

Analizar el comportamiento del insecto *Dalbulus maidis*, vector del complejo del achaparramiento del maíz, mediante el uso de herramientas de SIG en Roldanillo, Valle del Cauca.

Andrés Fabricio Nieto Valencia¹
andres.nieto02@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de especialización en SIG (1)

Resumen

El cultivo de maíz en Colombia actualmente presenta una alerta debido al constante aumento de las poblaciones del insecto *Dalbulus maidis* y la transmisión de la enfermedad del "complejo de achaparramiento" en las diferentes regiones del país con reducciones de hasta el 90% en los rendimientos. Una de las principales actividades para la toma de decisiones en la sanidad de un cultivo, son los monitoreos de plagas y enfermedades. En este estudio, se realizó el seguimiento de dicho insecto a través de monitoreos semanales en ambos lotes de estudio desde su fecha de siembra hasta los 40 días después de siembra aproximadamente con una modificación en la metodología de monitoreo sugerida en el "Manual de manejo de *Dalbulus maidis*". En ambos casos se logró observar un leve aumento de las poblaciones del insecto desde la primera hasta la última evaluación, aunque siempre por debajo del umbral de acción (0.7 insectos por planta) lo que sugiere que las condiciones ambientales del periodo evaluado y el manejo agronómico de los agricultores en la zona influyeron positivamente en el manejo y control. Además, se analizaron estadísticamente algunas variables meteorológicas a través de un análisis de senderos aquellas que pueden influir en la incidencia del insecto, de las cuales se destacaron dos de ellas (Déficit de presión de vapor y humedad relativa) con una correlación positiva respecto al umbral de acción del *Dalbulus maidis*.

Palabras Clave: *Dalbulus maidis*; monitoreo; umbral de acción; meteorológicas.

Abstract

The maize crop in Colombia is currently on alert due to the constant increase in the populations of the insect *Dalbulus maidis* and the transmission of the disease of the "stunting complex" in the different regions of the country with reductions of up to 90% in yields. One of the main activities for decision-making in the health of a crop is the monitoring of pests and diseases. In this study, this insect was monitored through weekly monitoring in both study plots from its planting date until approximately 40 days after planting with a modification in the monitoring methodology suggested in the "*Dalbulus maidis* Management Manual". In both cases, a slight increase in insect populations was observed from the first to the last evaluation, although always below the action threshold (0.7 insects per plant), which suggests that the environmental conditions of the evaluated period and the agronomic management of farmers in the area positively influenced management and control. In addition, some meteorological variables were statistically analyzed through a trail analysis those that can influence the incidence of the insect, of which two of them stood out (Vapor pressure deficit and relative humidity) with a positive correlation with the threshold of action of *Dalbulus maidis*.

Keywords: *Dalbulus maidis*; monitoring; action threshold; meteorological.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en Colombia y el mundo es de gran importancia económica debido a sus buenas propiedades nutricionales dentro de la dieta tanto de las personas como de los sistemas agropecuarios e incluso para otros sectores como la producción de biocombustible pegantes, pañales desechables, bolsas biodegradables, antibióticos, analgésicos y otros medicamentos. Con la llegada de las importaciones entre 1991 y 2016 la demanda creció en 515% y para este mismo periodo según datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE), la producción aumentó en 27% con fluctuaciones significativas a lo largo de 25 años. Es por esto, que Colombia tiene la obligación de incrementar la productividad del sector para brindar a productores nacionales la oportunidad de participar competitivamente en el mercado nacional. (FENALCE, 2019)

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el cultivo de maíz al igual que cualquier otro tipo de cultivo en el mundo puede ser afectados por diferentes enfermedades, insectos plaga, o en el peor de los casos una enfermedad transmitida por un insecto plaga las cuales pueden afectar negativamente el desarrollo de las plantas disminuyendo considerablemente los valores de producción y rendimiento como es el caso del complejo del achaparramiento del maíz ocasionado por el fitoplasma *Mayze busby* stunt disease MBSD, el Espiroplasma Corn Stun Spiroplasma CSS y el virus del rayado fino del maíz transmitidos por el mismo insecto plaga *Dalbulus maidis*. (AGROSAVIA, 2023).

Los síntomas iniciales se caracterizan por la presencia de bandas blancas o cloróticas en la base de las hojas jóvenes. La infección avanza de manera sistémica y las bandas pueden llegar a cubrir toda la lámina foliar, la cual se torna amarilla o púrpura, dependiendo del genotipo. Se presenta enanismo, acortamiento de entrenudos, proliferación de brotes o mazorcas en los nudos, esterilidad masculina, ramificación excesiva o reducción de raíces. Las hojas pueden presentar ruptura de los bordes y en ocasiones permanecen entrelazadas en el cogollo o en la parte superior de las plantas. En infecciones tempranas las plantas no producen y su altura se reduce significativamente. Las mazorcas no se desarrollan normalmente y en ocasiones muestran estructuras reproductivas masculinas en el ápice de la mazorca. (AGUDELO, y otros, 2007).

La presencia del insecto está reportada en todos los departamentos de Colombia donde se siembra maíz, como el Valle Geográfico del río Cauca, el Valle Geográfico del río Magdalena, la Orinoquía, el Caribe Húmedo y la Zona Cafetera. En los años 2015 y 2016, los patógenos que transmite el *Dalbulus maidis* causaron estragos en el Huila con pérdidas superiores al 70% y tres años después se reportó por primera vez la enfermedad en los cultivos de maíz del Valle del Cauca generando pérdidas igualmente considerables, lo que repercutió en el aumento del precio final al consumidor debido a la poca oferta. (AGROSAVIA, 2023).

