

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 12

Código de la dependencia.
21.1

FECHA	domingo, 7 de agosto de 2022
--------------	------------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Castellanos Astudillo	Laura Daniela	1030691947
Alfárez Cardenas	Jonathan Stiben	112139657

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Achuri Valencia	Paola Andrea

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 2 de 12

TÍTULO DEL DOCUMENTO
<p>Uso de la agricultura de precisión para el control de fitosanitario en cultivos de interés agronómico.</p>

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN	
INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
29/07/2022	

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Agricultura de precisión	<i>Precision agriculture</i>
2. Tecnologías	technologies
3. Fitosanidad	phytosanitary
4. Control	control
5. Prevención	prevention
6.	

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)
<p>Abrougui, K., Boughattas, N. Abrougui, K., Boughattas, N. E., M., Buchailot, M. L., S. J., Dorbolo, S. K., & al, e. (2022). Assessing Phytosanitary Application Efficiency of a Boom Sprayer Machine Using RGB Sensor in Grassy Fields. Sustainability. doi:https://doi.org/10.3390/su14063666</p> <p>Acosta, H., & Mendoza, T. (2017). Aplicaciones de los drones en la agricultura. Obtenido de https://diyps.catolica.edu.sv/wp-content/uploads/2017/09/25dronesAN17.pdf</p>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 3 de 12

Alpin, M. (Septiembre de 2021). Analisis de la oportunidad de aplicacion de tecnicas de agricultura de precision en cultivos extensivos de secano de la Hoya de Huesca. Obtenido de <https://repositorio.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/83290/cminuesaa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alvarez, P. (2019). Metodo para la identificacion temprana de la pudricion del Cogollo en palma de aceite a partir de sensores remotos no triplados. Obtenido de <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77083>

Barraza, J. A., Espinoza, E. J., Espinos, A. G., & Serracin, J. (2019). Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz. revista de Iniciación Científica, 5, 41–47. doi:<https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2368>

Blanco, M., & Oltra, C. (2018). Orcelis Fitocontrol: Un sistema online de agricultura de precisión útil para la producción de alimentos. Hambre cero y alimentacion sostenible: El papel de la investigacion agraria para el desarrollo, 60-62. Obtenido de Hambre cero y alimentación sostenible: El papel de la investigacion agraria para el desarrollo.: https://oa.upm.es/55149/1/libro_de_actas_Carlos_Corregido.pdf#page=60

Cantillo, S. (2018). Automatizacion y telecontrol paa sistema de riego y fertirrigacion localizada aplicada al cultivo agricola en la CCS "Cloroberto Echemendia". Obtenido de https://dl1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56191745/AUT.1718.11_Proyecto_de_Tesis_Leonardo_Cantillo_Simon-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658339013&Signature=LWRs~VvklqG5XOgYTcGtSpG1EsoUKrDqQWgFji3yh1GUxjzqO1E-s~eCIFExmbOWKLNdqVd8LbefFcFY3RyUjPntY6f7-eSMLDOIa

Casiano, D. (mayo de 2018). espectroradiometria de camo, una herramienta para la fitosanidad asistida por sensores remotos: caso de aplicacion en la deteccion de citricos infestados por HLB (Candidatus Liberibacter, sp.) en Tepalcatepec, Michuacan, Mexico. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Guadalupe-Mendoza-9/publication/299814250_ESPECTRORADIOMETRIA_DE_CAMPO_UNA_HERRAMIENTA_PARA_LA_FITOSANIDAD_ASISTIDA_POR_SENSORES_REMOTOS_CASO_DE_APLICACION_EN_LA_DETECCION_DE_CITRICOS_INFECTADOS_POR_HLB_Candidatus_Libe

Delgado, M., Guerron, b., & Anderson, M. (2020). Obtencion de indices vegetales, a partir de onda roja e infrarrojo cercano, en frutales de la parroquia Tumbaco. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22041>

Días, O. D. (2018). Aerofotografías para la toma de decisiones en cítricos en la Finca la Merced con base en NDVI. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4161>

Ferran, P. (19 de Septiembre de 2021). Comparativa d'imatges obtingudes amb satèl·lit i amb dron per la caracterització de la vinya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/360265/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ferrer, M., Crespo, G., & Monzo, S. (31 de Mayo de 2021). Sistema de monitorizacion y deteccion de plagas en cultivos aplicando algoritmos de Deep Learning. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/cferrermartiTFM0621memoria.pdf>

Furriel, G., Furriel, B., Coimbra, A., & Wesley, C. (2022). Acustica aplicada en el desarrollo de equipos para agricultura de precision: Manejo y cosecha de cafe. Obtenido de <https://www-scopus-com.ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85129893128&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=precision+agricultura%2cphytosanitary&sid=bee8d7cdcff863816683801c51869aca&sot=b&sdt=b&sl=40&s=KEY%28precision+a>

Garcia, L. (2018). Contribuciones al desarrollo de un equipo de tratamiento de precision de cultivos con funcionamiento automatico basado en mapas de distribucion de malas hierbas. Obtenido de <https://oa.upm.es/50041/>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 4 de 12

García, R. (2021). El reto de la profesionalización y la mejora tecnológica de las explotaciones agrícolas: tecnología en equipos de aplicación de productos fitosanitarios. Obtenido de <https://revistas.iea.es/index.php/LUMALL/article/view/2823>

Gonzalez, G., Chueca, P., Cubero, S., & Blasco, J. (2020). Larrupcion de la tecnologías electronicas y de la informacion. Obtenido de https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/6600/2020_Gonz%20c3%a1lez-Gonzalez_La%20Irrupci%20n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernandez, D. (Octubre de 2021). Validacion de un sensor de ultrasonido para la caracterizacion de la vegetacion en plantaciones de manzano. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/356380/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hoyos, R. E., Posada, A., & Cerón, M. F. (2019). Mario Fernando. Acta Agron. vol.68 no.1. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122019000100061

Jimenez, B. (2019). Optimizacion del manejo de cultivos leñosos a través del análisis automatizado de imágenes obtenidas con vehículos aéreos no tripulados. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=249983>

Llamas, T. (Julio de 2021). Tecnologías en la agricultura; Innovación como método de evolución agrícola. Obtenido de https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/13619/Lidia_Llamas_Tejedor.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lopez, A. F., Pico, D. A., & Ramirez, D. Y. (2020). Sistema inteligente para el manejo de malezas en el cultivo de pino con conceptos de agricultura de precisión. Ciencia y Agricultura., 122. Obtenido de <https://eds-s-ebshost-com.ucundinamarca.basesdedatoseproxy.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=b6f7f1fb-e23a-4c06-ab27-be56077e3aff%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZTl1ZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsgcl.641090315&db=edsgao>

Lopez, M. (Octubre de 2021). Digitalización de la toma de decisiones en el sector agrícola a través de un sistema de gestión de información basada en internet de las cosas. Obtenido de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/112885/1/Tesis%20doctoral%20-%20Juan%20Antonio%20L%20c3%b3pez%20Morales%20%28sin%20art%20c3%adculos%29.pdf>

Lopez, T. M. (septiembre de 2021). Monitoreo de mosca pinta (Hemiptera: cercopidae: Aeneolamia sp.) en cultivo de caña de azúcar mediante sensores remotos y su posible aplicabilidad para el manejo fitosanitario. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/revminerva/article/view/12949>

Machado, R. (Septiembre de 2019). desarrollo de un robot para la caracterización y el tratamiento de las plantas en agricultura de precisión. Obtenido de https://oa.upm.es/56778/1/TFG_ALEJANDRO_MANCHADO_RUBIO.pdf

Martínez, B., & Solís, M. A. (2018). Caracterización Espectral y Detección de Flecha Seca en Palma Africana en Puntarenas, Costa Rica. Revista Geográfica.

Martínez, M. D., & Guerrero, A. J. (2022). Reconocimiento de lesiones necróticas para la detección de la plaga de trips en guisantes utilizando el modelo de aprendizaje profundo yolov4-tiny. Vuelo 9 No 1.

