

INDUCTORES DE RESISTENCIA ADQUIRIDA (IRA) SOBRE EL COMPLEJO COLORANTE ASFÁLTICO EN MAÍZ (ZEA MAYS L.)

ACQUIRED RESISTANCE INDUCERS (ARI) ON THE ASPHALT STAIN COMPLEX IN CORN (ZEA MAYS L.)

Héctor Ezeta Flores¹

Kevin Daniel Gómez Gómez²

Wilson Javier Romero Berrones³

Ángel Santiago Carrasco Schuldt⁴

Rafael Vicente Pluas Piloza⁵

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar inductores de resistencia adquirida (IRA) sobre el complejo mancha de asfalto en el cultivo de maíz. La investigación se ejecutó en los terrenos de la Hacienda “La Suerte”, provincia de Los Ríos. En este estudio se utilizó el híbrido de maíz de tipo simple Emblema. Se aplicó el diseño experimental de “bloques completos al azar (BCA)”. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Los tratamientos fueron: ácido salicílico, quitina, Peptídicos-Gramicidina, Poli-Glucosarina, Fosetyl Aluminio y un Control, todos ellos en dos dosis y aplicaciones, a los 20 y 35 días después de la siembra. Se evaluó las siguientes variables: Incidencia y severidad de la enfermedad con fórmulas, severidad de la enfermedad con escala diagramática, altura de planta, altura de inserción de mazorcas, días a floración, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso de 100 semillas y rendimiento por hectárea. Mediante los resultados obtenidos se evidenció la presencia de la enfermedad de manchado de grano (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydi*, *Coniothyrium phyllachorae*) en la zona de evaluación. La aplicación de activadores fisiológicos de resistencia generó control sobre la aparición del manchado de asfalto, en comparación con el testigo el cual fue atacado severamente. La aplicación de ácido salicílico 1,0 l/ha registró el menor daño de la enfermedad en todas las evaluaciones. La producción más alta se logró aplicando para el control de mancha de asfalto ácido salicílico 1,0 l/ha con 10166,67 kg/ha, el testigo tuvo el peor promedio de rendimiento (4846,67 kg/ha).

Palabras clave: *Phyllachora maydis*, enfermedades maíz, ácido salicílico, serenade, inductores de resistencia.

Recepción: 28 de Febrero de 2024 / Evaluación: 30 de Marzo de 2024 / Aprobado: 30 de Abril de 2024

¹Magister en Agronomía Mención Protección Vegetal por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador AGRIPLANT. Email: hector_ezetaflores@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6407-8112>.

²Máster Universitario en Educación Bilingüe por la Universidad Internacional de La Rioja. Docente en la Universidad Agraria del Ecuador, Campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz -Milagro. Email: kgomez@uagraria.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6011-6222>.

³Magister en Gerencia Educativa por la Universidad de Guayaquil. Docente en la Universidad Agraria del Ecuador, Campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz -Milagro. Email: wromero@uagraria.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3791-0525>.

⁴Magister en Agroecología y Agricultura Sostenibles por la Universidad Agraria del Ecuador. Docente en la Universidad Agraria del Ecuador Campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Milagro. Email: acarrasco@uagraria.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2572-9829>.

⁵Magister en Agroecología y Agricultura Sostenibles por la Universidad Agraria del Ecuador. Docente en la Universidad Agraria del Ecuador, Campus Milagro Dr. Jacobo Bucaram Ortiz. Email: rpluas@uagraria.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6869-5265>.

Abstract

The objective of this research was to evaluate acquired resistance inducers (ARI) on the complex asphalt stain in corn crops. The investigation was carried out on the land of the “La Suerte” Hacienda, province of Los Ríos. In this study, the Emblema simple-type corn hybrid was used. The experimental design of “randomized complete blocks (BCA)” was applied. To evaluate means, the Tukey test was used at 5% significance level. The treatments were: salicylic acid, chitin, Peptide-Gramicidin, Poly-Glucosarin, Fosetyl Aluminum and a Control, all of them in two doses and applications, 20 and 35 days after sowing. The following variables were evaluated: Incidence and severity of the disease with formulas, severity of the disease with a diagrammatic scale, plant height, ear insertion height, days to flowering, ear diameter, ear length, weight of 100 seeds and yield per hectare. The results obtained showed the presence of grain spotting disease (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydi*, *Coniothyrium phyllachorae*) in the evaluation area. The application of physiological resistance activators generated control over the appearance of asphalt staining, in comparison with the control which was severely attacked. The application of salicylic acid 1.0 l/ha recorded the least damage from the disease in all evaluations. The highest production was achieved by applying salicylic acid 1.0 l/ha with 10,166.67 kg/ha to control asphalt stain, the control had the worst average yield (4,846.67 kg/ha).