De acuerdo con esto, una de las tareas más importantes en el manejo cualquier cultivo, incluyendo el de maíz, son el monitoreo y evaluación oportuna del daño ocasionado por los diferentes patógenos. Como ya es evidente que el control se debe hacer desde la emergencia de las plantas es necesario hacer un monitoreo semanal y si en alguno encontramos 1 individuo promedio por planta, posterior a monitorear 10 puntos del predio, es necesario empezar el control, no se sabe si estos insectos están infectados, aun sin saber si estos individuos están infectados. (AGROSAVIA, 2023). Es por ello, que con el presente estudio se podrá analizar el comportamiento del insecto vector del complejo del achaparramiento del maíz (*Dalbulus maidis*) mediante el uso de herramientas de SIG en Roldanillo-Valle del Cauca. Esto se podrá alcanzar mediante la realización de monitorear la incidencia del insecto *Dalbulus maidis*, vector de la enfermedad del complejo de achaparramiento del maíz, zonificar la distribución de *Dalbulus maidis* en los lotes de estudio mediante la generación de mapas de calor y elaborar una propuesta de manejo y control del insecto en la zona de estudio basada en la información recolectada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

La metodología usada para este estudio permite implementar el uso de las tecnologías SIG en las actividades de inspección sanitaria en el cultivo de maíz. Con el objetivo de realizar una toma de decisiones oportunas respecto a la presencia de plagas y enfermedades, lo que se traduce finalmente en hacer un buen uso de los recursos económicos y ambientales manteniendo o mejorando los rendimientos en el sector maicero en el departamento del Valle del Cauca y

posteriormente ser replicado en otras regiones del país. La georreferenciación de los sitios de estudio se obtuvo a través de la aplicación móvil Google Earth y los polígonos se elaboraron mediante el software QGIS 3.0, en el que también se realizó los mapas de calor de la distribución del insecto *Dalbulus maidis*. Finalmente, para los análisis estadísticos se diseñó un modelo de estudio en el software SAS de las diferentes variables registradas que se muestran a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Variables tomadas en campo

Variables	
1	Georreferenciación de los lotes
2	Híbridos
3	Variables meteorológicas (Temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección del viento)
4	Manejo agronómico
5	Vecindad de los lotes de maíz
6	Presencia de especies de malezas hospederas para <i>Dalbulus maidis</i> .
7	Número de individuos del insecto vector

Fuente: Elaboración Propia 2023

De acuerdo a esta metodología, el análisis del efecto de las variables meteorológicas permite obtener información importante sobre la dinámica del insecto, la cual posteriormente puede asociarse a modelos de predicciones meteorológicas con el objetivo de establecer un sistema de alertas tempranas que permita tomar acciones preventivas de manera oportuna ante la posible incidencia de esta plaga y por ende a la transmisión de la enfermedad del “complejo del achaparramiento del maíz” de la cual es vector.

1. Monitoreo de la incidencia del achaparramiento del maíz y su insecto vector *Dalbulus maydis*.

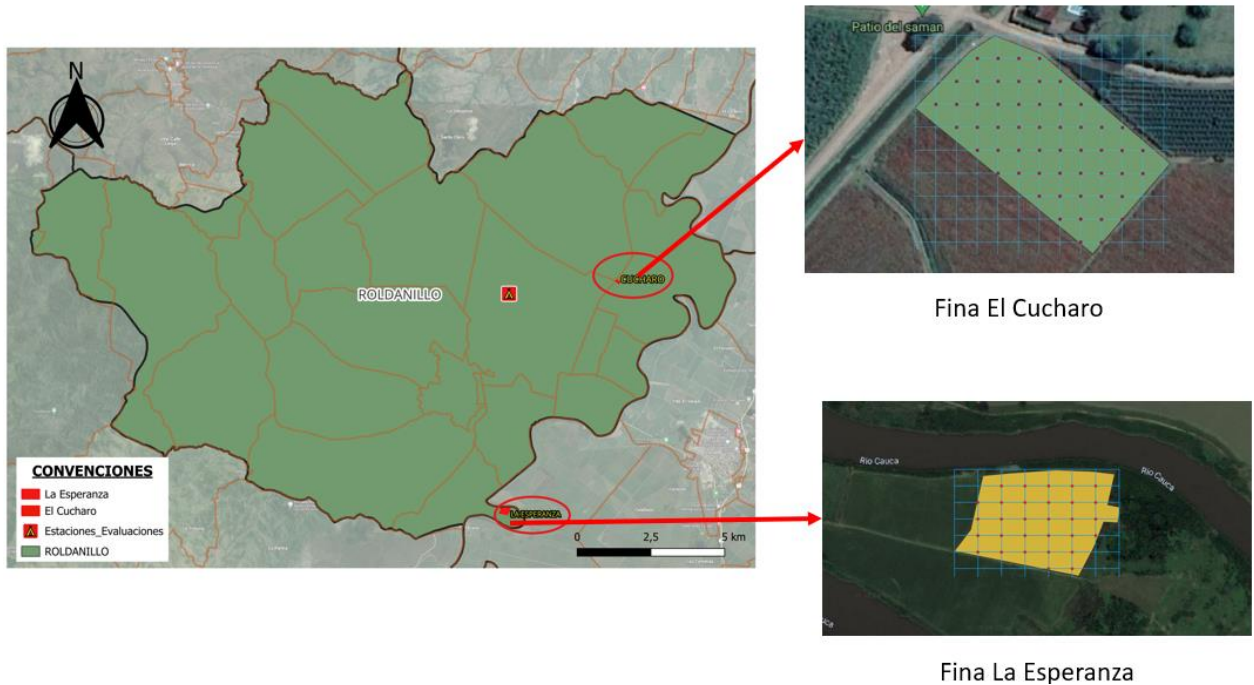
Para el seguimiento de la enfermedad del achaparramiento del maíz y su vector, se seleccionaron dos lotes comerciales de maíz en el municipio de Roldanillo del Valle del Cauca (Tabla 2) dentro de la zona de influencia de la estación meteorológica más cercana perteneciente a la red meteorológica automatizada de CENICAÑA (Imagen 1).