Mejía, Z. P., Dozal, L., & Valdiviezo, N. J. (2022). Genetic Programming Approach for the Detection of Mistletoe Based on UAV Multispectral Imagery in the Conservation Area of Mexico City. Remote Sensing; Basel Tomo 14, N.º 3., doi:10.3390/rs14030801

Mompo, S. (2022). usos de la ciencia de datos aplicados al sector Agrícola. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/179224/Mompo%20->

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 5 de 12

%20Usos%20de%20la%20Ciencia%20de%20Datos%20aplicados%20al%20sector%20agricola.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montes, A., Henriquez, H., Zelaya, K., & Ramirez, R. (2022). Evaluacion de flecha Seca en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) mediante imagenes multiespectrales, Costa Rica. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/47557-Article%20Text-206530-1-10-20220316.pdf

Montufar, D., Bravo, L., & Alex, R. (2020). Deteccion temprana de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*) utilizando sensores multiespectrales. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21500>

Moriya, É. A., Imai, N. N., Tommaselli, A. M., Berveglieri, A., & Santos, G. H. (2021). Detection and mapping of trees infected with citrus gummosis using UAV hyperspectral data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 10.1016/j.compag.2021.106298.

Muñoz, B. W., & López, L. B. (2018). Análisis De La Respuesta Espectral De Cultivos Mediante El Uso De Rpas Para La Identificación De Maleza Vegetal. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13566>

Niño, J. (Agosto de 2017). Determinacion de la colorimetria de agroquimicos aplicados al cultivo de frijol, para el control fitosanitario a traves de agricultura de precision, en la finca Buena Vista del municipio de Cabrera, Cundinamarca. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20467/1/tg-casadei.pdf>

Pallares, C. J., Lallemand, K. S., & Visbal, F. D. (2021). Control preventivo de sigatoka negra en cultivo banano apoyado en redes convolucionales. Obtenido de <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9533#page=1>

Pallares, U. (Mayo de 2021). Control preventivo de sigatoka negra en cultivo de banano apoyado en redes convolucionales. Obtenido de <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9533/Paper%20Proyecto%20de%20Grado.docx%20%287%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pastorino, L. (2022). Transicion: ¿a cual agricultura? Fitosanitarios y modelos de agricultura no convencionales en la Union Europea. Obtenido de <https://pressto.amu.edu.pl/index.php/ppr/article/view/32794/29401>

Peña, P. (2021). Criterios para la configuracion de plataformas de inteligencia aumentada para el mejoramiento de la sostenibilidad de cultivos agricolas. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/13893>

Planas, S. (7 de mayo de 2020). Agricultura de precision y proteccion de cultivos. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/epub/10.16924/revinge.47.3>

Rodriguez, P., & Zabala, M. (2017). Desarrollo de sistemas autonomo y prototipado robotico para fumigacion de cultivos de tomate. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14719/1/DESARROLLO%20DE%20SISTEMA%20AUT%c3%93NOMO%20Y%20PROTOTIPADO%20ROB%c3%93TICO%20PARA%20FUMIGACI%c3%93N%20DE%20CULTIVOS%20DE%20TOMATE.pdf>

Sanchez, C. (Noviembre de 2020). SAVIA Boletín de la ETSIAAB. Obtenido de https://oa.upm.es/65671/1/La_AP.pdf

Santos, L. M., Ferraz, G. A., Marín, D. B., Carvalho, M. A., Lima Dias, J. E., & al., e. (2022). Índices de vegetación aplicados a imágenes multiespectrales suborbitales de café saludable y café infestado con minador de hojas de café. *Agroingeniería; Basilea* Tomo 4, N.º 1,.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 6 de 12

Satorra, J. (2018). Gestion en terrenos especificos utilizando tecnologias de velocidad variable. Obtenido de <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/65456/027513.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soca, M. J. (2017). Detección de Roya Naranja y Roya Parda en la caña de azúcar mediante imágenes multiespectrales. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/7901>

Sozzi, R. (9 de septiembre de 2018). Prototipo para la aplicacion de fitosanitarios proporcional al tamaño de los arboles en citricos. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/159755/SOZZI-RODR%20c3%8dGUEZ%20Ort%20c3%ad%20Cuenca-Cuenca%20-%20Prototipo%20para%20la%20aplicaci%20de%20fitosanitarios%20proporcional%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tajam, M. (ENERO de 2019). utilidades de los productos obtenidos mediante sensores portados en vehiculos aereos no tripulados en el proceso de agricultura de precision en Uruguay. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20467/1/tg-casadei.pdf>

Torres, G., & Cruz, R. (2018). Metodos de aprendizaje de maquina utilizados en la clasificacion y deteccion de caracteristicas de imagen en plantas. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Angie-Torres/publication/341176260_Metodos_de_Aprendizaje_de_maquina_utilizados_en_la_clasificacion_y_deteccion_de_caracteristicas_de_imagen_en_plantas/links/5eb2372845851592d6bd55f7/Metodos-de-Aprendizaje-de-maquina-u

Torres, S. (Enero de 2017). Monitorizacion 3D de cultivos y cartografia de malas hierbas mediante vehiculos aereos no tripulados para un uso sostenible de fitosanitarios. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/201700001558.pdf>

Valero, U. (Marzo de 2019). La evolucion de la agricultura de precision . Obtenido de https://oa.upm.es/56889/1/Fruticultura_N_68_pags_30_39.pdf

Vallejo, P. (noviembre de 2021). Espectroscopia Raman: Innovacion para el diagnostico fitosanitario. Obtenido de <https://leka.uaslp.mx/index.php/universitarios-potosinos/article/view/206/145E>. H., Belhaj, M., Buchailot, M. L., , S., J., Dorbolo, S., Kefauver, S., & al, e. (2022). Assessing Phytosanitary Application Efficiency of a Boom Sprayer Machine Using RGB Sensor in Grassy Fields. *Sustainability*.

Zúñiga, L., Juan, Manuel. (2018). APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS PARA ANALISIS DEL ESTADO VEGETATIVO DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE POR MEDIO DEL ÍNDICE DE VEGETACION DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI) Y FIRMAS ESPECTRALES MEDIANTE FOTOGRAFÍAS AÉREAS. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20387/Zu%20c3%b1igaLopezJuanManuel2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 7 de 12

RESUMEN: El presente trabajo realizó una recopilación de diferentes investigaciones centradas en el uso de la agricultura de precisión en el manejo fitosanitario de cultivos, con el objetivo de brindar un amplio panorama de las técnicas y herramientas más utilizadas para mejorar la productividad y eficiencia. La metodología desarrollada se basó en la revisión exhaustiva en bases de datos de revistas científicas, estudios de los últimos 6 años centrados en la temática, se organizó el cúmulo de información a través de una matriz Excel y se extractó la información de importancia en cada estudio utilizando el editor de citas y referencias APA v7, Endnote. Los resultados más significativos fueron la inclusión de tecnologías como drones, sensores, sistemas de información geográfica, actuadores, simuladores, maquinaria utilizando OIT, entre otros, que dieron resultados positivos en él, incremento de la productividad y la eficiencia en el manejo fitosanitario en diferentes cultivos, lo cual indica la importancia y el impacto positivo que ha marcado la incursión de la agricultura de precisión en el campo agronómico.

ABSTRAC: The present work carried out a compilation of different investigations focused on the use of precision agriculture in the phytosanitary management of crops, with the aim of providing a broad overview of the most used techniques and tools to improve productivity and efficiency. The methodology developed was based on an exhaustive review of databases of scientific journals, studies of the last 6 years focused on the subject, the accumulation of information was organized through an Excel matrix and the information of importance in each study was extracted. using the APA v7 citation and reference editor, Endnote. The most significant results were the inclusion of technologies such as drones, sensors, geographic information systems, actuators, simulators, machinery using OIT, among others, which gave positive results in increasing productivity and efficiency in phytosanitary management in different crops, which indicates the importance and positive impact that marked the incursion of precision agriculture in the agronomic field

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:
 Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 8 de 12

2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 9 de 12

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI ___ NO _X_.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co

NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 10 de 12

contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

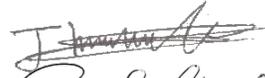
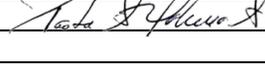
Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 11 de 12

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, vídeo, etc.)
1. Uso de la agricultura de precisión para el control de fitosanitario en cultivos de interés agronómico.PDF	texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Castellanos Astudillo Laura Daniela	
Alfárez Cardenas Jonathan Stiben	
Paola Andrea Valencia Achuri	

21.1-51-20.

