carga). (Steamblue, s.f.)

Figura 3 Dron Fumigador Pro-C-22



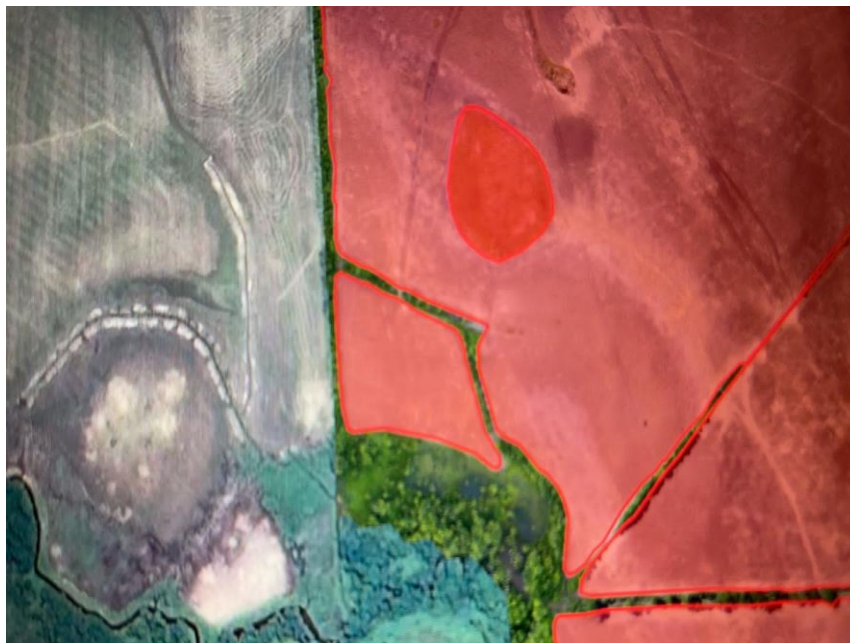
Nota. Imagen tomada de la página oficial de Steamblue. Recuperado el 18 de noviembre de 2022

Cuando hablamos de fumigación en la agricultura se identificó varios problemas en este, ya que si reemplazamos la fumigación tradicional se evidenciaría que es una herramienta de gran apoyo para los productores en el sector agropecuario y actúa de manera precisa en la aspersión de los cultivos, de tal manera que se puede hasta llegar a llevar un control.

Otro enfoque que le queremos brindar a este proyecto es el hecho de en vez de usar herbicidas químicos tradicionales, usaremos una alternativa ecológica que se trata de la elaboración de un herbicida natural a partir de la pulpa mucilaginosa del cacao. En donde lo que queremos es no solo generar un impacto en temas tecnológicos sino también lograr brindar una alternativa del uso de químicos que deterioran cada vez más la salud de los trabajadores y contamina el agua.

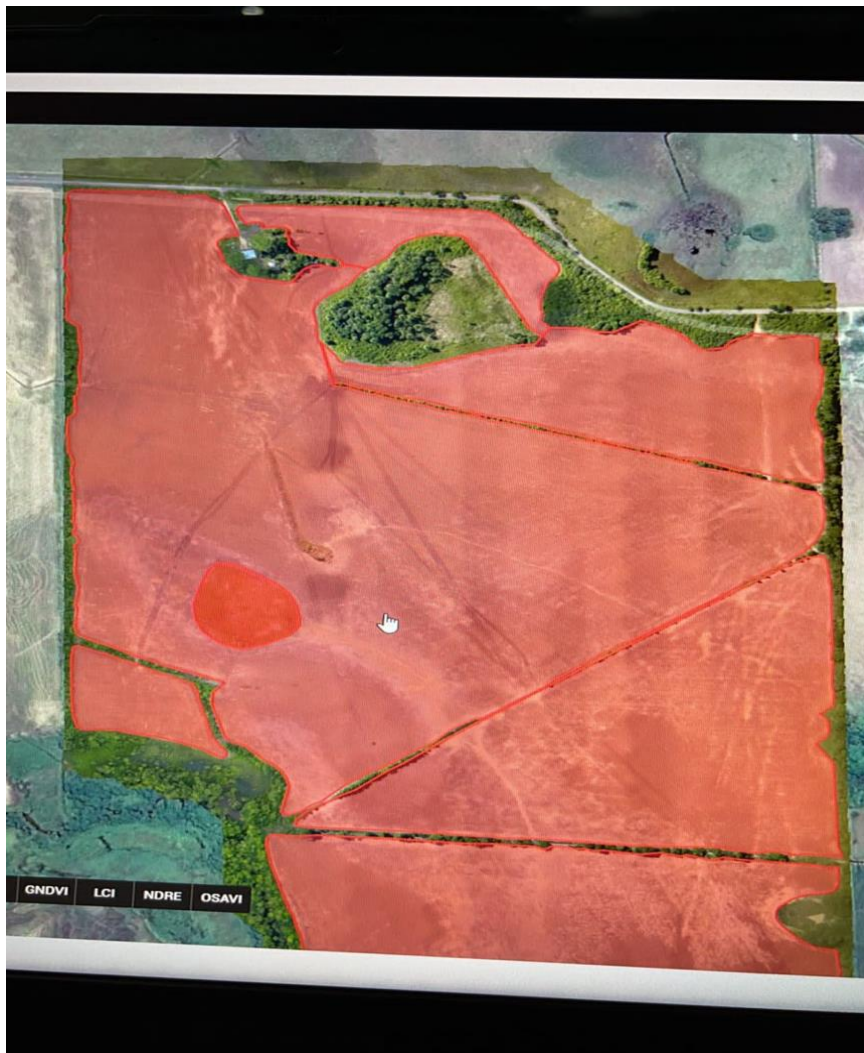
Este proyecto se realizará en la vereda arenales en el municipio castilla la nueva, en donde se aplicará el herbicida natural a partir de la pulpa mucilaginosa del cacao en un cultivo de arroz, para poder estudiar su proceso en cuanto que tan factible es la utilización de este, en el cultivo.

