

IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES MEDIANTE IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN CULTIVO DE FRIJOL

IDENTIFICATION OF PESTS AND DISEASES THROUGH MULTISPECTRAL IMAGING IN BEAN CULTURE

Jennifer Andrea Niño Gutiérrez⁽¹⁾ Roland Edison Luna Daza⁽²⁾, Jimmy Alexander Rodríguez Amezquita⁽³⁾

1. Ingeniero Agrónomo Magister en ciencias ambientales, Universidad de Cundinamarca (UDEC). Centro Agroecológico y Empresarial SENA. Líder de grupo de investigación e instructor investigador. Grupo IDICAEF, Fusagasugá, Colombia.
jninog@sena.edu.co
2. Ingeniero Electromecánico, Especialista en alta gerencia de mercadeo, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Instructor investigador. Grupo IDICAEF, Fusagasugá, Colombia.
rolunad@sena.edu.co
8. Ingeniero Electrónico, Especialista en medio ambiente y desarrollo de la comunidad, Universidad de Cundinamarca (UDEC). Fusagasugá, Colombia.
jarodriguez2728@misena.edu.co.

RESUMEN

El estudio realizado por el semillero de investigación ASISNOVA del Centro Agroecológico y Empresarial abordó la problemática de las plagas y enfermedades de cultivos de frijol variedad bola roja, mediante el desarrollo de un proyecto de investigación aplicada. Se determinaron las características del problema recopilando imágenes multiespectrales tomadas con el uso de drones y realizando la clasificación y cuantificación, las cuales permitieron un análisis claro y detallado de los espectros, haciendo uso de aplicaciones.

Esta investigación se desarrolló en la vereda Ariari (Cabrera), se tomó como piloto la finca Parcela 1, la cual contaba con 2 hectáreas sembradas en frijol, utilizando como metodología la captura de imágenes, mediante drone y cámara multiespectral de 4 bandas de color, obteniendo como resultado la colorimetría de las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo, para dar respuesta eficiente y optimizar el uso de agroquímicos (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) disminuyendo los agentes contaminantes del medio ambiente.

Palabras Claves: agroquímicos, agricultura de precisión, imágenes multiespectrales, frijol, drones.

ABSTRACT

The study carried out by the research center ASISNOVA of the Agro ecological and Business Center addressed the problem of pests and diseases of red bean variety crops, through the development of an applied research project. The characteristics of the problem were

determined by collecting multispectral images taken with the use of drones and carrying out the classification and quantification, which allowed a clear and detailed analysis of the spectra, making use of applications.

This investigation was developed in the village Ariari. Parcela 1 farm was taken as pilot, which had 2 hectares planted in beans, using as a methodology the capture of images, by drone and multispectral camera with 4 color bands, obtaining as a result the colorimetry of the main pests and diseases present in the crop, to give an efficient response and optimize the use of agrochemicals, decreasing the pollutants of the environment.

Keywords: agrochemicals, precision agriculture, multispectral imagery, bean, drones

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura ha venido presentando grandes cambios (Bejarano), a lo largo del tiempo se ha tenido la necesidad de aumentar la producción agrícola en respuesta al aumento de la población, lo que ha conllevado a la expansión de nuevas áreas agrícolas y la utilización de nuevas tecnologías para aumentar los rendimientos de las producciones de los cultivos, esto con el fin de suplir la necesidad alimentaria, lo que ha llevado a la utilización de semillas mejoradas y el uso de nueva maquinaria agrícola, la cual hace más eficiente las labores de preparación, siembra y cosecha de los productos agrícolas. Estos avances han

sido significativos, sin embargo, esta modernización de las prácticas agrícolas proporciona nuevos retos, respecto a la sostenibilidad ambiental y económica de estos procesos productivos.

Por esta razón se plantea la implementación de tecnologías para el manejo, control, monitoreo, reducción de costos y aumento de la producción.

Concretamente se propuso la utilización de drones (Universidad de Valencia) con cámara multiespectral, para la identificación de plagas y enfermedades (Agrícola ERP) en el cultivo de frijol (*Phaseolus Vulgaris*) variedad bola roja, ubicado en el municipio de Cabrera, Cundinamarca vereda Ariari; este cultivo

es de gran importancia económica en la región, ya que es capaz de producir hasta el 50% de la siembra de frijol del municipio (Corporación Colombia Internacional, 2010).