Tabla 2. Descripción de lotes de estudio.

LOTE	FINCA	AREA (Ha)	COORDENADAS
1	La Esperanza	6	4°22'35"N 76°08'09"W
2	El Cucharó	10	4°26'50"N 76°06'06"W

Fuente: Elaboración Propia 2023

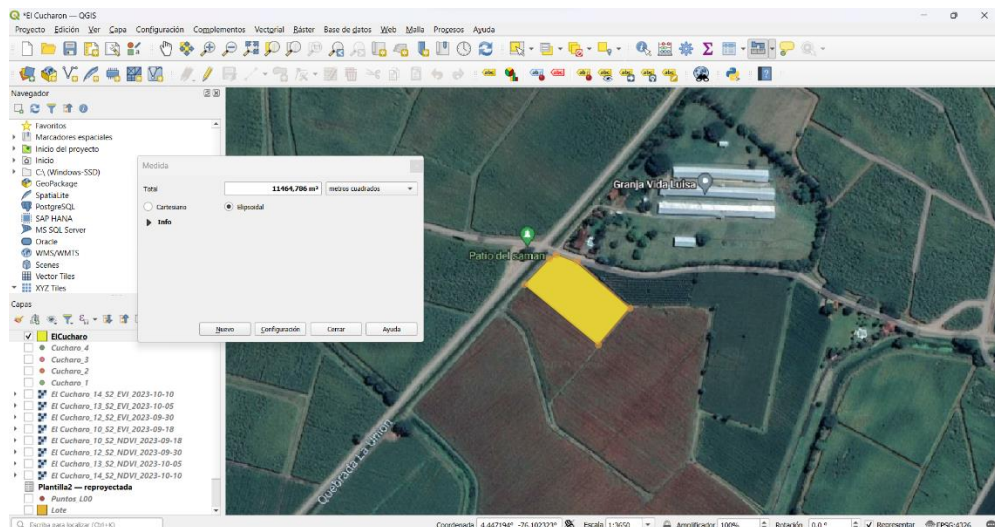
Imagen 1. Ubicación de lotes de estudio en el municipio de Roldanillo – Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración Propia 2023

Durante este estudio se evaluaron dos híbridos comerciales de maíz blanco, Lucino VIP3 y P4028W durante el ciclo de cultivo del segundo semestre del año 2023. Se generó la cartográfica de ambos lotes, las coordenadas se registraron en campo con el uso de la aplicación móvil de Google Earth la cual permite georreferenciar diferentes objetos de manera precisa y posteriormente a través del software de sistema de información geográfica QGIS se dibujaron los polígonos de los lotes generando las capas (Shapfile) de trabajo (**Imagen 22**).

Imagen 2. Creación de capa (Shapfile) con el software QGIS



Fuente: Elaboración Propia 2023

Para el monitoreo del insecto *Dalbulus maidis* vector del “complejo del achaparramiento del maíz” se ajustó la metodología de evaluación sugerida en el Manual de manejo de *Dalbulus maidis*, (2022), p. 11: “100 plantas por lote distribuidos en un patrón de cinco deoros, con 20 plantas por cada sitio” (**Imagen 3**) y un umbral de acción de 0.7 individuos por planta de acuerdo con la Ecuación 1.

Las variables evaluadas de acuerdo con el manual son:

- 100 plantas por lote
- Número de individuos de *Dalbulus maidis* en el total de plantas evaluadas

A partir de estas dos variables se realiza el cálculo del umbral de acción:

Imagen 3. Distribución cinco de oros para monitoreo de *Dalbulus maidis*



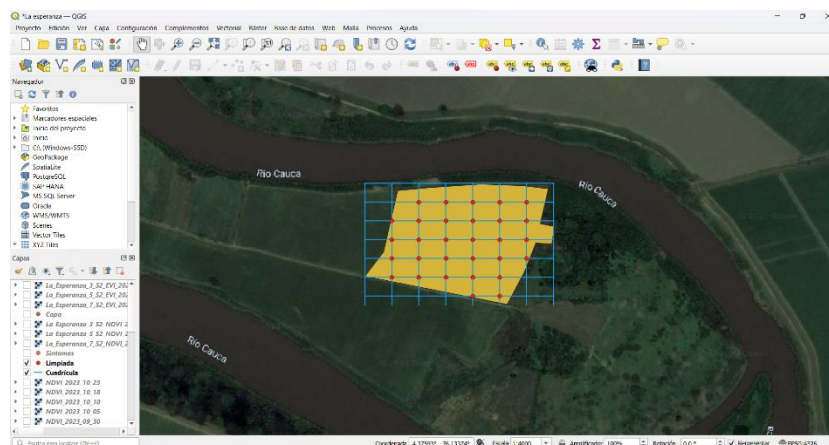
Fuente: Elaboración Propia 2023

Ecuación 1. Ecuación para cálculo de umbral de acción.

$$U.A = \frac{\# INSECTOS}{\# PLANTAS EVALUADAS}$$

El ajuste para los monitoreos durante la investigación consiste en aumentar el número de plantas evaluadas por lote en una relación al valor de su área y no de manera general (lote) como sugiere el manual. Es decir, que se tomó como unidad mínima de evaluación “100 plantas por lote distribuidos en un patrón de cinco de oros, con 20 plantas por cada sitio” realizando un cambio en la proporción del área del lote, por cada hectárea del lote se estableció una cantidad de 100 plantas de maíz (100 plantas/Ha) y no en un patrón de cinco de oros sino dentro de todo el lote en puntos distribuidos de manera equidistantes entre sí o definido como muestreo sistémico a través del software QGIS. Por ejemplo, para un lote de 6 Ha se evalúan 30 puntos cada uno con 20 plantas distribuidos de manera equidistante para un total de 600 plantas cómo se ilustra en la Imagen 4:

Imagen 4. Muestreo sistémico para evaluación de *Dalbulus maidis*.