 UDEC UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 12 de 12

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

Uso de la agricultura de precisión para el control de fitosanitario en cultivos de interés agronómico

Alfárez Cárdenas Jonathan Stiben¹, Castellanos Astudillo Laura Daniela¹, Valencia Achuri Paola Andrea²

¹ Estudiantes del programa Ingeniería Agronómica, Universidad de Cundinamarca

² Docente del programa Tecnología en Cartografía, Universidad de Cundinamarca

Palabras clave:

Palabras clave: Agricultura de precisión, tecnologías, fitosanidad, control, prevención

RESUMEN: El presente trabajo realizó una recopilación de diferentes investigaciones centradas en el uso de la agricultura de precisión en el manejo fitosanitario de cultivos, con el objetivo de brindar un amplio panorama de las técnicas y herramientas más utilizadas para mejorar la productividad y eficiencia. La metodología desarrollada se basó en la revisión exhaustiva en bases de datos de revistas científicas, estudios de los últimos 6 años centrados en la temática, se organizó el cúmulo de información a través de una matriz Excel y se extractó la información de importancia en cada estudio utilizando el editor de citas y referencias APA v7, Endnote. Los resultados más significativos fueron la inclusión de tecnologías como drones, sensores, sistemas de información geográfica, actuadores, simuladores, maquinaria utilizando OIT, entre otros, que dieron resultados positivos en él, incrementando de la productividad y la eficiencia en el manejo fitosanitario en diferentes cultivos, lo cual indica la importancia y el impacto positivo que ha marcado la incursión de la agricultura de precisión en el campo agronómico.

Keywords:

Precision agriculture, technologies, phytosanitary, control, prevention

ABSTRACT: The present work carried out a compilation of different investigations focused on the use of precision agriculture in the phytosanitary management of crops, with the aim of providing a broad overview of the most used techniques and tools to improve productivity and efficiency. The methodology developed was based on an exhaustive review of databases of scientific journals, studies of the last 6 years focused on the subject, the accumulation of information was organized through an Excel matrix and the information of importance in each study was extracted. using the APA v7 citation and reference editor, Endnote. The most significant results were the inclusion of technologies such as drones, sensors, geographic information systems, actuators, simulators, machinery using OIT, among others, which gave positive results in increasing productivity and efficiency in phytosanitary management in different crops, which indicates the importance and positive impact that marked the incursion of precision agriculture in the agronomic field.

Corresponding author:

Name SURNAME

Street address

City, Country, Postal Code

(+4877) 423-40-31

mper@univtech.eu

Introducción

El uso tecnológico es algo muy importante en esta era digital y el campo no puede quedarse atrás en la modernización, pues con esto se busca entender como el uso de la tecnología puede ayudar en procesos tan importantes como el mantenimiento de los cultivos para evitar que se presenten plagas, enfermedades y arvenses que puedan generar pérdidas en el cultivo traduciéndose en pérdidas económicas. Debido a la gran demanda de alimento en el mundo, se debe buscar diferentes implementaciones tecnológicas para lograr el aprovechamiento de nuestros cultivos, con un aprovechamiento de las aplicaciones en los focos de atención como prevención.

Como respuesta a esta necesidad, surge la agricultura de precisión (AP), lo cual genera una demanda de nuevas técnicas agrícolas que optimicen los recursos y formen una agricultura más sustentable y sostenible; esta agricultura tiene sus primeras apariciones en la década de los 90 en Estados Unidos. El principal fundamento desde el punto de vista agronómico que se tiene de la agricultura de precisión es que está fundamentada en la captura de datos, teniendo como función principal apoyar la toma de decisiones, es decir, se pueden tomar decisiones sobre las tareas a realizar de cada zona del cultivo dependiendo de sus características debido a que se conoce exactamente dónde (punto geográfico) y en qué condiciones (fitosanitarias) se encuentra el cultivo (Tajam, 2019; Machado, 2019).

La fitosanidad son aquellas prácticas utilizadas en la agricultura para el manejo de las plagas y enfermedades en cultivos de interés, teniendo que ser precisa en contrarrestar los efectos de las plagas y enfermedades en espacio y tiempo para mitigar la dispersión y control de los agentes que pongan en riesgo el ciclo de vida de las plantas. Por ello, la agricultura de precisión combina lo último en tecnologías para que la aplicación sea más eficiente de los insumos y logre reducir los residuos y así generando el máximo rendimiento con el menor impacto ambiental posible (Casiano, 2018).

Hoy en día, la agricultura está experimentando una transformación gracias a las nuevas tecnologías implementadas en las maquinarias agrícolas unidas a la tecnología que es capaz de monitorizar automáticamente la parcela conociendo las necesidades de cada porción del terreno, lo cual facilita la toma de decisiones y maximiza el rendimiento, haciendo las aplicaciones fitosanitarias únicamente donde se necesitan (Machado, 2019), lo cual nos lleva a que se prioricen las exportaciones de grandes extensiones de tierra, teniendo especial cuidado en la aplicación de los diferentes insumos fitosanitarios (fertilizantes, herbicidas, semillas, entre otros), de forma focalizada y amigable con el medio ambiente (García, 2021).

La agricultura de precisión viene innovando en la utilización de herramientas como el espectroradiometría, la espectroscopia, el procesamiento de datos mediante inteligencia artificial y la complicación de datos mediante interconexión digital. La posibilidad de utilizar la espectroscopia Raman (es una técnica

Corresponding author:

Name SURNAME

Street address

City, Country, Postal Code

(+4877) 423-40-31

mper@univtech.eu

espectroscópica utilizada en física de la materia condensada y también en química para el estudio de los modos vibraciones, rotacionales y otros de baja frecuencia en un sistema.) en el diagnóstico de enfermedades en las plantas es posible gracias a una serie de reacciones bioquímicas que se generan durante el intercambio planta-patógeno, los espectrómetros Raman permiten analizar el estado bioquímico de las células y mediante marcadores bioquímicos previamente identificados, es posible determinar la ocurrencia de un factor estresante biótico (microorganismo) o abiótico en el hospedante analizado (Vallejo, 2021).

Por lo anterior, vengo como la agricultura de aplicación se va instalando lentamente en los cultivos, se hace necesario adueñarnos de estas tecnologías para lograr que los cultivos sean rentables y nos generen ganancias para evitar las pérdidas. Todo esto nos muestra que el campo no puede ser ajeno al uso de tecnologías para el cuidado de cultivos, ya sea solo para el manejo nutricional o para el manejo fitosanitario, siendo los puntos clave de un cultivo para su óptimo rendimiento.

En el siguiente trabajo se presenta a los diferentes autores que han realizado investigación sobre el uso de la agricultura de precisión en el manejo fitosanitario en diferentes cultivos y los resultados obtenidos traducidos en beneficios e impacto ambiental.

Materiales y Métodos

Esta investigación es de tipo cualitativo, de carácter analítico, basada en teoría fundamentada, con el objetivo de realizar una revisión bibliográfica sobre el tema en cuestión, lo cual, permitirá un primer acercamiento al problema que se pretende abordar como el uso de la agricultura de precisión es aplicada en el manejo fitosanitario en los cultivos permitiendo que se genere una perspectiva del tema

Esta investigación se realizó en 2 etapas:

1. En la primera parte se hizo la identificación de diferentes bibliografías en las cuales trabajaron el uso de agricultura de precisión en el manejo de fitosanitario en los cultivos;

2. se realizó una matriz en la cual se pudiera tener claro que panorama nos podría mostrar cada revisión bibliográfica sobre el uso de la agricultura de precisión en el manejo fitosanitario de los cultivos.

Etapa 1: Se establece el tema a investigar, y se realiza una primera consulta en bases de datos de Scopus y Google académico, debido a que son bases de datos científicas especializadas donde es posible establecer las fuentes claves, relacionadas con el uso de agricultura de precisión en el manejo fitosanitario de los cultivos

Etapa 2: En esta etapa se establece el universo investigado y se recopila la información en una matriz bibliográfica en editor de texto CSV, donde para el caso de artículos científicos se relaciona, tipo de material (artículo, working paper, memoria de conferencia), autor(es), título del documento, palabras clave, resumen, definiciones y conceptos, métodos-técnicas y herramientas, fecha de publicación, URL, DOI, Base de Datos o revista, versión y número, se desarrolla la referencia bajo la norma APA v 7; para el caso de fuente bibliográfica, se relaciona autor(es), título, resumen, definiciones y conceptos, en la revisión se tomó en cuenta que los autores hubieran tomado como base el uso de agricultura de precisión en el manejo de enfermedades, plagas o arvenses debido a que son los ejes de la Fito sanidad por lo cual era necesario que la revisión se basara en esos temas fundamentales.

Resultados

Diversos autores han mencionado el uso de la agricultura de precisión para el manejo fitosanitario de diferentes cultivos, a continuación, se presenta los resultados de diferentes investigaciones en los cultivos de frijol, café, palma de aceite, banano, soja, caña de azúcar, entre otros.