Por sus condiciones edafoclimáticas, es vulnerable a las plagas y enfermedades (FAO) las cuales están en constante variación, por esta razón los objetivos de este proceso de investigación estuvieron enfocados en la identificación de las principales plagas y enfermedades (Velez) mediante la captura y análisis de imágenes multiespectrales (Drones para agricultura, 2016), el cual fue ajustado para realizar los planes de vuelo de acuerdo a las condiciones del sitio de estudio y ejecución, teniendo en cuenta características como la delimitación del terreno, los vientos, altura de vuelo, obstáculos, número de fotos por minuto, entre otros.

2. METODOLOGÍA

El artículo está derivado de la investigación finalizada del proyecto Optimización del MIPE (manejo integrado de plagas y enfermedades) en los ciclos

fenológicos del cultivo de frijol variedad bola roja a través de un sistema de adquisición y procesamiento de imágenes multiespectrales capturada con Drone en la vereda Ariari del municipio de Cabrera Cundinamarca. Esta investigación fue realizada por el semillero ASISNOVA con recursos de SENNOVA.

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, este se enmarca en dos momentos, el primero, consta de las pruebas de campo en el cultivo de frijol y la toma de imágenes multiespectrales, con el uso de drone y la cámara multiespectral (Press, 2016) para identificar las plagas y enfermedades del cultivo de frijol; el segundo momento, se da a partir de la recolección de datos para el procesamiento de las imágenes y el análisis de estas.

2.1 Selección del Predio

La selección del predio objeto de estudio e implementación se realizó de forma aleatoria con base en un listado de 50 posibles predios, en donde todos tenían la misma probabilidad de ser seleccionados.

El predio seleccionado corresponde a la señora Ana Cefora Jimenez propietaria de la finca Parcela 1.

a. Ubicación del Predio

La finca Parcela 1 se encuentra ubicada en la vereda Ariari con las siguientes características:

Ubicada a 15 km del casco urbano

Longitud 3°59'07"N 74°30'03,3"W

2250 m.s.n.m

Temperatura promedio de 17° C

Área total: 20.227 m²

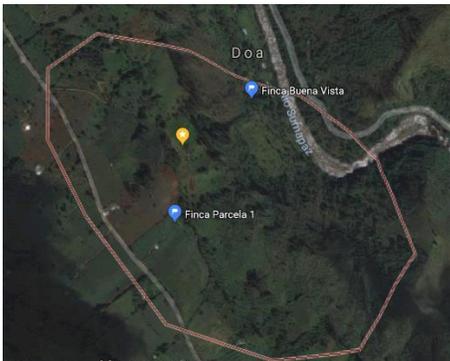


Figura 1. Ubicación del predio parcela 1, vereda Alto Ariari municipio de Cabrera – Cundinamarca. El proceso de investigación se fundamentó en la identificación de plagas y enfermedades mediante imágenes multiespectrales con el uso de una cámara parrot sequioa (Parrot) y un drone matrice 100 (Matrice).



Figura 2. Dron matrice 100, utilizado para vuelo de toma de imágenes.



Figura 3. Cámara parrot sequioa, utilizada para la toma de imágenes multiespectrales en cultivo.

Las características principales del equipo de captura radican en una cámara de 4 bandas de color (infrarojo cercano, infrarojo lejano, verde y rojo), la cual permite tener un amplio espectro de señales convertidas en imágenes.

De las cuales se obtuvo fotografías que, por sí mismas generan información específica, especialmente si se analizan las diferentes franjas espectrales (Interpretación de imágenes satélite

multiespectrales, s.f.) en las que puede trabajar la cámara, entre las que se encuentran:

Verde: discrimina la vegetación sana, es posible determinar usos agrícolas.

Rojo: discrimina especies vegetales, establece límites geológicos y de suelos, es posible determinar usos agrícolas.

Infrarrojo cercano: delimitación de biomasa vegetal, identificación de cultivos, discriminación suelo-cultivo-agua.