Keywords: *Phyllachora maydis*, corn diseases, salicylic acid, serenade, resistance inducers.

Introducción

El maíz es un producto agrícola que se produce mayormente en el mundo. De acuerdo con sus cualidades alimenticias para la producción de proteína animal, el consumo humano y el uso industrial se ha convertido en uno de los productos más importantes en los mercados internacionales. A nivel mundial se estima una superficie cultivada de 140 millones de hectáreas con una producción de 577 millones de toneladas (Garcés, 2020).

El maíz es uno de los productos agrícolas más diversos en formas, colores y texturas, en toda Latinoamérica. En Ecuador, el mayor nivel de rendimiento está en la provincia de Los Ríos, con 5,4 toneladas por hectárea, seguido de Manabí y Loja (CFN, 2021).

El cultivo de maíz es de los más importantes de ciclo corto en el país. En el Ecuador existen 278000 hectáreas de maíz amarillo duro y 75000 hectáreas de maíz suave. La producción maíz duro se siembra en ciertas zonas hasta dos ciclos en el año; en la provincia de los Ríos se concentra el 49,26% de la producción nacional. En el año 2020 se produjeron 1.304.884 Tm. Las pérdidas en el maíz, según la experiencia de los asistentes, está entre el 15% y 30%. Las principales enfermedades del maíz causadas por patógenos son el tizón foliar, pudrición de la mazorca, pudrición bacteriana esto reduce su capacidad fotosintética y como resultado una baja productividad (Sánchez y Zambrano, 2022).

Farinango (2015), expresa que la enfermedad complejo mancha de asfalto fue reportada en el Ecuador en el año 1982 por el departamento de Fitopatología de la Estación Experimental Pichilingue del INIAP. En los años 1984, 1987 y 1993 se ha presentado de forma epidémica e intensa en las zonas maiceras localizadas en las vías de Quevedo-Santo Domingo y Quevedo-Mocache.

Hernández & Sandoval (2015), manifiestan que el complejo mancha de asfalto, asociado a los hongos *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl., es una enfermedad que se ha convertido en el principal factor limitante en la producción de maíz (*Zea mays* L.) en diversas zonas del trópico húmedo, subhúmedo y zonas de transición. La incidencia del complejo mancha de asfalto provoca

pérdidas severas en rendimiento y deteriora la calidad del forraje, además, tiene la capacidad para destruir las parcelas en su totalidad, mediante una necrosis total.

La humedad y la temperatura juegan un papel importante en la promoción de las manchas del asfalto, que son generalizadas y destructivas. Los primeros síntomas son pequeñas manchas negras ligeramente elevadas que se extienden por toda la hoja. Con el tiempo, las lesiones se unen para formar grandes áreas de necrosis, lo que resulta en una pérdida del 30 % al 100 %. Sin embargo, con un monitoreo continuo durante el crecimiento de los cultivos de maíz, se pueden utilizar aspersiones de fungicidas, rotación de cultivos para evitar la resistencia a enfermedades y obtener excelentes rendimientos (Silva, 2019).

Cuando predominan condiciones ambientales favorables, los patógenos actúan en sinergia causando el síndrome complejo mancha de asfalto (CMA); el follaje puede ser atizonado en menos de 8 días, debido a coalescencia de lesiones inducidas por los distintos hongos y atribuido a la producción de una toxina. Factores adicionales que favorecen la enfermedad son: alta humedad en el ambiente (10 a 20 días nublados en el mes), niveles altos de fertilización nitrogenada, dos ciclos de maíz por año, genotipos susceptibles, baja luminosidad, edad de alta vulnerabilidad del hospedante, virulencia de los patógenos involucrados (Gómez et al., 2019).

Ramírez (2019), manifiesta que el complejo mancha de asfalto posee una alta severidad y facilidad de diseminación, que la ubica como una enfermedad muy agresiva y si los factores climatológicos la favorecen puede ocasionar muerte prematura de la hoja y quemar el cultivo en corto tiempo.