Fuente: Elaboración Propia 2023

A través de la aplicación móvil Avenza Maps que permite proyectar las imágenes generadas en el software QGIS con ubicación en tiempo real, se procedió a realizar los monitoreos del insecto *Dalbulus maidis*. Los conteos se realizaron de

forma visual, realizando una sumatoria del conteo de individuos de *Dalbulus maidis* en cada grupo de 20 plantas de los puntos dentro del lote de manera semanal desde el momento de emergencia de la planta hasta los 50-60 días aproximadamente o hasta que fuera visible la parte interna del cogollo de la planta por parte del evaluador (Imagen 5).

Imagen 5. Monitoreo visual de *Dalbulus maidis*.



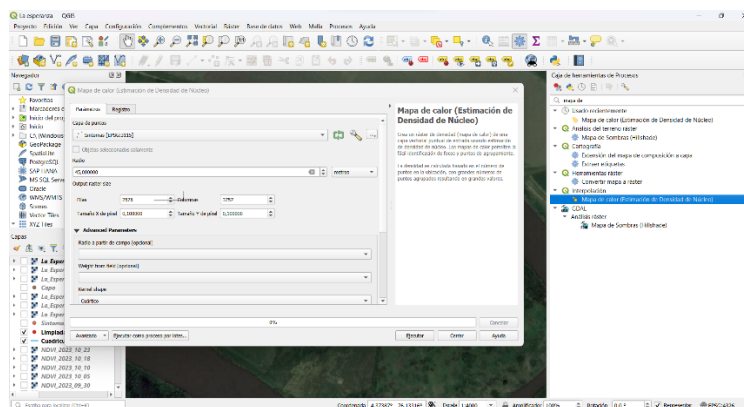
Fuente: Elaboración Propia 2023

2. Zonificar la distribución de *Dalbulus maidis* en los lotes de estudio mediante la generación de mapas de calor.

Con el uso de software de sistemas de información geográficas QGIS, se generaron mapas de calor con el objetivo de identificar la distribución de *Dalbulus maidis* en cada uno de los lotes a través del tiempo evaluado. Estos mapas permiten observar las zonas en que el insecto tiene una preferencia para ingresar o establecerse y desarrollar su ciclo de vida asociado a condiciones externas como la presencia de plantas hospederas en los bordes, canales de riego, ríos, entre otros. Estos mapas reflejan la cantidad de insectos encontrados por cada punto evaluado, se representa mediante una escala de colores donde la coloración naranja o rojiza muestra una mayor cantidad de *Dalbulus* en contraste con las zonas de coloración azul donde la presencia del insecto o el número de individuos es baja o nula.

Para esto, se realiza una interpolación (Imagen 6) entre las capas de los conteos del insecto en cada uno de los puntos evaluados (Imagen 5) y la capa de la cartografía de los lotes (Imagen 2). A través de la caja de herramientas del software, se selecciona la herramienta “Mapa de calor” en la que se asigna como variable de interés o la variable a representar gráficamente el número de individuos registrados en cada punto, durante cada evaluación y con un radio de influencia igual a la distancia entre los mismos puntos.

Imagen 6. Elaboración de mapas de calor en QGIS.



Fuente: Elaboración Propia 2023

3. Elaborar una propuesta de manejo y control del insecto en la zona de estudio basada en la información recolectada.

Con base en los resultados obtenidos de los monitoreos del insecto y la zonificación de la distribución. Se planteará una propuesta del protocolo de manejo y control para obtener un uso más eficiente de los recursos económicos de los agricultores y al mismo tiempo reducir el impacto ambiental generado por la aplicación de diferentes productos insecticidas de origen químico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó las actividades de monitoreo del insecto *Dalbulus maidis* en dos lotes comerciales ubicados en el municipio de Roldanillo en el departamento del Valle del Cauca con un área de 11.4 y 6.5 hectáreas respectivamente. Para la finca El Cucharó se realizó un total de 4 evaluaciones desde la fecha de siembra hasta la etapa vegetativa V6; en cuanto a la finca La Esperanza, se realizó un total de 6 evaluaciones desde la fecha de siembra hasta la etapa vegetativa V9 (Tabla 3). Esto, debido a condiciones climáticas (lluvias) en la zona durante el periodo de estudio que dificultó los monitoreos durante las etapas V7 a V9 en el primer lote.

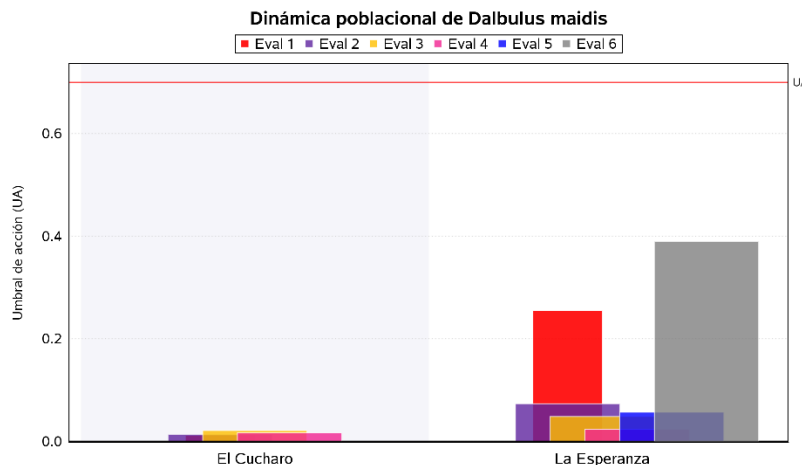
Tabla 3. Descripción de lotes evaluados.