Según Niño (2017), en un experimento sobre un cultivo de frijol, para determinar la colorimetría de agroquímicos que se aplicaron para el control fitosanitario (plagas y enfermedades), se tomaron imágenes guías de una planta que no contaba con aplicación y otra de una planta con aplicación de agroquímicos. Posteriormente, con él sobrevuelo de un dron al cultivo se tomaron las imágenes que fueron analizadas para determinar la colorimetría, las cuales permitió que se pudiera visualizar el espectro de colores determinando características específicas de la planta, insecto y/o agroquímico (Niño, 2017).

En un estudio realizado por Casiano (2018), para identificar problemas fitosanitarios relacionados con el *Huanglongbing* (HLB) o dragón amarillo, que es una enfermedad bacteriana que ataca al árbol de limón, la cual aún no tiene cura y amenaza a más de medio millón de hectáreas en 23 estados de México. Para la investigación se usó el radiómetro espectral en campo obteniendo firmas espectrales, las cuales mide la reflectancia de los árboles de limón mexicanos, en cinco regiones del espectro electromagnético para 1,340 árboles, los resultados arrojan el potencial que tiene la espectrorradiométrica de campo y satelital para la detección de las parcelas de los cítricos infectados con HLB en condiciones de campo (Casiano, 2018).

Según López (2021), La caña de azúcar es el mayor productor agrícola en producción y en exportación de la región centroamericana, a este cultivo lo afecta los diferentes factores abióticos y

bióticos a lo largo de su ciclo productivo, esto conlleva a la alteración de los procesos fisiológicos y a la reducción de su productividad. Uno de esos factores bióticos que afectan al cultivo es la mosca pinta (*Aeneolamia sp*) causando pérdidas productivas y económicas. A causa del daño de la mosca pinta, este estudio busca implementar una alternativa de la agricultura de precisión aplicando sensores remotos en términos fitosanitarios. Los cuales avaluaron dos sensores remotos de sensibilidad, uno satelital y otro conectado a un dron, para poder realizar la identificación multiespectral del cultivo de caña de azúcar con diferentes poblaciones de mosca pinta y su respectivo daño (Lopez T. M., 2021).

El estudio realizado por Pallares (2021), nos muestra una de las principales enfermedades que afecta este cultivo de banano es la Sigatoka Negra o conocida popularmente por los productores como “Raya Negra” la cual causa una enfermedad foliar deteriorando rápidamente el tejido foliar, afectando la fotosíntesis de la planta esto repercute en el crecimiento y la producción del cultivo. Lo cual se desarrolló una herramienta que planea complementar los medios de recolección de datos del sistema con sensores de humedad, oxigenación de tierra. Añadiendo la conexión con el sistema de arquitectura de precisión de terceros por medios de una API (interfaz de programación de aplicaciones) abierta. Esto permitirá disminuir los falsos positivos, aumentando la utilidad de los datos e integración con otras soluciones de software y/o hardware, siendo una herramienta indispensable en la agricultura de precisión del hoy y del mañana (Pallares, 2021). También la investigación de Montufar, Bravo, & Alex (2020) se basó en el manejo de dos sensores multiespectrales los cuales ayudan a la detección temprana, este trabajo concluyo que estas herramientas de la agricultura de precisión mejora el monitoreo de la enfermedad en el cultivo (Montufar, Bravo, & Alex, 2020).

La investigación de Torres (2017) busca hacer un seguimiento mediante herramientas adecuadas para el monitoreo de las poblaciones de las plagas, enfermedades y arvenses, una de esas herramientas es la teledetección, la cual está incluida en el fundamento de la agricultura de precisión. Para ello se explica la importancia de monitorizar de forma precisa la arquitectura en 3D de los cultivos leñosos, debido a que la aplicación de fitosanitarios necesitan ser precisa porque con un diagnóstico inadecuado conlleva a una contaminación medioambiental porque la presencia de los residuos en los alimentos y problemas de salud son responsables de la aplicación (Torres, 2017).

En el estudio de planas (2020) se realizó a partir de la observación y toma de la variabilidad en las parcelas del cultivo, se tomó la información para dar decisiones avanzadas en las principales operaciones que afectan al cultivo. Para esto uso sensores lumínicos para la detección de enfermedades, la información que generaron estos sensores es georreferenciada permitiendo la confección de mapas de infección y de focos a tratar, gracias a ello se evita el tratamiento general del cultivo reduciendo los productos fitosanitarios que se van a utilizar (Planas, 2020).

Según Valero (2019), la agricultura industrial es la que se ha extendido en el uso de tractor, las cosechadoras y de las máquinas en general, la cual ha perdido el concepto de autosuficiencia, la cual aplica de forma homogénea en toda la superficie de grandes extensiones, introduciendo de manera masiva la mecanización de fitosanitarios en los cultivos. Gracias al uso de las herramientas de la agricultura de precisión como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que ayudan al guiado de tractores, el control electrónico mediante ISOBUS el cual es el que permite formalizar la comunicación entre tractores, software y equipos de los principales fabricantes, la Tecnología de Dosificación Variable (VRT), entre otros. Apareciendo el uso de las redes de sensores

inalámbricos (WN), el uso de satélites, la idea de la agricultura de precisión es recuperar la información detallada de las parcelas, y expresarlas en mapas, para así poder darle un tratamiento específico a las distintas partes de la parcela (Valero, 2019).

El caso de estudio de Alpin (2021) realizó un seguimiento de la variabilidad de la conductividad eléctrica aparente del suelo y la caracterización y seguimiento del vigor del cultivo mediante los índices de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y Vegetación de Diferencia Normalizada Verde (GNDVI) con sensores multiespectrales para adquirir imágenes detalladas y continuadas de la cobertura terrestre, esto para llevar un seguimiento continuo de la calidad fitosanitaria del cultivo de interés. (Alpin, 2021).

En otro caso, López (2021) realizó el estudio de la aplicación, el Internet De las Cosas (IDC) permite la conexión entre los agricultores independientemente de posición geográfica. Gracias a esta aplicación se mejora el conocimiento sobre los diferentes patrones de crecimiento de los cultivos y se pueden desarrollar nuevas técnicas agrícolas. Las soluciones de esta aplicación van ligadas con la agricultura de precisión, la cual tiene como objetivo la eficiencia en las prácticas agrícolas, teniendo un manejo diferenciado de los cultivos a partir del conocimiento de la variabilidad existente en una explotación agrícola, y que se puede planificar, registrar y organizar las aplicaciones y tratamientos fitosanitarios realizados (Lopez, 2021).

Según Llamas (2021), el agricultor ha tenido una serie de preocupaciones enfocadas en el manejo de la dispersión de las parcelas, los agentes patógenos o los microclimas que afectan a los cultivos, a partir de una solución de estos problemas en la agricultura ha sido el uso de la agricultura de precisión la cual consiste en gestionar los cultivos midiendo, observando y actuando frente a la variabilidad de los factores que afectan a las cosechas, llegando a una agricultura más precisa. Estos estudios han

llegado a la mejora de la funcionalidad del manejo de las aplicaciones de los fitosanitarios (Llamas, 2021).

El estudio de Sozzi (2018), en los cultivos arbóreos el proceso de incorporar las diferentes tecnologías ha sido un poco más lento, ya que los árboles frutales tienen portes y densidades muy variables, superficies foliares variables, esto ocurre más frecuente en los cítricos a causa de su densidad en sus copas. Lo dicho anteriormente lleva a la necesidad de un ajuste preciso de los pulverizadores de los productos fitosanitarios, logrando un aprovechamiento óptimo de las cantidades a suministrar, por tal motivo este estudio presentó el diseño del prototipo de pulverizador hidroneumático para la aplicación teniendo en cuenta el tamaño del árbol (Sozzi, 2018).

El siguiente estudio lo realizó Montes et al (2022), utilizando la teledetección para determinar los estados sanitarios y su relación con el rendimiento del cultivo. El objetivo principal fue realizar un monitoreo en campo con expertos para evaluar el estado fitosanitario de la palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq*). Que han sido afectadas por el síndrome de Flecha Seca (SFS), esto por medio de drones que capturan las imágenes multiespectrales que dan los índices de vegetación calculados, logrando así evitar que se propague dentro del cultivo y se le pueda dar un buen manejo fitosanitario (Montes et al., 2022). El estudio de Martínez & Solís (2018) realizaron un estudio en palma de aceite con el objetivo de que a través de espectroscopia en campo poder identificar la flecha seca con los niveles de reflectancia de las plantas, lo cual llevo a la conclusión que si es posible debido a que las imágenes de plantas sanas presentan una menor reflectancia que las plantas de palma que se encuentran atacadas por la flecha seca (Martínez & Solís, 2018). Y también para conocer el estado fitosanitario de la palma de aceite, Zúñiga (2018) realizó una investigación a partir de firmas espectrales, que se obtuvieron a través de imágenes tomadas por cámaras multiespectrales en un dron y

el índice de vegetación de diferencia normalizada, con esto se busca reconocer como se encuentra el cultivo si tiene alguna afectación. con estas firmas se dio a conocer el estado fitosanitario antes de que se pudiera presentar alguna afectación, mostrando que es una buena prevención en el manejo fitosanitario (Zúñiga, 2018).