Es necesario obtener plantas con un sistema inmunológico regulado que pueda soportar muchas enfermedades sin reducir el rendimiento. La comunidad científica ha considerado durante mucho tiempo cómo activar las defensas de las plantas cuándo y dónde se necesitan, y esta es un área en la que se acaba de lograr un progreso significativo (Acurio, 2017).

Los organismos que atacan las plantaciones pueden entrar a través de los poros, estomas o cualquier herida que haya hecho la planta; cuando un microbio entra en contacto con una planta, activa una cascada de respuestas inmunitarias que fortalecen la pared celular para evitar que el microbio ingrese a otras células. Las plantas tienen sus propias defensas físicas como cutículas, tricomas, ceras y barreras químicas producidas por la propia planta. Sin embargo, algunos mecanismos involucran la producción endógena o el uso exógeno de compuestos llamados inductores para activar respuestas de defensa, es decir inducir la producción de fitoalexinas o estimular algún mecanismo de defensa de la planta para protegerse (Intagri, 2024).

Los cambios en los niveles de varias hormonas vegetales son importantes para el desarrollo de los mecanismos de defensa de las plantas, como lo es el ácido salicílico, que es parte de un grupo de compuestos llamados fenoles que se sintetizan en las plantas y están involucrados en muchas funciones metabólicas en las plantas, p. como la síntesis de lignina, la alelopatía y, en algunos casos, la biosíntesis de compuestos relacionados con la defensa como las fitoalexinas (Alcántara et al., 2019).

Choudhary (2020), define a la inducción de resistencia como el incremento de la expresión de mecanismos de defensa natural de las plantas que las incita a protegerse de enfermedades e insectos que incluyen tanto respuestas locales como sistémicas que van desde las barreras físicas hasta las reacciones bioquímicas que alertan las células entre sí, para producir sustancias tóxicas que eliminan o inhiben la colonización por parte de la plaga. Esta resistencia se incrementa cuando se estimula apropiadamente por factores exógenos sin alteración del genoma de la planta.

Se ha estudiado la acumulación de metabolitos tóxicos o repelentes e inhibidores nutricionales como respuesta directa al ataque de las plagas en el maíz, así como la atracción de enemigos naturales o la comunicación planta-planta como respuestas indirectas. En relación con los mecanismos de defensa constitutivos se han estudiado metabolitos repelentes o atrayentes por contacto o volátiles y compuestos antibióticos (proteínas, benzoxacinonas, ácidos fenólicos solubles), así como diferentes caracteres morfológico-estructurales de la planta (altura, dureza del tallo y de las hojas o presencia de tricomas) (Barros et al., 2019).

Quintero & Castaño (2020), expresan que la resistencia inducida puede desencadenarse tanto por la pre-inoculación con agentes patógenos, no patógenos, simbiontes y saprófitos, o bien por la aplicación de determinados inductores abióticos, como el ácido salicílico o los metabolitos microbianos que estimulan a la planta para producir sustancias naturales de defensa contra patógenos.

Guimarães et al. (2018), manifiestan que cuando los inductores de resistencia son reconocidos por moléculas endógenas, tienen la función de activar o aumentar el nivel de resistencia de las plantas, tanto a nivel local o en puntos distantes al sitio de infección, así como de participar de otras actividades fisiológicas. El gran interés surgió a partir de su intervención en el control de insectos plagas y enfermedades, ya que presentan el gran potencial de disminuir y/o evitar el riesgo de emergencia de poblaciones de patógenos resistentes a productos químicos, al igual que contrarrestar parcialmente los daños químicos ocasionados por los plaguicidas y causar un incremento del rendimiento de las cosechas.

Los elicitores son moléculas de origen biótico, capaces de estimular mecanismos defensivos en las plantas, que pueden ser aplicados de forma preventiva o directa. Estas sustancias desencadenan una serie de mecanismos defensivos, que provocan una resistencia sistémica ante el ataque de los patógenos. Dentro de estos mecanismos se incluyen el incremento en la activación de enzimas tales como la fenilalanina amonio liasa (PAL), la cual es clave en la síntesis de metabolitos defensivos importantes, donde se destacan las fitoalexinas. También se inducen otras enzimas defensivas entre las que se encuentran: β -1,3 glucanasas, quitinasas, quitosanasas, entre otras (Rodríguez et al., 2021).