Figura 4 (Autoría, Propia)



Además, el dron cuenta con unas baterías diseñadas específicamente para los drones agrarios, las cuales son totalmente recargables. Por ello, queremos implementar la alternativa de usar los paneles solares (paneles fotovoltaicos) se trata de un conjunto de células fotovoltaicas en donde su función es generar una corriente eléctrica, la cual tendría la función de recargar las baterías del dron de una manera que aporte al medio ambiente ya que sería energía renovable y no contaminante.

Figura 5 (Autoría, Propia)



Respecto a los costos y beneficios, es claro tener en cuenta el consumo de combustibles de los aviones ligeros, los riesgos que esto representa y además de esto, muy importante el costo que tiene el servicio y desperdicio que genera.

El costo por hectárea a la hora de llevar a cabo la fumigación por avioneta rodea los valores habituales de \$45.000COP y \$65.000COP pero se trabajan solamente con un mínimo de 10 hectáreas para realizar la labor, por ende, representaría valores mínimos de \$450.000COP y \$650.000COP, lo que en este terreno en el cual se está ejecutando y tiene como medidas 21.5 hectáreas, tendría un costo estimado de \$1'182.500COP teniendo en cuenta un valor de \$55.000COP por cada hectárea, esto representando una única fumigada que tarda un aproximado de 20 a 30 minutos. Cabe recalcar el uso de un combustible especial el cual es la gasolina etílica de 130 octanos y todo esto sin incluir los pesticidas o fungicidas los cuales representan valores sumamente altos y se desperdician en gran medida.

Respecto a los costos de fumigación de los que requiere el dron, se entra a analizar únicamente el consumo de energía que requiere para su respectivo funcionamiento ya que el dron es 100% eléctrico, no necesita ningún tipo de combustible fósil o algún tipo de combustión para realizar el trabajo correspondiente.

El dron en este caso posee una batería de litio con capacidad de 22000mAh y viene con el cargador el cual tiene como características una potencia de salida de 2400W, con estos datos en cuestión, son 1200 vatios/hora los consumidos en la respectiva hora de carga del dron, para analizar el costo de carga del dron también teniendo en cuenta que es requerido un total de 40 minutos para cargarse al 100% debemos transformar los 1200W/h a kWh que es la respectiva unidad de medida de cobro para los hogares en Colombia.

$$kWh = \frac{Wattsxhoras}{1000}$$

Mediante esta fórmula se puede conocer el costo que se tendría por hora de kilovatios.