En otro caso de estudio de Álvarez 2019) la detección temprana de una enfermedad o plaga es fundamental para el debido manejo, ya que si se retarda en la detección esto llega a pérdidas económicas, en el caso del cultivo de palma la detección oportuna de la Pudrición del Cogollo (PC) es prioritaria. Este estudio realizó la identificación de la PC con la ayuda de Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS), un sensor multiespectral y análisis de datos, concluyeron que las bandas del ROJO y Infrarrojo Cercano (NIR) son las más precisas para captar los síntomas de la enfermedad (Alvarez, 2019).

Según Ferran (2021) los cultivos de viñedo se están enfocando en determinar las dosis correctas de los productos fitosanitarios, el cual se le debe suministrar al cultivo, con el fin de minimizar el impacto ambiental. De acuerdo con lo anterior se realizó un estudio para determinar una fórmula matemática, fundamentada con la correlación del índice de vegetación y las medidas de vegetación. Determinando la fórmula se puede realizar las aplicaciones correctas de los productos fitosanitarios, esto se lleva gracias a cámaras multiespectrales, las cuales están equipadas con vehículos aéreos no tripulados (Ferran, 2021).

El trabajo de Jiménez (2019) busco contribuir en la reducción de residuos presentados en el manejo de dos cultivos leñosos de gran interés económico (olivar y viñedo) utilizando la agricultura de precisión para darle el uso adecuado a las aplicaciones de los fitosanitarios, por tal motivo han realizado una combinación de Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV), utilizando modelos

tridimensionales gracias a la técnica de fotogrametrías y el desarrollo de algoritmos automáticos de análisis OBIA (Jimenez, 2019).

El estudio realizado por Marín et al (2019) para la detección de arvenses en praderas, estas arvenses pueden generar problemas corto plazo dentro del cultivo debió a que son una competencia para el cultivo de interés, a partir del uso de imagen que fueron tomadas en diferentes situaciones de luz y diferentes horas del día, la herramienta matemática conocida como boundary detection (Detección de bordes) con esto se buscó saber cuáles eran falsos positivos y falsos negativos para saber la confiabilidad de la herramienta. Se hicieron diferentes variaciones que dieron como resultado que la herramienta si en confiable para detectar las arvenses presentes en los cultivos (Marin et al., 2019).

La investigación de Vázquez (2017) en donde realizó la automatización de un sistema a bajo costo para la pulverización de diferentes plaguicidas para el cultivo de cítricos, para la pulverización de este cultivo se hizo con la ayuda de un hardware y software el cual fue programado para la detección de arbustos y así poder hacer la aplicación del insumo haciendo que la aplicación sea eficaz y presente menos residuos (Vázquez, 2017).

Según Acosta & Mendoza (2017) debido a los gases efecto invernadero han complicado el control de las plagas y enfermedades, tales controles han preocupado la economía de los medianos y pequeños agricultores de El Salvador, por lo cual realizaron una investigación tipo descriptiva-documental, donde estudian la agricultura de precisión enfocándose en la recopilación de los diferentes tipos de drones realizando una ficha técnica de los drones para el uso agrícola, donde se puede resaltar el drone Octo8 el cual tiene una característica la cual puede realizar fumigaciones fitosanitarias mejora la eficiencia de las aplicaciones

y la eficiencia de los fitosanitarios (Acosta & Mendoza, 2017).

El estudio realizado por Blanco & Oltra (2018) nos dice que la agricultura de precisión ha tenido un gran avance tecnológico y de gran importancia, aparte de tener la maquinaria para ser precisa en las diferentes prácticas agrícolas, también tiene una herramienta digital online como lo es ORcelis Fitocontrol. Esta herramienta tiene el objetivo de reducir los costos y aumentas el rendimiento de los cultivos. Esto lo logra gracias a que tiene diferentes aplicativos, alguna de ellas son: imágenes de satélite, índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), tratamientos fitosanitarios, Huella Hídrica, entre otros (Blanco & Oltra, 2018).

La investigación de Sánchez (2020) se basa en que la agricultura de precisión tiene dos tipos de tecnologías, la primera es la tecnología de la información que adquiere datos de suelo, planta y ambiente los cuales los transforma en mapas georreferenciados, con estos datos actúa la segunda tecnología la cual es la de actuación porque se llevan a cabo las aplicaciones específicas en el cultivo, mejorando las dosificaciones de los fertilizantes como de los fitosanitarios líquidos (Sanchez, 2020).

Según Ferrer et al. (2021) La agricultura de precisión es una alternativa necesaria debido a que el objetivo de esta agricultura es manejar de forma precisa el uso del agua, fertilizantes y agroquímicos para así reducir recursos y aumentar la producción. Este trabajo se centra en la creación de un sistema de detección de plagas o enfermedades utilizando logaritmos y diseños de inteligencia artificial de Deep Learning el cual tendría precisión en la aplicación de los agroquímicos. Esta investigación utiliza un dron con conectividad 5G para la aplicación inteligente de fitosanitarios en tiempo real (Ferrer et al., 2021).

El estudio de González et al. (2020) nos muestra que la agricultura tradicional tiene una falencia a la hora de realizar el manejo de las diferentes prácticas agrícolas como las aplicaciones de los agroquímicos o el riego, ya que realizan una aplicación homogénea, la cual no se percata de que cada zona del cultivo tiene diferentes necesidades. Por ello, la agricultura de precisión tiene como principal método de acción la localización oportuna de las diferentes deficiencias o ataques de plagas o enfermedades, esto gracias a los sensores en teledetección que tienen cámaras multispectrales que captan la energía reflejada de las plantas. Estas prácticas han tenido un gran avance gracias a los drones, ya que suministran información relativamente rápida y que mejora la aplicación de los fitosanitarios (Gonzalez et al., 2020).

El estudio que realizó Hernández (2021) es la generación de técnicas para la aplicación fitosanitarias, para ello ha utilizado la tecnología de los sensores de caracterización vegetal, para dicha caracterización han utilizado un sensor de ultrasonido en los cultivos de manzanos (Hernandez, 2021).

La investigación de Cantillo (2018) nos dice que el agua es el recurso más indispensable para la vida, el cual se ha venido reduciendo gracias a la demanda de alimentos, ya que la agricultura maneja alrededor del (85%) del agua. Por tal motivo se han creado Redes de Sensores Inalámbricos (WSN) la cual reduce la aplicación del agua, las cuales determinan estrategias de aplicación específicas, reduciendo el suministro innecesario de los fitosanitarios y pesticidas (Cantillo, 2018).

Según Pastorino (2022), la agricultura de precisión enfoca todas las tecnologías de información para mejorar el manejo de los fitosanitarios porque se puede realizar dichas aplicaciones con la adecuada cantidad y en el momento preciso, esto se puede aplicar en el

avance de las maquinarias agrícolas, ya que las fumigaciones pueden ser más óptimas (Pastorino, 2022).

El estudio realizado por López et al. (2020), en el cultivo de piña, busco un manejo efectivo de arvenses en el sitio donde se presenten con el uso de la agricultura de precisión a partir de un sistema inteligente para la detección de arvenses y aplicación de herbicidas de modo eficiente, todo esto se hace con la reflectancia de luz de la planta con un sistema de visión artificial y un procesamiento de imágenes, en la parte de fumigación se cuenta con un sistema de fumigación automático en un vehículo terrestre. Todo este sistema presenta una precisión del 80% de efectividad en el manejo fitosanitario dentro del cultivo (Lopez et al., 2020).

En la investigación de Barraza et al. (2019) se evaluó la implementación del uso de drones para la toma de imágenes espectrales para la detección de enfermedades en el cultivo de arroz a través de la espectrofotometría, con esto se buscó que el agricultor pudiera hacer la aplicación de insumos en los focos de infección y eliminando la aplicación excesiva en todo el cultivo (Barraza et al., 2019).