La enorme diversidad fitoquímica y el largo tiempo de evolución de este metabolismo han resultado en interacciones de complejidad creciente. En el caso de las interacciones entre plantas e insectos, por ejemplo, ciertos compuestos con estructuras muy similares pueden ejercer actividades muy disímiles, desde insecticidas hasta repelentes o incluso atrayentes. Tamaña variedad de respuestas, resultado de una compleja coevolución, no sólo resulta fascinante desde el punto de vista biológico, sino que también acarrea consecuencias económicas importantes (Vivanco et al., 2020).

Rodríguez et al., (2021), indican que entre los elicitores se encuentran los oligómeros de glucano, ácido galacturónico y quitosana. En cuanto a la quitosana se le ha prestado especial interés en los últimos años por su doble efecto: inhibir el crecimiento micelial de algunos hongos fitopatógenos y activar mecanismos defensivos en las plantas, lo cual brinda la posibilidad de utilizar estos principios activos en el control de enfermedades en cultivos de interés económico.

León (2017), señala que las hormonas vegetales llamadas ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA) y etileno (ET) desempeñan un papel crucial en las respuestas de defensa inducidas contra el estrés biótico y abiótico. Utilizando *Arabidopsis* como planta modelo, se investigó la respuesta SA / JA bajo una serie de dietas basadas en medio nutritivo Murashige y Skoog (MS).

La inmunidad vegetal está regulada principalmente por la acumulación de tres fitohormonas: el ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA) y el etileno. Dichas hormonas

están encargadas de controlar la expresión de los genes de defensa y la operación de estos. Varios estudios demuestran la interrelación de las diferentes rutas hormonales y el gran impacto sobre la resistencia/susceptibilidad de la planta. Por ejemplo, cuando se acumula el ácido salicílico se activan varios mecanismos de defensa que actúan frente a patógenos biotróficos. Por otro lado, cuando se acumula el ácido jasmónico, la defensa de la planta resulta ser más eficiente contra patógenos necrotróficos (León, 2021).

Es necesario que el cultivo de maíz sea resistente a diversos patógenos, no repercutiendo en los daños al cultivo y aumentando considerablemente la producción. Sin embargo, estos afectan la etapa de crecimiento de los cultivos y en algunos casos provoca disminución en los rendimientos debido a la disminución de la capacidad inmunológica y con la introducción de la ingeniería genética es más eficaz el uso de plaguicidas, con la finalidad de controlar las enfermedades de las plantas sin algún costo adicional para los productores y no contaminando el medio ambiente (Rendón, 2019).

Materiales y métodos

La investigación se ejecutó en los terrenos de la Hacienda “La Suerte”, ubicada en el recinto a “La Uva” de la parroquia Caracol del cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos. Las coordenadas planas de un punto en el centro del área de investigación son: longitud 1401211 m y latitud 79264703 m de la zona 5, según la proyección UTM y el sistema de referencia WGS84. Reporta para la zona un clima tropical húmedo según la clasificación de Köppen, con una temperatura media anual de 25,5°C, precipitación anual 2.329 mm, humedad relativa de 80 % mensual, heliofanía promedio mensual de 74 horas de brillo solar. Los suelos son actos para el desarrollo del cultivo de maíz en el ensayo, ya que presentan una textura franco arcilloso, con una excelente retención de agua, facilitando el anclaje y su desarrollo. Se utilizaron materiales campo y material vegetal híbrido de maíz de tipo simple Emblema. Se estudiaron dos factores; a) Uso y dosis de inductores de resistencia y, b) Incidencia del complejo mancha de asfalto. Se evaluaron los tratamientos como se indica en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1. Tratamientos estudiados

	Inductores de resistencia	Concentración /ha	Procedencia	Época de aplicación (días)
T1	Ac Salicílico	2,0 l	Microtech	21 -35
T2	Ac Salicílico	3,0 l	Microtech	20 -35
T3	Quitina	0,15 kg	Ecuaquimica	20 -35
T4	Quitina	0,30 kg	Ecuaquimica	20 -35
T5	Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	Bayer	20 -35
T6	Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	Bayer	20 -35
T7	Poli-Glucosarina	1,00 l	Novagro	20 -35
T8	Poli-Glucosarina	1,50 l	Novagro	20 -35
T9	Fosetyl Aluminio	0,75 kg	Agripac	20 -35
T10	Fosetyl Aluminio	1,00 kg	Agripac	20 -35
T11	Control	N.A		20 -35

ia: Ingrediente activo

N.A.: No aplica productos.