Nº	Localidad	Zona	Estacion Rma	Área (Ha)	Evaluaciones	Fecha De Siembra
1	El Cucharó	Norte	SEC	11.4	4	10/9/2023
2	La Esperanza	Norte	SEC	6.5	6	28/7/2023

Fuente: Elaboración Propia 2023

De acuerdo con los resultados obtenidos durante los conteos del insecto, se observó que las poblaciones de *Dalbulus maidis* ambos lotes no superó el umbral de acción de 0.7 insectos por planta al menos durante los primeros 40 días del cultivo (**Imagen 7**).

Imagen 7. Gráfica de umbral de acción de ambos lotes en Roldanillo (Valle del Cauca)



Fuente: Elaboración Propia 2023

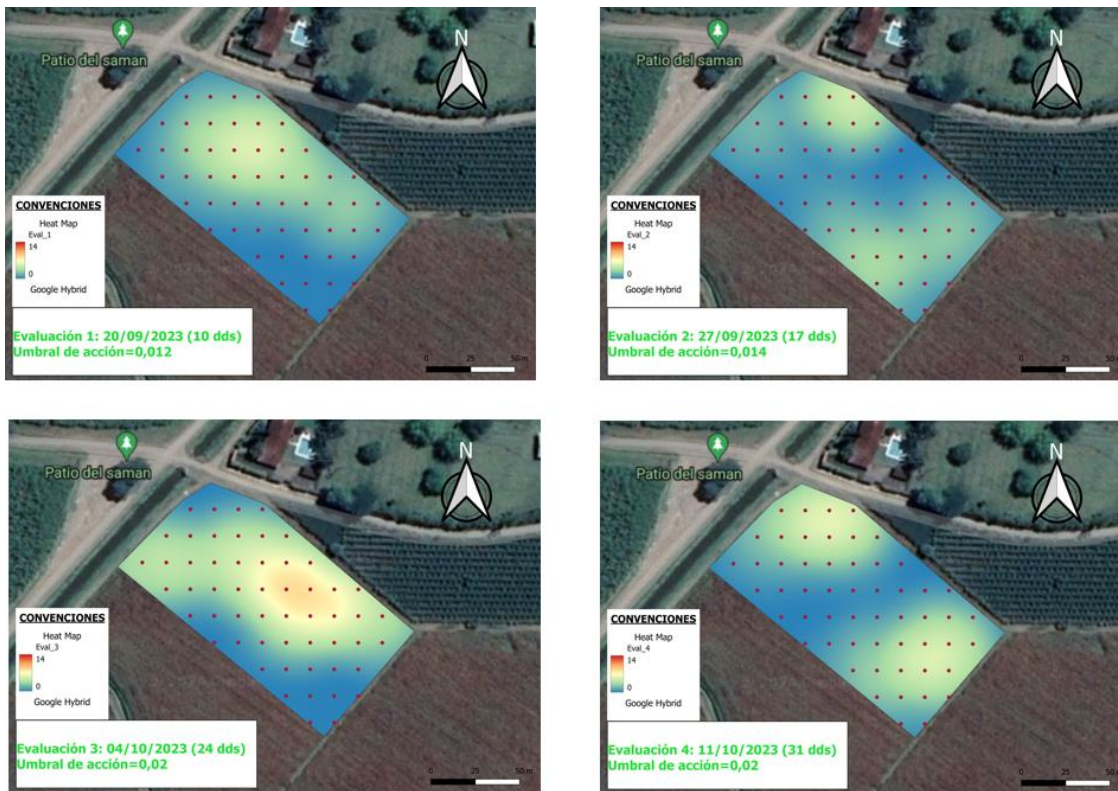
De acuerdo con los mapas de calor elaborados en el software Qgis 3.0, se logró observar la dinámica del insecto dentro de un mismo lote en el transcurso de una evaluación a otra (6 o 7 días) durante los primeros 40 días del cultivo. En el primer lote (**Imagen 8**), se evidencia un ligero y constante aumento en la población de *Dalbulus maidis*. En el segundo lote (

Imagen 9), se observa una considerable disminución de la población del insecto entre la primera y cuarta evaluación. Sin embargo, a partir de la evaluación 4 se observa un constante aumento de la población de *Dalbulus maidis* aunque siempre por debajo del umbral de acción antes mencionado (0.7 insectos planta).

El análisis de los mapas de calor permite visualizar el incremento y disminución de la población de *Dalbulus maidis* para ambos lotes en términos de porcentaje. Partiendo de un umbral de acción 0.7 insectos por planta como el 100% de individuos permitidos antes de tomar acciones correctivas, se observa que en el caso de la finca El Cucharo, existe un incremento exponencial del 26.8% desde la primera evaluación a los 10 días después de la siembra hasta la última evaluación a los 31 días después de siembra, pasando del 1.7% a un 28.5% de la cantidad recomendada. En el caso de la finca La Esperanza también se observó un incremento entre la primera y última evaluación. Sin embargo, en este segundo caso se observó una disminución en el intermedio de estas evaluaciones en un 35.4%, pasando de un 37.14% de insectos permitido a un 1.7%, esto debido a las aplicaciones de productos químicos por parte del agricultor para su control, pero finalmente al pasar los 30 días después de la siembra se observa un aumento de la población en un 53.3% al llegar a un valor cercano al 55% de lo recomendado (0.7 insectos por planta) en el manual de manejo de *Dalbulus maidis*.