Según Satorra (2018), a través del tiempo y de las mejoras tecnológicas se han generado diferentes tipos de Agricultura de Precisión (AP), entre ellas son la AP basada en mapas, la cual se aplica en campo debido al manejo que se le da para poder adquirir los resultados para realizar el manejo en el cultivo ya sea de siembra o de alguna aplicación de agroquímicos. La otra es la agricultura de precisión en tiempo real, la cual se enfoca en la precisión de los sensores, esto lleva a que las tomas de decisiones de las aplicaciones de los productos fitosanitarios sean más rápidas, debido a que los mapas y todo en análisis de los datos se realiza en tiempo real. Ha sido tanto el avance tecnológico que hay Tecnologías de Velocidad Variable (VRT) que se pueden implementar en los pulverizadores debido a

que adquieren mayor precisión a la hora de la aplicación debido a que el pulverizador por medio de sensores tiene la habilidad de apagar la aplicación cuando no siente la presencia de la planta de interés y reiniciar dicha práctica cuando el sensor detecta la planta (Satorra, 2018).

El este estudio de Peña (2021) se planteó implementarle a la Plataforma de Inteligencia Aumentada (AIP) tres herramientas que son esenciales para el mantenimiento de los cultivos, los cuales son: las imágenes espectrales, mapas de dispersión de enfermedades en la parcela y los modelos Deep los cuales tienen la habilidad de determinar automáticamente los procesos fitosanitarios o del clima (Peña, 2021).

La investigación de García (2018) se trató de las primeras herramientas de las plataformas de inteligencia aumentada (IAP) la cual para crear un modelo eficaz de aplicar la pulverización de herbicida de modo automático y preciso. Se basa principalmente en el conocimiento anteriormente obtenido del terreno para que con los tractores avancen con el equipo de tratamiento para realizar el control fitosanitario. Este estudio tuvo complicaciones climáticas, las cuales no dejaron realizar las pruebas en campo, pero la herramienta mantuvo niveles apropiados de fiabilidad y facilidad de uso (García, 2018).

Según Moriya et al. (2021), la prevención de plagas y enfermedades en los cítricos en etapas tempranas es fundamental para un manejo fitosanitario eficiente. En este trabajo se buscó implementar a través de vehículos no tripulados la toma de imágenes con la apertura de dos y tres bandas para saber qué imagen espectral presentaba mejor resultado en la detección de la enfermedad gummosis cítrica, se demostró que las imágenes multiespectrales de banda dieron información más detallada mostrando precisión en la clasificación de plantas infectadas haciendo la comprobación en

campo así evitando los falsos positivos y falsos negativos (Moriya et al., 2021).

La investigación de Furriel et al. (2022) el cultivo del café tiene una gran importancia de interés económico, por lo cual se usaron dos herramientas para la implementación en la agricultura de precisión enfocadas en el manejo fitosanitario, donde se utilizaron prácticas acústicas. Los efectos de este trabajo fueron satisfactorios porque el manejo de estas herramientas acústicas enfocadas en la cosecha retiene el gasto inherente de la cosecha de las plantas (Furriel et al., 2022). También Santos et al. (2022) enfocó su estudio en el minador de hojas de café (*Leucoptera coffeella*) es una plaga primaria para las plantas de café. El ataque de esta plaga reduce el área fotosintética de las hojas debido a la necrosis, con esto disminuye la vida útil de la planta, por lo cual se realizó este estudio donde se analizaron diferentes índices de vegetación con imágenes multiespectrales de muestras de hojas sanas y hojas con infestación. Para el análisis se usó la calculadora ráster y se concluyó que el índice Normalizado Diferencial de Vegetación en Verde (GRNVI) fue quien tuvo mejor precisión hacer la detección del minador de la hoja en las plantas (Santos et al., 2022).

Según Abrougui et al. (2022) aunque se piense que no el pasto es un cultivo ya sea para la pastura o como planta ornamental como lo es en este caso, en este estudio se realizó el mantenimiento de un cultivo de pasto de uso ornamental, en el cual con imágenes en cámaras de alta resolución e imágenes espectrales se buscó la forma de ver la eficiencia de las aplicaciones de funguicidas, con esto también buscaron generar un sistema en el cual pudieran dar con la aplicación correcta a través de la pulverización de los funguicidas dando una mejor calidad al pasto (Abrougui et al., 2022).

La investigación de Martínez & Guerrero (2022) nos dice que la trazabilidad de plagas en los cultivos

sigue siendo un factor importante para la agricultura de precisión, por lo cual en este trabajo se buscó proponer un sistema de reconocimiento de lesiones necróticas dadas por la plaga de trips en guisantes con la implementación del método de aprendizaje profundo yolov4-tiny él está basado en algoritmos empleados para la detección de objetos. Dando como resultado una alta precisión, teniendo en comparación un muestreo en campo, mostrando así que el sistema es eficaz (Martínez & Guerrero, 2022).

El trabajo que realizó Soca (2017) usando diferentes índices de vegetación a partir de los datos obtenidos por un espectrómetro de la firma Carl Zeiss MicroImaging GmbH y una cámara multispectral Parrot Sequoia, para poder detectar las enfermedades de roya naranja y roya parda en el cultivo de caña de azúcar. Como resultado, arrojaron seis índices con los cuales fueron eficaces la detección de las enfermedades y los índices fueron validados por un experto en el tema (Soca, 2017).

Según Mejía et al. (2022), el muérdago *Phoradendron velutinum* (*P. velutinum*) es una plaga que se propaga rápida e incontrolablemente en los bosques mexicanos, siendo ese un problema porque es difícil su detección a tiempo este estudio busco generar la automatización de la detección de esta plaga usando la programación genética para el diseño de automático de un algoritmo. El resultado que se presentó es que algoritmo fue capaz de tener mayor precisión en la detección de la plaga que los sistemas convencionales que ya estaban presentes (Mejía et al., 2022).

La investigación de Muñoz & López (2018) tuvo como objetivo detectar las arvenses mediante el análisis de respuesta espectral con el fin de optimizar el uso del herbicida, a partir del análisis de imágenes multispectrales se hizo la identificación de la firma espectral tanto del cultivo de interés como de las arvenses y así se hizo la aplicación

focalizada de herbicida sin afectar al cultivo (Muñoz & López, 2018).

El trabajo de Días, 2018 busco dar la aplicabilidad a la agricultura de precisión usando imágenes aéreas del cultivo de naranja para mostrar posibles afectaciones fitosanitarias y poder realizar control de aplicaciones localizadas para evitar la expansión de estos puntos, con esto concluyeron que aunque las imágenes si presentaban variaciones no eran las buscadas debido a que el cultivo que tomaron mantenían labores permanentes dando así falsos positivos (Días, 2018).

El trabajo de Delgado, Guerron, & Anderson (2020) se realizó un estudio del índice de vegetación con ayuda de cámaras que capturan ondas de luz roja e infrarrojo cercano para capturar los índices de vegetación NDVI (índice normalizado diferencial de vegetación), TVI (índice de vegetación transformado), y TTVI (índice de vegetación transformado de thiam). Para poder catalogar en bueno, intermedio y malo los 39 árboles de aguacate y 39 árboles de chirimoya que se utilizaron para el estudio ubicado en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) concluyeron que los valores de los índices mejoran la vigorosidad de la planta porque se le da un manejo más preciso a la hora de las aplicaciones fitosanitarias y mejora el manejo agronómico de los árboles de aguacate y chirimoya (Delgado, Guerron, & Anderson, 2020).

Según Torres & Cruz (2018) la detección y manejo oportuno de las plagas y enfermedades es crucial para la seguridad fitosanitaria, gracias a la agricultura de precisión y a los avances tecnológicos ya hay sensores multispectrales que pueden captar en las plantas la firma espectral de reflectividad característica, gracias a ello se puede tomar decisiones en más precisos para el manejo fitosanitario (Torres & Cruz, 2018).

El trabajo de Rodríguez & Zabala (2017) fue en el cultivo de tomate el cual es muy susceptible a ataques de plagas y enfermedades por lo que las

prácticas de fumigación son continuas, el operario que realiza dicha práctica se equipa para evitar enfermarse o intoxicarse, pero no es del todo eficiente, en este documento realizan la elaboración de un robot para realización de las fumigaciones en el tomate tipo "Cherry", concluyeron que el robot que es capaz de fumigar en cultivo en tres fases de crecimiento del cultivo de tomate (temprana, media y adulta), y determinaron que la boquilla tipo cono es la más adecuada para las aplicaciones de los herbicidas (Rodríguez & Zabala, 2017).