Para el desarrollo y evaluación estadística del ensayo se utilizó el diseño experimental de “bloques completos al azar (BCA). Se emplearon once tratamientos, basados en la aplicación

de cinco inductores de resistencia con dosis diferentes y un testigo sin aplicación con tres repeticiones por tratamiento, distribuidas en un ensayo de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Para la determinación de la incidencia de la enfermedad se realizó observaciones periódicas al ensayo, desde la emergencia de las plantas para inspeccionar la presencia del complejo de mancha de asfalto. Se evaluó cada 7 días a partir de la presencia de esta hasta 7 días después de la aplicación de tratamientos, se contó el número de plantas enfermas del área útil y se dividió para el número total de plantas de la misma área, estos valores se multiplicaron por 100 para expresarlo en porcentaje, utilizando la fórmula que a continuación se describe (Pinto *et al.*, 2018).

$$\% \text{ de Incidencia (I)} = \frac{\text{Total, observadas (sanas + enfermedades)}}{\# \text{ de plantas enfermas por unidad}} \times 100$$

La severidad de la enfermedad se obtuvo mediante una evaluación visual objetiva del área enferma sobre el área total, utilizando la siguiente formula (Pinto *et al.*, 2018):

$$\% \text{ de Severidad (S)} = \frac{\text{Área total (sana + enferma)}}{\text{Superficie (área) de tejido enfermo}} \times 100$$

La variable severidad estuvo determinada por la escala logarítmica diagramática de severidad constituida por siete clases (Figura 1). Para el efecto se valoró cada 7 días las plantas que presenten el proceso patológico, con la siguiente escala (Tabla 5) establecida por Hernández & Sandoval (2015):

Tabla 2. Escala diagramática de severidad

Clasificación	% Severidad
Clase 0	0%
Clase 1	1-6%
Clase 2	7-22%
Clase 3	23-55%
Clase 4	56-84%
Clase 5	85-95%
Clase 6	96-100%

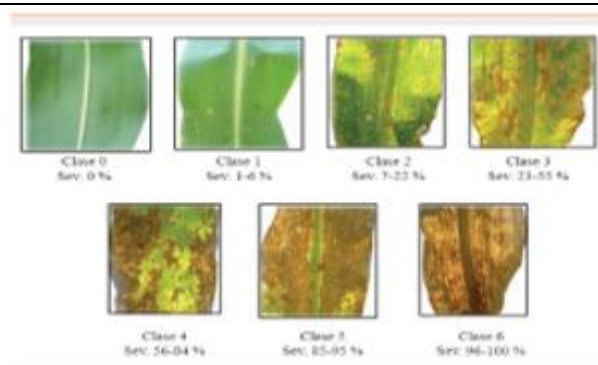


Figura 1. Escala diagramática de severidad, Hernández & Sandoval (2015).

La altura de planta estuvo se determinó por la distancia comprendida desde la superficie del suelo hasta el punto de inserción de la panoja, se tomó a la cosecha en 10 plantas al azar, expresando el valor en cm.

La altura de inserción de mazorcas es la distancia comprendida entre el nivel del suelo, hasta el punto de inserción de la mazorca principal. Se realizó 10 lecturas por subparcela experimental a la cosecha, expresando el valor en cm.

Los días a floración se determinó por el tiempo transcurrido, desde la fecha de siembra hasta cuando se obtuvo más del 50 % de las plantas de cada subparcela experimental presentando flores femeninas y panojas emitiendo polen, respectivamente.

El diámetro de mazorca se determinó en 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, midiendo el diámetro en el tercio medio de la mazorca, su promedio se expresará en cm.

La longitud de mazorca se evaluó en 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se midió la longitud desde la base hasta el ápice de la mazorca, su promedio se expresó en cm.