Infrarrojo medio: estimación del contenido de humedad en plantas (stress hídrico en cultivos) y suelos, separación entre nubes, nieve y hielo, establecer límites de geología y suelos.

El procedimiento inicia con la captura de imágenes del cultivo de frijol (Jara, s.f.) en estado de crecimiento, donde a través de las diferentes imágenes se identificó el terreno que aparentemente se encontraba sano, sin embargo en algunos sitios del cultivo se identificaron algunas partes con un umbral de enfermedades tales antracnosis, mosca blanca.

Este primer paso permitió identificar de forma positiva el buen uso de los equipos

y su efectividad en el momento del monitoreo.

La captura de imágenes se realiza gracias a un sistema integrado en la cámara que mediante un cálculo matemático (Jaen, s.f.) permite definir tiempos para fotografiar determinadas zonas del terreno o todo el terreno completo

$$\text{Time lapse} = \frac{\text{duracion del evento}}{(\text{fps} * \text{resolucion})}$$

Figura 3. Calculo de time lapse fotográfico

Así se define que cada 1.5 segundos se realizara una fotografía, esto permite obtener imágenes con calidad necesaria para realizar el análisis.

Antes de fotografiar utilizando un drone (Mendez, s.f.), se realizan fotografías de baja altura con el fin de tener parámetros de comparación y para definir la colorimetría, algunas imágenes de enfermedades generan un espectro de color específico (Guerrero, s.f.) que permiten identificarlas en la medida que se pongan las bandas de color en ordenes determinados

Después de realizar la captura las imágenes de cada espectro se solapan, estas imágenes generan un espectro de colores que permitirá determinar algunas

características específicas del cultivo (Pantaleone, 2017), procurando la identificación de las plagas y enfermedades de la zona.

Para la organización de las bandas de color se utiliza el software ArcGIS (Deskop, 2017), este permite ubicar las bandas una sobre otra para generar imágenes multiespectrales y así identificar los colores generados por las plagas y enfermedades sobre las imágenes tomadas por el dron sobre el cultivo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se solaparon estas imágenes generaron un espectro de colores que permitió determinar algunas características específicas del cultivo, buscando en el caso de este proyecto la colorimetría de las plagas y enfermedades específicas de mayor incidencia.

Al realizar el análisis de las imágenes se mostró una firma espectral para cada plaga identificada, a partir de datos multiespectrales se generan composiciones a color RGB (Red, Green, Blue) donde las bandas individuales o combinaciones específicas de ellas son

adecuadas para observar ciertos objetos (firmas espectrales).

Cuando se trata de combinar, la selección de bandas más adecuada depende del tipo de sensor usado y la aplicación del proyecto. Entre las combinaciones más comunes se observaron la 321 (color verdadero, RGB), 432 (falso color infrarrojo), la 543 (falso color, NRG), la 453 (falso color, NSR) y la 753; entre otras; teniendo como base estas firmas espectrales, se creó una tabla de color (Figura. 4) para identificar qué color específico se asigna a cada plaga y enfermedad que ataca el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris*.

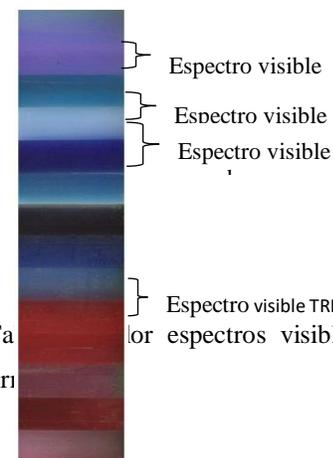


Figura 5. Tabla de color espectros visibles de plagas y enfermedades.

Para determinar la colorimetría se tuvo como base las 4 bandas de color en el espectro las cuales se sobrepusieron y

permitieron ver un espectro específico como se observa las siguientes figuras.

Como línea base podemos tener en cuenta que en la Figura 5, se muestra como las algunas enfermedades y plagas generan colores específicos.