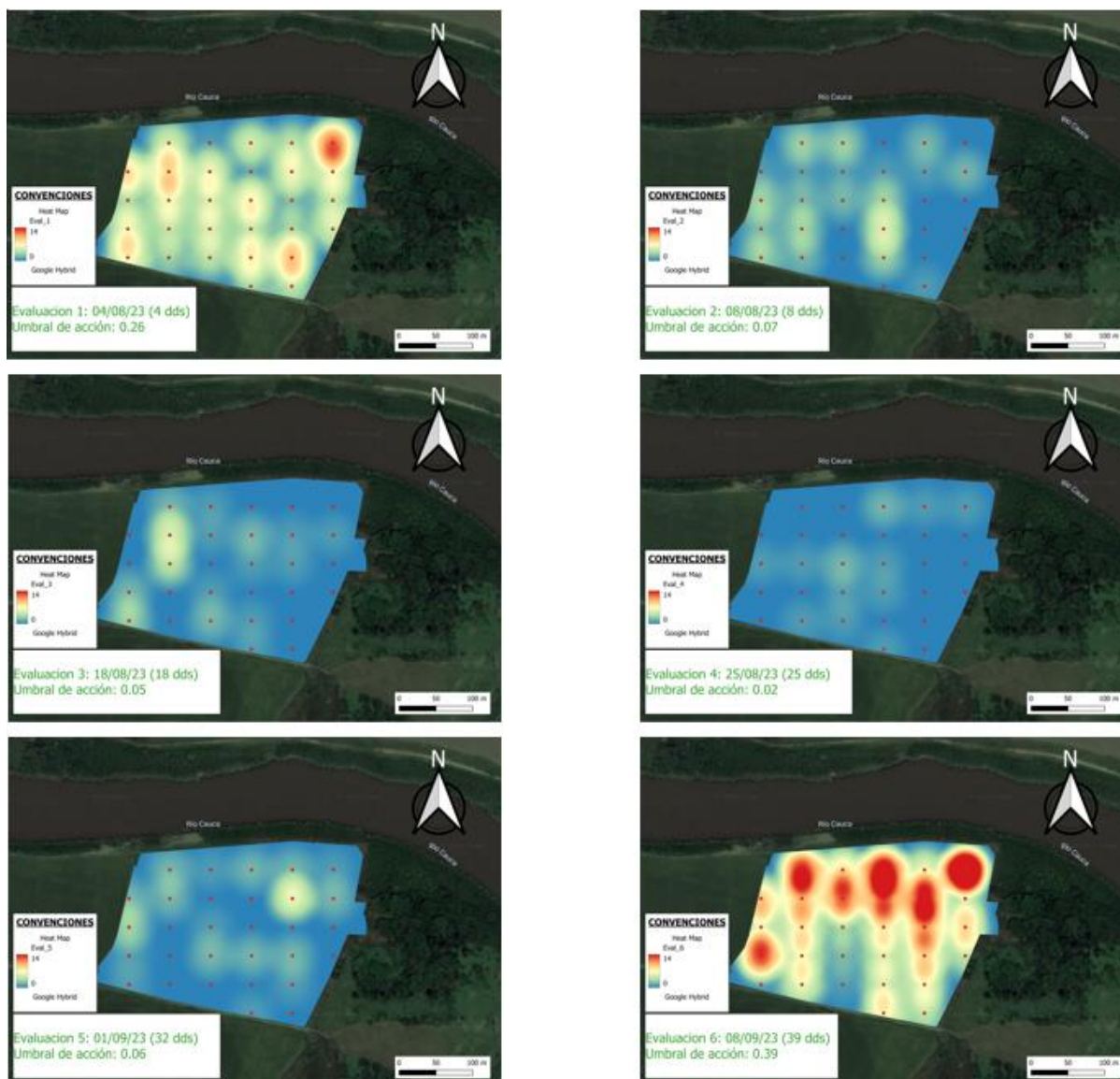
Una de las observaciones que se destaca en la finca La Esperanza, es que el aumento del número de *Dalbulus* se registró en la zona cercana al borde del Jarillón del río Cauca en donde se evidenció una alta población de plantas hospederas de este insecto como la marihuano macho (*Parthenium hysterophorus*) y el pasto Jonhson (*Sorghum halepense*). Además, otra variable que se observó fue la cercanía al río Cauca como se representa en el mapa del lote. Esto sugiere, que el crecimiento de las malezas alrededor del lote y la presencia de cuerpos de agua pueden influir en la favorabilidad del establecimiento del insecto en el cultivo de maíz.