Discusión

Las revisiones bibliográficas nos han mostrado que se tiene la necesidad de seguir implementando la agricultura de precisión en los cultivos, que aún falta mucho para llegar hacer todo solo con la tecnología, pues aún en campo se deben hacer ciertos reconocimientos manuales para comprobar.

El uso de la tecnología en el manejo fitosanitario nos muestra que es una gran herramienta que ayuda a la prevención, aunque en la mayoría de las investigaciones se hacen en cultivos de vida perenne. También se requiere que la investigación pase a cultivos de ciclo semestrales debido a que es la mayoría de la agricultura de Colombia.

Como lo muestra el autor Niño en el manejo de un cultivo de frijol a través de imágenes, esto puede generar que un campesino no malgaste productos al momento de la aplicación, ayudando al progreso de su cultivo y asegurando una calidad en su cosecha.

El desarrollo tecnológico es algo se está tomando día a día el campo, por lo cual podemos ver que ya no es solo el uso de maquinaria como tractores o cosechadoras, sino que toda la implementación del uso de internet, datos y vehículos no tripulados son de ayuda para mejorar en las labores de manejo del cultivo.

Como lo han mostrado varios autores, la implementación tecnológica se hace para cultivos de grandes extensiones y especies arbóreas, pues estos cultivos requieren un manejo en el cual se precisa más precaución y a la vez más tiempo, por lo cual con el uso de la tecnología ayuda a reducir esos tiempos, pero dando mayor precisión incluso antes de que se muestren los síntomas físicos en la planta para el reconocimiento en campo.

Uno de los puntos en que también coinciden la mayoría de autores que aunque las investigaciones sean sobre el manejo fitosanitario de cultivos, muestran los beneficios de la agricultura de precisión en evitar que se generen desperdicios y residuos innecesarios al momento de manejo fitosanitarios si bien estas aplicaciones hacen afectación al medio ambiente haciendo que los animales e insectos benéficos para nuestros cultivos puedan verse afectados o que algunos alimentos terminen con residuos incluso al momento que pasa al consumidor final y no es lo que se quiere.

Conclusiones

En este trabajo de revisión bibliográficas nos lleva a la conclusión que para el manejo fitosanitario la tecnología se ha convertido en un punto muy importante, debido a que nos está dando una visión de nuestro cultivo antes de que se muestren las características físicas representativas de una enfermedad, del ataque de una plaga o de la misma presencia de un arvense.

Según este trabajo podemos observar que los ingenieros agrónomos para estar en la capacidad de poder ejercer su profesión necesitan optar por capacitarse en esta nueva era de la agricultura de precisión.

La agricultura de precisión lleva varias décadas innovando su tecnología, lo cual la historia nos ha mostrado que ha sido de gran importancia en el manejo y precisión de los productos fitosanitarios,

mejorando así la calidad de vida de los operarios y disminuyendo el impacto ambiental.

Los beneficios del uso de la agricultura de precisión son notables no solo en largos periodos de tiempo sino también a mediano plazo ya que ayuda al cuidado del medio ambiente, de los trabajadores pues haciendo aplicaciones exactas y donde son necesarias no se generan residuos innecesarios como cuando se hace una aplicación a todo el cultivo.

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por permitirnos realizar el diplomado, a nuestras familias por darnos todo el apoyo incondicional durante el proceso, a los docentes del diplomado que nos guiaron y nos brindaron su apoyo durante todo este arduo proceso.

Referencias

- Abrougui, K., Boughattas, N. Abrougui, K., Boughattas, N. E., M., Buchailot, M. L., S. J., Dorbolo, S. K., & al, e. (2022). Assessing Phytosanitary Application Efficiency of a Boom Sprayer Machine Using RGB Sensor in Grassy Fields. Sustainability. doi:<https://doi.org/10.3390/su14063666>
- Acosta, H., & Mendoza, T. (2017). Aplicaciones de los drones en la agricultura. Obtenido de <https://diyps.catolica.edu.sv/wp-content/uploads/2017/09/25dronesAN17.pdf>
- Alpin, M. (Septiembre de 2021). Analisis de la oportunidad de aplicacion de tecnicas de agricultura de precision en cultivos extensivos de secano de la Hoya de Huesca. Obtenido de <https://repositorio.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/83290/cminuesaa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez, P. (2019). Metodo para la identificacion temprana de la pudricion del Cogollo en palma de aceite a partir de sensores remotos no triplados. Obtenido de <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77083>
- Barraza, J. A., Espinoza, E. J., Espinos, A. G., & Serracin, J. (2019). Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz. revista de Iniciación Científica, 5, 41–47. doi:<https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2368>
- Blanco, M., & Oltra, C. (2018). Orcelis Fitocontrol: Un sistema online de agricultura de precisión útil para la producción de alimentos. Hambre cero y alimentacion sostenible: El papel de la investigacion agraria para el desarrollo, 60-62. Obtenido de Hambre cero y alimentación sostenible: El papel de la investigacion agraria para el desarrollo.: https://oa.upm.es/55149/1/libro_de_actas_Carlos_Corregido.pdf#page=60
- Cantillo, S. (2018). Automatizacion y telecontrol paa sistema de riego y fertirrigacion localizada aplicada al cultivo agricola en la CCS "Cloroberto Echemendia". Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56191745/AUT.1718.11_Proyecto_de_Tesis_Leonardo_Cantillo_Sim-on-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658339013&Signature=LWRs-VvkIqG5XOgYTcGtSpG1EsoUKrDqQWgFji3yh1GUxjzqO1E-s~eCIFExmbOWKLNdqVd8LbefFcFY3RyUjIPntY6f7-eSMLDOia
- Casiano, D. (mayo de 2018). espectroradiometria de camo, una herramienta para la fitosanidad asistida por sensores remotos: caso de aplicacion en la deteccion de citricos infestados por HLB (Candidatus Liberibacter, sp.) en Tepalcatepec, Michuacan, Mexico. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Guadalupe-Mendoza-9/publication/299814250_ESPECTRORADIOMETRIA_DE_CAMPO_UNA_HERRAMIENTA_PARA_LA_FITOSANIDAD_ASISTIDA_POR_SENORES_REMOTOS_CASO_DE_APLICACION_EN_LA_DETECCION_DE_CITRICOS_INFECTADOS_POR_HLB_Candidatus_Libe
- Delgado, M., Guerron, b., & Anderson, M. (2020). Obtencion de indices vegetales, a partir de onda roja e infrarrojo cercano, en frutales de la parroquia Tumbaco. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22041>
- Días, O. D. (2018). Aerofotografías para la toma de decisiones en cítricos en la Finca la Merced con base en NDVI. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4161>
- Ferran, P. (19 de Septiembre de 2021). Comparativa d'imatges obtingudes amb satèl·lit i amb dron per la caracterització de la vinya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/360265/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferrer, M., Crespo, G., & Monzo, S. (31 de Mayo de 2021). Sistema de monitorizacion y deteccion de plagas en cultivos aplicando algoritmos de Deep