$$kWh = \frac{1200}{1000} = 1.2kWh$$

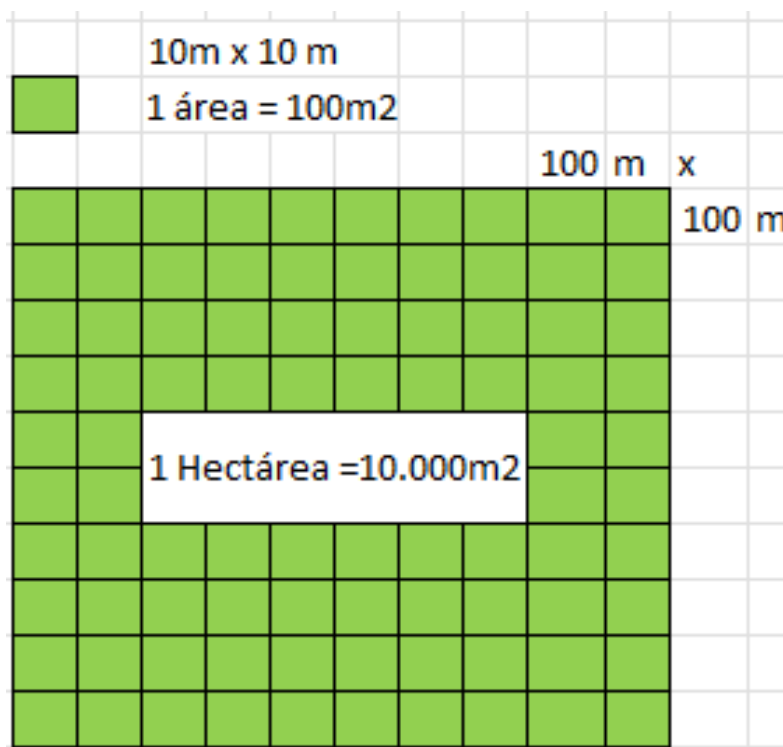
Ahora, el costo promedio de kWh en Colombia es de 275.04 COP/kWh, en Villavicencio es de 632.8kWh con subsidio en un estrato 3, ya que se planea llevar las baterías cargadas debido al casi obsoleto servicio de luz con el que se cuenta en la vereda actualmente, más específicamente en esta zona que debe fumigarse.

El tiempo requerido para cargar estas 3 baterías equivale a 120 minutos, 40 minutos respectivamente cada una, por lo que quiere decir que el costo de kWh se debe multiplicar por 2 para conocer su costo de carga.

$$632.8kW \times 2h = 1265.6kWh$$

Por ende, el costo total de la carga de las 3 baterías sería de \$1265,6 COP, por lo que cada batería representa un costo de carga de \$421,87COP, de igual manera, este valor también representa el costo de 1/3 de las 21.5 hectáreas que se deben fumigar, lo que equivale a 7.17 hectáreas. Por lo que si con una batería que consume un total de \$421,87COP para fumigar 7.17 hectáreas, demuestra que el costo por hectárea fumigada es de \$58,838COP en comparación a los \$55.000COP del costo por hectárea que representa el avión ligero. En cuanto a lo que representa una fumigación que está siendo realizada por un dron el cálculo estimado a una velocidad promedio de entre 7m/s a 10m/s (25km/h a 36km/h) tardaría 12.5 segundos en recorrer 100 metros con una velocidad promedio de 8m/s, según la siguiente imagen, tendría que recorrer esta distancia 10 veces para completar exitosamente la fumigada de una hectárea completa, lo que representa un tiempo de 125 segundos (2 minutos con 5 segundos) en completar teóricamente la hectárea por completo, lo que la medida completa de la zona a fumigar tarda un aproximado de 44 minutos con 47,5 segundos.

Figura 6. Hectareas para el desarrollo del proyecto



El tiempo de operación del dron completamente cargado es de 15 minutos como mínimo, esto significa que el proceso debe ser detenido 2 veces por un lapso de 35 a 40 minutos para que cargue nuevamente al 100% y seguir con la labor.

El dron de fumigación el cual recibe carga eléctrica ya que posee batería de litio representa un impacto positivo debido a la disminución del uso de combustibles y la generación de emisiones contaminantes entre otras, la precisión con la que trabaja el dron es superior en gran medida que la de un avión ligero ya que se evidencia una altura de vuelo que esta con los límites del cultivo, por el contrario que los aviones ligeros que deben tener distancias prudentes con el fin de prevenir accidentes o situaciones que causen daños a los cultivos o al mismo vehículo de fumigación, se tiene en cuenta el desplazamiento que debe realizar el avión ligero para tomar las curvas y las vueltas, lo cual genera tiempos perdidos, uso de combustible innecesario y el desperdicio de químicos en los momentos que tardar en cerrar las compuertas o el sistema de fumigación, pese a esto, esta altura mínima que tiene el avión ligero que sigue siendo bastante alta a comparación del dron, permite en gran medida la deriva de estos químicos, siendo perdidas y daños colaterales a diferentes zonas y puede aplicar a otros cultivos.

Las situaciones en las cuales se debe fumigar un cultivo varían enormemente según la intensidad de la plaga, la situación climática, o la persistencia de este mismo parásito, en algunos tipos de fungicidas e insecticidas se encuentran presentaciones de 200L con valores que rondan los cuatro millones y nueve millones de pesos colombianos y el costo de realizar la fumigación se observó anteriormente, causando así más costos.