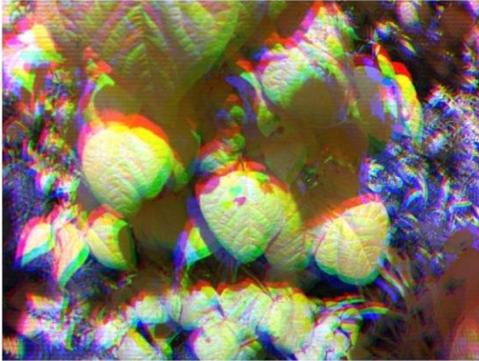


Figura 5. Planta de frijol con sintomatología de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*)

En la figura 5. Se pudo observar una planta de frijol que presenta sintomatología de la enfermedad antracnosis, causada por el hongo *colletotrichum*, la cual se puede diferenciar por la tonalidad del color verde palido entre en haz de las hojas.

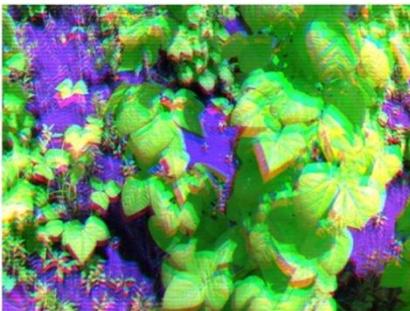


Figura 6. Plantas de frijol con foco de mosca blanca (*Aleyrodidae*)

En la figura 6. Se puede observar como se manifiesta multiespectral la incidencia de la mosca blanca *Aleyrodidae*, con focos de color púrpura intenso.



Figura 7. Planta de frijol con incidencia trips (*Palmi*)

En la figura 7. se puede observar una planta de frijol que presenta un foco del insecto trips (*Palmi*) es el más común en el cultivo y de muchos otros cultivos importantes en Colombia. Los potenciales daños de este insecto se acrecientan durante las épocas secas, el *thrips palmi* en estado adulto es de color amarillo pálido, mide alrededor de un milímetro de longitud y presenta alas con bordes flecosos, en la imagen multiespectral este insecto se identifica con un color rojo, el cual se encuentra en el haz de las hojas, las

cuales se pueden observar de color morado; esto permite que en una fotografía aérea tomada con cámara multiespectral con el uso de drone se pueda filtrar el color específico para identificar los focos de afectación dicha plaga, la cual es de fácil detección mediante este tipo de imágenes, permitiendo al agricultor aplicar las medidas correctivas sobre el nicho específico y no sobre todo el cultivo, generando así una reducción significativa en los costos de producción.

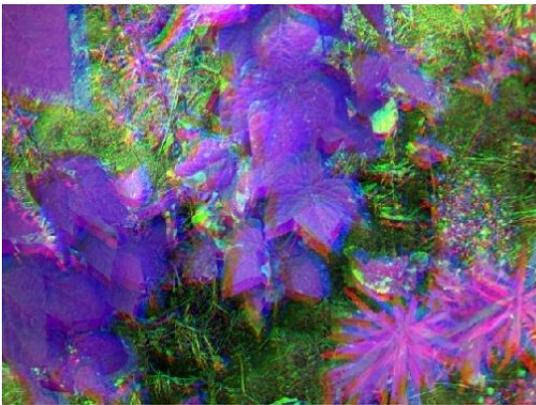


Figura 8. Planta de frijol con incidencia de minador (*Liriomyza trifolii*)

En la figura 8. se muestra el espectro de la planta del cultivo de frijol de color morado, identificando el insecto minador (*Liriomyza trifolii*) con un espectro de color verde con algunas tonalidades blancas, permitiendo así de forma eficiente su control mediante el uso de imágenes multiespectrales.

4. CONCLUSIONES

Demostrando que con el uso de drones o vehículos aéreos no tripulados, y la cámara multiespectral podemos realizar más eficientemente la toma de decisiones en el cultivo, al determinar los focos de las plagas y enfermedades disminuyendo costos en la compra de agroquímicos y ahorrando tiempo en su aplicación, ayudando así al medio ambiente por la reducción del uso de plaguicida.

Utilizar tecnología se puede hacer amigable para que agricultores y campesino pueda utilizarla y así obtener mejores resultados en sus cultivos.