Imagen 8. Evaluaciones finca El Cucharo en Roldanillo (Valle del Cauca)



Fuente: Elaboración Propia 2023

Imagen 9. Evaluaciones finca La Esperanza en Roldanillo (Valle del Cauca)



Fuente: Elaboración Propia 2023

Propuesta del protocolo de manejo y control del insecto *Dalbulus maidis*:

Con base en los resultados observados durante este estudio bajo las condiciones del segundo semestre del año 2023 en el municipio de Roldanillo – Valle del cauca, se plantea el siguiente protocolo de manejo y control del insecto *Dalbulus maidis* vector de la enfermedad del complejo del achaparramiento del maíz:

1. Identificar la presencia de malezas hospederas (marihuana macho y pasto Jonhson) del insecto en los lotes donde se realizará la siembra del cultivo de maíz y realizar la erradicación de estas especies a través de prácticas mecánicas o con la aplicación de productos químicos.
2. A partir de la emergencia del cultivo (VE) y hasta los 40 días después de la siembra (V6-V8), realizar uno o dos monitoreos semanales de la incidencia del insecto con una muestra de 100 plantas por cada hectárea sembrada, distribuidas en puntos de 20 plantas por todo el lote, incluyendo los bordes y la parte central.
3. Instalar trampas de cinta amarilla cerca a los bordes con presencia de cuerpos de agua, como ríos, reservorios, lagos, canales de riego y drenaje.
4. En caso de realizar más de una aplicación de insecticidas durante el periodo sugerido, hacer rotación de moléculas del ingrediente activo para disminuir la probabilidad de que los insectos generen una resistencia a los productos.

Estudio adicional

Identificar el efecto de las variables climáticas sobre la enfermedad del achaparramiento del maíz y del vector en las zonas evaluadas.

De la estación meteorológica automatizada del sector azucarero más cercanas a los lotes de estudio (Imagen 1), se procedió a descargar la información de los registros diarios correspondiente al periodo de estudio comprendido entre el 01 de julio de 2023 al 15 de diciembre de 2023 a través del visor del clima disponible en su página web [Cenicana – Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia \(cenicana.org\)](http://Cenicana.org).

La información meteorológica consta de las siguientes variables:

- Temperatura (Máxima, media y mínima)
- Humedad relativa (Máxima, media y mínima)
- Precipitación (Diaria, acumulada mensual)

Junto con la base de datos de los monitoreos del insecto vector *Dalbulus maidis* en las diferentes localidades, se relacionó la información correspondiente a las fechas evaluadas. Además, se tuvo en cuenta un periodo de 6 días antes de cada evaluación para el cálculo de la variable climática conocida como el déficit de presión de vapor (DPV), definida como la diferencia entre la saturación (es) y el vapor real de presión (ea) durante un período de tiempo determinado. Para períodos de tiempo como una semana, diez días o un mes (FAO, 1998), calculado a partir de la Ecuación 2:

Ecuación 2. Déficit de presión de vapor

$$DPV = es - ea$$

Donde:

saturación = (es)

vapor real de presión (ea)

Con el uso del software del Sistema de análisis Estadístico SAS, se procedió a realizar el análisis estadístico descriptivo en el que se puede conocer detalladamente la información que se posee y la estructura del estudio. Posteriormente, se hizo un análisis exploratorio a través de una correlación de Pearson cuyo índice mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente, sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1 (UNIVERSIDAD DE SEVILLA, 2024) y también se realizó un Path analysis o Análisis de Senderos cuyo método permite evaluar el ajuste de modelos teóricos en los que se proponen un conjunto de relaciones de dependencia entre variables (Pérez, Medrano, & Sánchez Rosas, 2013).

Tabla 4. Matriz de correlación de Pearson.

Matriz de correlación Pearson					
	VPD	Precipitación	Temperatura	HR	UA
VPD	1.00000	-0.85381	0.93402	-0.94556	0.33118
Precipitación	-0.85381	1.00000	-0.80567	0.83769	0.03000
Temperatura	0.93402	-0.80567	1.00000	-0.97598	0.40625
HR	-0.94556	0.83769	-0.97598	1.00000	-0.35270
UA	0.33118	0.03000	0.40625	-0.35270	1.00000

Fuente: Elaboración Propia 2023

Tabla 5. Análisis de senderos para el umbral de acción.

Variable	VPD	Precipitación	Temperatura	HR	Corr (UA)
-----------------	------------	----------------------	--------------------	-----------	------------------

VPD	0.236	0.010	-0.232	-0.213	-0.198
Precipitación	-0.127	-0.019	0.158	0.151	0.162
Temperatura	-0.268	0.205	0.011	-0.215	-0.267
HR	-0.214	-0.012	0.245	0.235	0.254

Fuente: Elaboración Propia 2023

4. CONCLUSIONES

- Se corrobora la importancia de las actividades de inspecciones fitosanitarias para la toma de decisiones en el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz para la identificaron momentos claves para realizar las diferentes aplicaciones de productos (químicos o biológicos) para controlar las poblaciones de insectos plagas como el *Dalbulus maidis* y la transmisión de enfermedades como el “Complejo del achaparramiento del maíz”.
- Se evidenció que la edad del cultivo en que se presenta un aumento en la incidencia del insecto es alrededor de los 40 días después de siembra (dds) entre las etapas vegetativas v6-v8, por lo cual es importante que durante este momento se intensifiquen las actividades de monitoreo y las aplicaciones de productos para su control.
- Es importante realizar la limpieza de malezas hospederas de insectos plaga del maíz como lo son el marihuano macho (*Parthenium hysterophorus*) y el pasto Jonhson (*Sorghum halepense*) antes de las siembras y durante el periodo de tiempo de las etapas vegetativas del cultivo (0 a 40 días).
- Los análisis estadísticos muestran la importancia de tener en cuenta algunas de las variables meteorológicas que se relacionan con la incidencia del insecto para establecer sistemas de alerta temprana a través de modelos de predicciones climáticas y así actuar de manera preventiva al establecimiento de la plaga en el cultivo de maíz, en este estudio las variables que más se correlacionaron al umbral de acción del insecto fueron el déficit de presión de vapor y la humedad relativa con valores de 0.236 y 0.235 respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar actividades de monitoreo de insectos plaga de manera frecuente, una a dos veces por semana durante los primeros 40 días del ciclo del cultivo dado que en este tiempo es cuando se presenta una mayor vulnerabilidad de ser infectados por enfermedades como el complejo de achaparramiento del maíz transmitido por la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*), la cual puede afectar hasta en un 90% los rendimientos de producción cuando se manifiesta en estadios tempranos del cultivo evitando así que sobre pase el umbral de acción de 0.7 insectos por planta recomendado.
- La aplicación de productos basado en los monitoreos permite disminuir la cantidad de aplicaciones que se hacen por calendario como se hace generalmente (4 o 5 aplicaciones), permite tener una herramienta para la toma de decisiones generando un impacto económico positivo para los agricultores además de reducir el impacto ambiental.