El dron en este caso, ronda en un costo alrededor de los ciento veinticinco millones de pesos colombianos que representa en sí, una inversión bastante grande para iniciar con este proceso, sin embargo, en proyección futura representa un ahorro significativo con el transcurso de los años, ya que influencia tanto en pago de empresas fumigadoras, combustibles, reducción de contaminación y de igual forma, el mejor uso de los químicos que se utilizan, desperdiciando menos y siendo más aprovechados.

Respecto al uso del dron, el operario del dron no representa ningún costo ya que el mismo propietario del cultivo es la persona encargada de conducir el dron con su respectiva licencia vigente.

A la hora de entrar en materia de contaminantes generados por el dron, inicialmente se encuentra con que el dron no produce ni emite ningún tipo de contaminante debido al uso de batería de litio con el que se cuenta y que se carga respectivamente con energía eléctrica.

Conceptos

Optimización de procesos

La optimización de procesos es la disciplina que se encarga de adaptar los procesos para optimizar sus parámetros, pero sin infringir sus límites. Generalmente, tiene como objetivos minimizar costos y maximizar el rendimiento, la productividad y la eficiencia. (SYDLE, 2022)

Fumigación

A la acción de fumigar se le conoce como fumigación. Este acto consiste en la utilización de vapores, polvos en suspensión, gases, humo, agroquímicos o bio-insumos para lograr la desinfección de algo, controlar o eliminar plagas para la protección de cultivos. (En tu finca , 2020)

Métodos de fumigación

La fumigación en el país ha sido tradicionalmente mediante método manual, en el que se requiere un uso intensivo de mano de obra y tiempo, con los consecuentes riesgos humanos, ambientales y económicos. (Semana , 2015)

Agricultura de precisión

La agricultura de precisión nace como una alternativa para el productor, en lo referente a las mejoras de algunos procedimientos apoyado en instrumental especializado; que le permita conseguir el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles. (Silva, s.f.)

Normatividad

- Normativa ambiental / manejo de pesticidas

Tabla 1 Normatividad (Autoría, Propia)

Gestión de Plaguicidas y productos peligrosos	Descripción
Decreto 1843 del 22 de Julio de 1991 del Ministerio de Salud	Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre Uso y Manejo de Plaguicidas
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se establecen las medidas de protección personal en el uso y manejo de plaguicidas.
Decreto 0502 del 5 de marzo de 2003	El Gobierno Nacional reglamenta la Norma Andina para el Registro y Control de P.Q.U.A. (Plaguicidas, químicos de uso agrícola y bioseguridad).
Decreto 1180 del 10 de mayo de 2003	El Gobierno Nacional reglamenta las competencias del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y dispone que la importación de plaguicidas se ajustará al procedimiento señalado en la Decisión Andina 436 del Acuerdo de Cartagena.

- Normativa legal de los drones

En Colombia los drones están dentro de la categoría de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia-RPAS definido por la aeronáutica colombiana. Por lo tanto, se nombra los requisitos de Aeronavegación y operaciones necesarias para obtener permiso de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.25.8.2 (Reglamentos aeronáuticos de Colombia RAC) (civil, 2015).

- El dron o RPA debe cumplir una serie de requerimientos técnicos dentro de los cuales 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.
- El operador del RPA debe ser un piloto certificado, con su licencia vigente.

- Legislaciones impuestas sobre la fumigación aérea

En el documento “Reglamentos aeronáuticos de Colombia (RAC) 137: Normas de aeronavegación y operaciones en aviación agrícola” Según Aerocivil establece dichas normas. Sin embargo, las actividades de fumigación se deben estar también bajo el marco legal de la Constitución Política de Colombia

-Licencias

Para lograr pilotear un dron de forma profesional se necesita una licencia la cual logre certificar que posee conocimientos necesarios y que se encuentra capacitado para realizar correctamente el vuelo del dron. Independientemente del tipo de dron que se desea volar o del peso de este se debe contar con la licencia que lo acredite.