Para determinar el peso de 100 granos se tomó 100 granos por subparcela experimental, teniendo cuidado de que los granos estuvieran libre de daños de insectos y enfermedades; luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

El rendimiento por hectárea se determinó mediante el peso los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, el porcentaje de humedad se ajustó al 13 % y su peso se transformó a kilogramos por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos:

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual $Pa (100 - ha) / (100 - hd)$

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

Resultados

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 3, no presentó diferencias significativas a los 14 y 21 días después de la siembra, sin embargo, a los 28, 35 y 42 días se tuvo alta significancia estadística. A los 14 días después de la siembra (dds) la mayor incidencia se dio en Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha (34,0 %), mientras el menor registro fue en Peptídicos-Gramicidina 1,5 l/ha (30,33%), con un CV de 9,86%. La evaluación a 21 dds mostró el mayor registro en Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha (35,70 %), mientras el menor registro fue Peptídicos-Gramicidina 1,5 l/ha (31,85 %), con un CV de 9,08%. Cuando se evaluó en 28 dds los promedios mostraron diferencias significativas en el testigo (36,0 %) el cual estadísticamente igual a Quitina 0,15 kg/ha, Quitina 0,30 kg/ha, Peptídicos-Gramicidina 1,0 l/ha, Fosetyl Aluminio 0,75 kg/ha y Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha, pero superior a Acido Salicílico 1,0 l/ha que tuvo el menor promedio (0,0 %). En la evaluación realizada a los 35 dds los promedios mostraron diferencias significativas en el testigo (41,33 %) el cual fue estadísticamente superior a todos los tratamientos. La aplicación de Acido Salicílico 1,0 l/ha que tuvo el menor promedio (0,0 %). Cuando se realizó la evaluación en 42 dds los valores presentaron diferencias significativas en el testigo sin aplicación (41,33 %) el cual fue estadísticamente superior a todos los tratamientos aplicados. El uso de Acido Salicílico 1,0 l/ha registró el menor promedio con 1,67 %.

Tabla 3. Incidencia de mancha de asfalto con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA).

Tratamiento	Dosis	Incidencia (%) / días después de la siembra				
		14	21	28	35	42
		dds	dds	dds	dds	dds
Ac Salicílico	0,5 l	31,67	33,25	2,00 cd	2,33 c	3,67 c
Ac Salicílico	1,0 l	32,33	33,95	0,00 d	0,00 c	1,67 c
Quitina	0,15 kg	32,33	33,95	8,33 abc	11,33 b	14,33 b
Quitina	0,30 kg	32,00	33,60	8,33 abc	10,33 b	16,33 b
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	32,33	33,95	8,33 abc	16,33 b	9,33 b
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	30,33	31,85	6,33 bcd	9,33 b	11,33 b
Poli-Glucosarina	1,00 l	31,67	33,25	7,67 bc	11,33 b	12,67 b
Poli-Glucosarina	1,50 l	31,67	33,25	7,67 bc	9,33 b	11,67 b
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	35,67	37,45	10,00 ab	18,33 b	22,33 b
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	34,00	35,70	11,00 ab	17,33 b	19,67 b
Control	N.A	33,00	34,65	36,00 a	41,33 a	44,67 a
Significancia		Ns	Ns	**	**	**
Coeficiente de variación		9,86	9,08	30,91	22,52	29,36

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia. ** = altamente significativo; ns: no significativo

En la Tabla 4 se observa los promedios de severidad de la enfermedad con los tratamientos estudiados. Según el análisis de varianza no se alcanzó alta significancia estadística al 5% de probabilidad para todas las evaluaciones realizadas, siendo altamente significativa a 28, 35 y 42 días después de la siembra. A los 14 días después de la siembra (dds) la mayor severidad se dio en Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha (9,67 %), mientras el menor registro fue en Quitina 0,15 kg/ha (6,67 %), con un CV de 7,81 %. La evaluación a 21 dds mostró el mayor registro en Poli-Glucosarina 1,00 l/ha (15,33 %), mientras el menor registro fue Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha (13,33 %), con un CV de 10,56 %. Cuando se evaluó en 28 dds los promedios mostraron diferencias significativas en el testigo (14,33 %) el cual estadísticamente igual a Ac Salicílico 0,5 l/ha, Quitina 0,15 kg/ha, Quitina 0,30 kg/ha, Peptídicos-Gramicidina 1,0 /ha, Peptídicos-Gramicidina 1,5 l/ha, Poli-Glucosarina 1,00 l/ha, Poli-Glucosarina 1,50 l/ha, Fosetyl Aluminio 0,75 kg/ha, Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha, pero superior a Acido Salicílico 1,0 l/ha que tuvo el menor promedio (0,0 %). En la evaluación realizada a los 35 dds los promedios mostraron diferencias significativas en el testigo (23,67 %) el cual fue estadísticamente superior a todos los tratamientos. La aplicación de Acido Salicílico 0,5 l/ha (3,33 %) y Acido Salicílico 1,0 l/ha (0,0 %) que tuvieron la menor severidad. Cuando se realizó la evaluación en 42 dds los valores presentaron diferencias significativas en el testigo sin aplicación (28,33 %) el cual fue estadísticamente superior a todos los tratamientos aplicados. El uso de Acido Salicílico 1,0 l/ha registró la menor severidad con 2,33 %.