Optimizar los cultivos identificando zonas específicas de ataque de plagas y enfermedades permite optimizar el uso de agroquímicos y ahorrar considerablemente dinero que se convierte en ganancias para los agricultores y campesinos.

4. RECOMENDACIONES

Es importante dar un tiempo estático al drone mientras se capturan las imágenes, pues es cabe resaltar que cada una de las

bandas es una fotografía, la cámara multispectral realiza 4 fotografías que son las que posteriormente se solapan; Sí la cámara no está estática al menos en un corto periodo de tiempo estas fotografías presentarían ruido digital. Este tiempo estático se debe configurar en el vuelo del dron.

De ser posible es más eficiente configurar el vuelo del dron mediante un software que permita que la acción sea delimitada a una zona específica, algunos softwares recomendados son pix4d, DJI GO, así se elimina el error humano en el vuelo y en la fotografía.

Se recomienda el uso de estas tecnologías de agricultura de precisión, para reducir costos y aumentar productividad en los cultivos.

REFERENCIAS

[1] Bejarano, P. (s.f.). *todrone*. Recuperado el noviembre de 2017, de [http://www.todrone.com/uso-drones-agricultura/Universidad de Valencia](http://www.todrone.com/uso-drones-agricultura/Universidad%20de%20Valencia). (s.f.). Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <http://drones.uv.es/aplicaciones-para-drones-en-la-agricultura/> Agrícola ERP. (s.f.).

[2] Cabrera, A. (s.f.). Recuperado el noviembre de 2017, de <http://www.cabrera.cundinamarca.gov.co/index.shtml?apc=Fcxx--3128128&x=3127583>

[3] Drones para agricultura. (2016). Favoreciendo la transformación de la agricultura de pequeña escala mediante la detección. *Drones para agricultura*.

[4] Deskop, A. (NOVIEMBRE de 2017). *pro ArcGIS*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <https://pro.arcgis.com/es/proapp/help/data/imagery/analyzing-vegetation-using-multispectral-imagery.htm>

[5] FAO. (s.f.). *TECO*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <http://teca.fao.org/read/8382>.

[6] Guerrero, J. (s.f.). *El blog de Jose Guerrero*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <https://joseguerreroa.wordpress.com/2011/08/30/2404/>

[7] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s.f.). *Uso de Agroquímicos. Recomendaciones*

Básicas. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <https://inta.gob.ar/documentos/uso-de-agroquimicos-recomendaciones-basicas>

[8] Interpretación de imágenes satélite multiespectrales. (s.f.). Recuperado el 2017 de NOVIEMBRE, de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/a_multispec.htm

[9] Jara, C. E. (s.f.). Recuperado el noviembre de 2017, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/manejo_agronomico_de_frijol-cartilla_1_004.pdf

[10] Jaen, U. D. (s.f.). *Coello Universidad de Jaen*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de http://coello.ujaen.es/protocol/pizarra/piz_51.pdf

[11] Jaramillo, D. (s.f.). *bdigital unal*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

[12] El software para la gestión integral en empresas agrícolas . recuperado el noviembre de 2017, de <http://sistemaagricola.com.mx/blog/principales-plagas-y-enfermedades-en-cultivos-de-frijol-prevencion-y-combate/>

[13] Matrice, 1. (s.f.). *dji*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <https://www.dji.com/es/matrice100>

[14] Mendez, A. (s.f.). *bcr*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <http://www.bcr.com.ar/Secretara%20de%20Cultura/Revista%20Institucional/2014/Diciembre/Drones.pdf>

[15] Parrot. (s.f.). *parrot Sequoia*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <https://www.parrot.com/es/profesional/parrot-sequoia#parrot-sequoia>

[16] Pantaleone, L. (2017). Clasificación de cultivos a partir de imágenes satelitales. *universidad nacional de bueno aires*.

[17] Press, E. (2016). *The ArcGIS Imagery Book*. ArcGIS.

[18] Siera, A. L. (2014). *Planificación de vuelo fotogramétricos para UAV sobre cliente GIS*. Oviedo: Universidad de Oviedo.

[19] Velez, J. (s.f.). *Agricultura de precisión*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2017, de <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/siembra/Utilizacion-Imagenes-multiespectrales-Siembra-Maiz.asp>