REFERENCIAS

- AGROSAVIA. 2023. Agronet. *Agronet*. [En línea] 15 de 02 de 2023.
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Achaparramiento-del-ma%C3%ADz-un-problema-serio,-para-una-soluci%C3%B3n-con-ciencia.aspx>.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome, 300*(9), D05109.
- Agudelo, F. V., Chalarca, J. R., Saa, J. C., & Restrepo, J. P. (2022). *MANUAL DE ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL MAÍZ*. El Cerrito: ©ADVANTA SEED INTERNATIONAL 2022 CC BY-NC-ND 4.0.
- Angelotti, F., Morales, C. D., Hamada, E., Bisonard, E. M., Gonçalves, R. R., & Rago, A. M. (2022). *Climate risk scenarios of orange rust for the sugarcane-producing regions of Argentina and Brazil*. Buenos Aires: Research, Society and Development.

- Batista Foguet, J. M. B. & Gallart, G. C. (2000). Modelos de Ecuaciones Estructurales. Madrid: La Muralla, S.A.
- Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates; 1988. 567 p
- E.C, B., E.R, W., R.C, M., M.V, L., M.C, M. d., J.G, B., & M.C, R. (2012). MODELADO COMPUTACIONAL DE DATOS EPIDEMIOLÓGICOS PARA PREDECIR ENFERMEDADES DE CULTIVOS CON BASE METEOROLÓGICA. *10° Simposio sobre la Sociedad de la Información, SSI 2012*, (págs. 322-337). Buenos aires.
- Erreguerena, I. A., AV, R., GG, C., DD, C., R, C., & R, D. (2021). *Distribución regional y nivel de enfermedades fúngicas en maíces tardíos y su relación con variables agroclimáticas en el centro-norte de Córdoba, Argentina*. Manfredí, Provincia de Córdoba: Este boletín es editado en INTA - EEA Manfredi.
- FENALCE. 2019. *Maíz para Colombia vision 2030*. Palmira : FENALCE, 2019.
- Ingenieros FENALCE. 2023. FENALCE. FENALCE. [En línea] 15 de 01 de 2023. [Citado el: 21 de Marzo de 2023.] <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiM2FiYzM5ZTA0NjFmNi00MGQyLWFiYzYtNGI0YTJiZTcwZWQwIiwidCI6IjU2MmQ1YjJlLTBmMzEtNDdmOC1iZTk4LTNmMjI4Nzc4MDBhOCJ9>.
- Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, F., Rodríguez, J. E., & Chacón Rangel, J. (2018). *Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones*. Venezuela: Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica.
- Paoli, H., Volante, J., Noé, Y., Campos, C., Vale, L., & Elena, H. (2006). *MONITOREO DE CULTIVOS EXTENSIVOS DEL NOROESTE ARGENTINO DE A PARTIR DE SENSORES REMOTOS. CAMPAÑA AGRICOLA 2005-2006 CULTIVOS DE VERANO*. Salta, Argentina.: INTA.
- Pecci, M. d., Laguna, I. G., & Lenardon, S. (2012). *Enfermedades del maíz producidas por virus y mollicutes en Argentina*. San vicente-Córdoba: Buenos Aires : Ediciones INTA, 2012.
- Pérez, E., Medrano, L. A., & Rosas, J. S. (2013). El Path Analysis: conceptos básicos y ejemplos de aplicación. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 5(1), 52-66.
- QUIÑONES, R., J. R., Á. C., O. F., JOHANSEN, R., & MEJORADA, E. (2020). *COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y TEMPORAL DE THRIPS SIMPLEX MORISON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) EN LA REGIÓN NORTE DEL ESTADO DE MÉXICO*. Mexico: Carmen Huerta.
- Reinoso, I. S. (2021). *Caracterización poblacional de Dalbulus sp. (Hemiptera: Cicadellidae) insecto vector de Mollicutes en maíz, en el departamento del Huila*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, J. R., Ramírez, J. F., González, A., & León, C. d. (2015). *Patrón espacial del carbón de la espiga del maíz en diferentes localidades del Estado de México*. Texcoco: Revista Mexicana de Ciencias Agrarias.
- Semillas Valle. (02 de 08 de 2021). *Semilla Valle*. Obtenido de Semillas Valle: <http://semillasvalle.com/site/blog/manejo-de-dalbulus-maidis-en-cultivo-de-maiz/>
- UNIVERSIDAD DE SEVILLA. (15 de 01 de 2024). *UNIVERSIDAD DE SEVILLA*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE SEVILLA: <https://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>
- Valarezo, O., Intriago, M., & Muñoz, .. X. (2012). *Biología de la "chicharrita" Dalbulus maidis (Homoptera: Cicadellidae) y confirmación de su capacidad como vector del complejo viral de la Cinta Roja del maíz*. Manabí: Revista LaTécnica.
- Varón de Agudelo, F., Rodríguez-Chalarca, J., Villalobos-Saa, J. C., & Parody-Restrepo, J. (2022). *Manual de enfermedades y plagas del maíz*.