- Learning. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/cferrermartiTFM0621memoria.pdf
- Furriel, G., Furriel, B., Coimbra, A., & Wesley, C. (2022). Acustica aplicada en el desarrollo de equipos para agricultura de precision: Manejo y cosecha de cafe. Obtenido de <https://www.scopus.com/ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85129893128&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=precision+agriculture%2cphytosanitary&sid=bee8d7cdcff863816683801c51869aca&sot=b&sdt=b&sl=40&s=KEY%28precision+a>
- Garcia, L. (2018). Contribuciones al desarrollo de un equipo de tratamiento de precision de cultivos con funcionamiento automatico basado en mapas de distribucion de malas hierbas. Obtenido de <https://oa.upm.es/50041/>
- Garcia, R. (2021). El reto de la profesionalizacion y la mejora tecnologicas de las explotaciones agricolas: tecnologia en equipos de aplicacion de productos fitosanitarios. Obtenido de <https://revistas.iea.es/index.php/LUMALL/article/view/2823>
- Gonzalez, G., Chueca, P., Cubero, S., & Blasco, J. (2020). Lairrupcion de la tecnologias electronicas y de la informacion. Obtenido de https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/6600/2020_Gonz%20Irrupci%20La%20Irrupci%20La.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernandez, D. (Octubre de 2021). Validacion de un sensor de ultrasonido para la caracterizacion de la vegetacion en plantaciones de manzano. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/356380/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hoyos, R. E., Posada, A., & Cerón, M. F. (2019). Mario Fernando. Acta Agron. vol.68 no.1. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122019000100061
- Jimenez, B. (2019). Optimizacion del manejo de cultivos leñosos a traves del analisis automatizado de imagenes obtenidas con vehiculos aereos no tripulados. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=249983>
- Llamas, T. (Julio de 2021). Tecnologias en la agricultura; Innovacion como metodo de evolucion agricola. Obtenido de https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/13619/Lidia_Llamas_Tejedor.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lopez, A. F., Pico, D. A., & Ramirez, D. Y. (2020). Sistema inteligente para el manejo de malezas en el cultivo de pina con conceptos de agricultura de precision. Ciencia y Agricultura., 122. Obtenido de <https://eds-s-ebsohost-com.ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/eds/detail?vid=6&sid=b6f7f1fb-e23a-4c06-ab27-be56077e3aff%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtG12ZQ%3d%3d#AN=edsgcl.641090315&db=edsgao>
- Lopez, M. (Octubre de 2021). Digitalizacion de la toma de decisiones en el sector agricola a traves de un sistema de gestion de informacion basada en internet de las cosas. Obtenido de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/112885/1/Tesis%20doctoral%20-%20Juan%20Antonio%20L%20c3%b3pez%20Morales%20%28sin%20art%20adculos%29.pdf>
- Lopez, T. M. (septiembre de 2021). Monitoreo de mosca pinta (Hemiptera: cercopidae: Aeneolamia sp.) en cultivo de caña de azucar mediante sensores remotos y su posible aplicabilidad para el manejo fitosanitario. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/revminerva/article/view/12949>
- Machado, R. (Septiembre de 2019). desarrollo de un robot para la caracterizacion y el tratamiento de las plantas en agricultura de precision. Obtenido de https://oa.upm.es/56778/1/TFG_ALEJANDRO_MA_NCHADO_RUBIO.pdf
- Martínez, B., & Solís, M. A. (2018). Caracterización Espectral y Detección de Flecha Seca en Palma Africana en Puntarenas, Costa Rica. Revista Geográfica.
- Martínez, M. D., & Guerrero, A. J. (2022). Reconocimiento de lesiones necróticas para la detección de la plaga de trips en guisantes utilizando el modelo de aprendizaje profundo yolov4-tiny. Vuelo 9 No 1.
- Mejia, Z. P., Dozal, L., & Valdiviezo, N. J. (2022). Genetic Programming Approach for the Detection of Mistletoe Based on UAV Multispectral Imagery in the Conservation Area of Mexico City. Remote Sensing; Basel Tomo 14, N.º 3, doi:10.3390/rs14030801
- Mompo, S. (2022). usos de la ciencia de datos aplicados al sector Agricola. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/179224/Mompo%20-%20Usos%20de%20la%20Ciencia%20de%20Datos%20aplicados%20al%20sector%20agricola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montes, A., Henriquez, H., Zelaya, K., & Ramirez, R. (2022). Evaluacion de flecha Seca en palma aceitera

(*Elaeis guineensis* Jacq.) mediante imágenes multiespectrales, Costa Rica. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/47557-Article%20Text-206530-1-10-20220316.pdf>

Montufar, D., Bravo, L., & Alex, R. (2020). Detección temprana de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*) utilizando sensores multiespectrales. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21500>

Moriya, É. A., Imai, N. N., Tommaselli, A. M., Berveglieri, A., & Santos, G. H. (2021). Detection and mapping of trees infected with citrus gummosis using UAV hyperspectral data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 10.1016/j.compag.2021.106298.

Muñoz, B. W., & López, L. B. (2018). Análisis De La Respuesta Espectral De Cultivos Mediante El Uso De Rpas Para La Identificación De Maleza Vegetal. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13566>

Niño, J. (Agosto de 2017). Determinación de la colorimetría de agroquímicos aplicados al cultivo de frijol, para el control fitosanitario a través de agricultura de precisión, en la finca Buena Vista del municipio de Cabrera, Cundinamarca. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20467/1/tg-casadei.pdf>

Pallares, C. J., Lallemand, K. S., & Visbal, F. D. (2021). Control preventivo de sigatoka negra en cultivo banano apoyado en redes convolucionales. Obtenido de <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9533#page=1>

Pallares, U. (Mayo de 2021). Control preventivo de sigatoka negra en cultivo de banano apoyado en redes convolucionales. Obtenido de <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9533/Paper%20Proyecto%20de%20Grado.docx%20%287%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pastorino, L. (2022). Transición: ¿a cual agricultura? Fitosanitarios y modelos de agricultura no convencionales en la Unión Europea. Obtenido de <https://pressto.amu.edu.pl/index.php/ppr/article/view/32794/29401>

Peña, P. (2021). Criterios para la configuración de plataformas de inteligencia aumentada para el mejoramiento de la sostenibilidad de cultivos agrícolas. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/13893>

Planas, S. (7 de mayo de 2020). Agricultura de precisión y protección de cultivos. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/epub/10.16924/revinge.47.3>

Rodríguez, P., & Zabala, M. (2017). Desarrollo de sistemas autónomo y prototipo robótico para fumigación de cultivos de tomate. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14719/1/DESARROLLO%20DE%20SISTEMA%20AUTOC3%93NOMO%20Y%20PROTOTIPADO%20ROBOC3%93TICO%20PARA%20FUMIGACION%20DE%20CULTIVOS%20DE%20TOMATE.pdf>

Sanchez, C. (Noviembre de 2020). SAVIA Boletín de la ETSIAAB. Obtenido de https://oa.upm.es/65671/1/La_AP.pdf

Santos, L. M., Ferraz, G. A., Marín, D. B., Carvalho, M. A., Lima Dias, J. E., & al., e. (2022). Índices de vegetación aplicados a imágenes multiespectrales suborbitales de café saludable y café infestado con minador de hojas de café. *Agroingeniería*; Basilea Tomo 4, N.º 1,.

Satorra, J. (2018). Gestión en terrenos específicos utilizando tecnologías de velocidad variable. Obtenido de <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/65456/027513.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soca, M. J. (2017). Detección de Roya Naranja y Roya Parda en la caña de azúcar mediante imágenes multiespectrales. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/7901>

Sozzi, R. (9 de septiembre de 2018). Prototipo para la aplicación de fitosanitarios proporcional al tamaño de los árboles en cítricos. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/159755/SOZZI-RODR%20GUEZ%20Ort%20ad%20Cuenca-Cuenca%20-%20Prototipo%20para%20la%20aplicacion%20de%20fitosanitarios%20proporcional%20...pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tajam, M. (ENERO de 2019). utilidades de los productos obtenidos mediante sensores portados en vehículos aéreos no tripulados en el proceso de agricultura de precisión en Uruguay. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20467/1/tg-casadei.pdf>

Torres, G., & Cruz, R. (2018). Métodos de aprendizaje de máquina utilizados en la clasificación y detección de características de imagen en plantas. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Angie-Torres/publication/341176260_Metodos_de_Aprendizaje_de_maquina_utilizados_en_la_clasificacion_y_d

eteccion_de_caracteristicas_de_imagen_en_plantas/li
nks/5eb2372845851592d6bd55f7/Metodos-de-
Aprendizaje-de-maquina-u

Torres, S. (Enero de 2017). Monitorizacion 3D de
cultivos y cartografía de malas hierbas mediante
vehiculos aereos no tripulados para un uso sostenible
de fitosanitarios. Obtenido de
file:///C:/Users/usuario/Downloads/2017000001558.p
df

Valero, U. (Marzo de 2019). La evolucion de la
agricultura de precision . Obtenido de
https://oa.upm.es/56889/1/Fructicultura_N_68_pags_30_39.pdf

Vallejo, P. (noviembre de 2021). Espectroscopia
Raman: Innovacion para el diagnostico fitosanitario.
Obtenido de
[https://leka.uaslp.mx/index.php/universitarios-
potosinos/article/view/206/145E](https://leka.uaslp.mx/index.php/universitarios-potosinos/article/view/206/145E). H., Belhaj, M.,
Buchailot, M. L., , S., J., Dorbolo, S., Kefauver, S.,
& al, e. (2022). Assessing Phytosanitary Application
Efficiency of a Boom Sprayer Machine Using RGB
Sensor in Grassy Fields. *Sustainability*.

Zúñiga, L., Juan, Manuel. (2018). APLICACIÓN DE
SENSORES REMOTOS PARA ANALISIS DEL
ESTADO VEGETATIVO DEL CULTIVO DE
PALMA DE ACEITE POR MEDIO DEL ÍNDICE
DE VEGETACION DE DIFERENCIA
NORMALIZADA (NDVI) Y FIRMAS
ESPECTRALES MEDIANTE FOTOGRAFÍAS
AÉREAS.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20387/Zu%c3%bligaLopezJuanManuel2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>