Además, hay tres tipos de licencias según el peso:

- Licencia para drones menores de 5 kilogramos
- Licencia para drones menores de 25 kilogramos
- Licencia para drones con un peso mayor a 150 kilogramos
-

La licencia de piloto de drones permite acreditar que el piloto cuenta con conocimientos teóricos y prácticos del vuelo. Además de que el piloto debe estar dado de alta en la Agencia de Seguridad Aérea, y también tener más de 18 años. (García, 2022)

Conclusiones

En instancias finales, se nota que pese a la inversión grande que puede representar el inicio de la fumigación por drones debido a su costo, este puede ser crucial para la evolución de los procesos de agricultura y más específicamente la fumigación de cultivos, el no consumo de combustibles fósiles, la reducción de afecciones al recurso humano son fácilmente notables, se concluye que la eficacia y precisión es en mayor medida a los drones y su baja altura de vuelo y menos variables que puedan afectar el proceso de fumigación como lo pueden ser el viento y las lluvias entre otros, el ahorro de recursos monetarios es claro, el no uso de intermediarios de fumigación y contratación de aviones ligeros los cuales representan costos sumamente alto ya no se evidencian al implementar esta tecnología 4.0 en las zonas agricultoras, la disminución en el uso de fungicidas, químicos y sus derivados son notorios, los aviones ligeros producen un desperdicio enorme debido a sus medidas de precaución.

La implementación de nuevas tecnologías en procesos que tienden a ser muy cotidianos y antiguos generan un cambio y transición de altísimo valor tanto para la agricultura colombiana como para cada uno de sus involucrados, incentiva una cultura moderna y segura, el optar por medidas más eficientes y seguras encaminan correctamente el futuro del agro del país.

Referencias bibliográficas

- Adrián González, G. A. (12 de Noviembre de 2015). *Drones Aplicados a la Agricultura De precisión*. Revista Especializada en Ingeniería. (10). 24-37.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1585/1917>
- Aeronautica Civil. (27 de Julio de 2015). *Circular Reglamentaria 002 de 2015*. Requisitos generales de aeronavegabilidad y operaciones para rpas (numeral 4.25.8.2):
<https://www.leyex.info/leyes/cicylaracivil2de2015.pdf>
- Almeida, B. S. (2021). *implementación del servicio de*. Universidad Internacional del Ecuador:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4958/1/t-uide-0207.pdf>
- Casafe. (08 de 03 de 2022). *Camara de sanidad agropecuaria y fertilizantes*.
<https://www.casafe.org/prevenir-derivadas-en-las-aplicaciones-de-productos-fitosanitarios/#:~:text=Se%20llama%20“deriva”%20a%20todas,el%20caso%20de%20productos%20volátiles>
- Castillo, e. a. (marzo de 2021). *estudio de factibilidad del uso de drones* . obtenido de universidad de guayaquil:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/53220/1/segura%20castillo%20erika%20andrea.pdf>
- Centers for Disease Control and Prevention. (CDC). (2016). *centers for disease control and prevention*. <https://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/aerialspraying-factsheet-sp.pdf>
- Comunicaciones XM. (19, mayo de 2022). En abril de 2022, el precio de bolsa de energía disminuyó un 36.51% (83.75 COP/kWh) respecto al precio de bolsa del mes anterior.
<https://www.xm.com.co/noticias/4921-en-abril-de-2022-el-precio-de-bolsa-de-energia-disminuyo-un-3651-8375-copkwh-respecto>
- En tu finca . (5 de Octubre de 2020). *Insumos agricolas* . ¿Qué es, para qué sirve y cómo se hace una fumigación?: <https://entufinca.com/definicion-de-fumigacion-que-es-para-que-sirve-y-como-debe-hacerse/#:~:text=A%20la%20acci%C3%B3n%20de%20fumigar,para%20la%20protecci%C3%B3n%20de%20cultivos>.

- Garcia, R. (13 de mayo de 2022). *AZ adsl zone* . Como conseguir una licencia para drones y cuando la necesitas : <https://www.adslzone.net/reportajes/drones/licencias-piloto-drone/>
- Iván Ramírez Morales, B. R. (2015). *innovación tecnológica en el sector agropecuario* .[Trabajo de grado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio. : <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6848/1/84%20innovacion%20tecnologica%20en%20el%20sector%20agropecuario.pdf>
- Semana . (2015). si es fumigación, que sea mecanizada. <https://www.semana.com/especiales-comerciales/articulo/si-es-fumigacion-que-sea-mecanizada/433250-3/>
- Silva, M. (s.f.). *Agrotendencia*. Agricultura de precision : <https://agrotendencia.tv/agropedia/agricultura-de-precision/>
- Sydle. (31 de Marzo de 2022). Optimización de procesos: ¿Qué es y por qué es tan importante para tu negocio?: <https://www.sydle.com/es/blog/que-es-optimizacion-de-procesos-6126ac39b060f57604039a57/>
- ZoiloRios. (2020). *Combustible aviones: cómo se llama y sus propiedades* <https://www.zoilorios.com/noticias/combustible-aviones-como-se-llama-y-sus-propiedades>