Tabla 4. Severidad de mancha de asfalto con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA).

Tratamiento	Dosis	Severidad (%) / días después de la siembra				
		14 dds	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds
Ac Salicílico	0,5 l	8,33	14,67	14,00 a	3,33 c	4,67 bc
Ac Salicílico	1,0 l	7,67	13,67	0,00 b	0,00 c	2,33 c
Quitina	0,15 kg	6,67	14,33	12,67 ab	14,33 ab	11,67 bc
Quitina	0,30 kg	8,33	14,67	6,67 ab	9,33 bc	11,33 bc
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	8,67	14,67	7,33 ab	10,33 bc	13,67 bc
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	7,33	14,33	4,67 ab	9,33 bc	10,67 bc
Poli-Glucosarina	1,00 l	8,67	15,33	7,00 ab	14,67 ab	13,67 bc
Poli-Glucosarina	1,50 l	8,33	14,67	7,33 ab	11,67 bc	13,33 bc
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	7,33	13,33	10,00 ab	18,00 ab	16,33 b
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	9,67	14,33	9,00 ab	19,33 ab	17,33 b
Control	N.A	9,33	14,67	14,33 a	23,67 a	28,33 a
Significancia		Ns	Ns	**	**	**
Coeficiente de variación		7,81	10,56	52,52	31,17	29,54

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia. ** = altamente significativo; ns: no significativo

Los promedios de severidad de tabla determinaron altas diferencias significativas en las evaluaciones realizadas (Tabla 5). La evaluación a los 14 y 21 días después de la siembra (dds) la mayor severidad se presentó en el testigo con 2,67, siendo estadísticamente superior al resto de tratamiento, con menor severidad en Acido Salicílico 0,5 l/ha (0,67) y Acido Salicílico 1,0 l/ha (0,33), con CV de 18,11 % y 15,34 %, en su orden. Con la evaluación en 28 dds los promedios mostraron diferencias significativas en el testigo (3 %) el cual estadísticamente igual Quitina 0,15 kg/ha, Peptídicos-Gramicidina 1,0/ha, Peptídicos-Gramicidina 1,5 l/ha, Poli-Glucosarina 1,00 l/ha, Fosetyl Aluminio 0,75 kg/ha, Fosetyl Aluminio 1,00 kg/ha, pero superior a Acido Salicílico 1,0 l/ha que tuvo el menor promedio (0,0 %). En la evaluación realizada a los 35 dds los promedios mostraron diferencias significativas en el testigo (3,33 %) el cual fue estadísticamente superior a todos los tratamientos. La aplicación de Acido Salicílico 0,5 l/ha (0,33 %) tuvo la menor severidad. Con la evaluación en 42 dds los valores presentaron diferencias significativas en el testigo sin aplicación (3,67 %) el cual fue estadísticamente superior a todos los tratamientos aplicados. El uso de Acido Salicílico 1,0 l/ha registró la menor severidad con 0,33 %.

Tabla 5. Severidad de tabla, en mancha de asfalto con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA).

Tratamiento	Dosis	Severidad (%) / días después de la siembra				
		14 dds	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds
Ac Salicílico	0,5 l	0,67 c	0,67 c	0,67 cd	0,67 d	1,00 c
Ac Salicílico	1,0 l	0,33 c	0,33 c	0,00 d	0,33 d	0,33 d
Quitina	0,15 kg	1,33 b	1,67 b	2,00 ab	2,00 c	2,33 b
Quitina	0,30 kg	1,33 b	1,67 b	1,67 bc	2,00 c	2,33 b
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	1,33 b	1,67 b	2,00 ab	2,33 bc	2,67 b
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	1,33 b	1,67 b	2,00 ab	2,67 b	2,67 b
Poli-Glucosarina	1,00 l	1,33 b	1,67 b	2,00 ab	2,33 bc	2,67 b

Poli-Glucosarina	1,50 l	1,67 b	1,67 b	1,67 bc	2,00 c	2,33 b
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	1,67 b	2,00 b	2,33 ab	2,67 b	2,67 b
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	1,67 b	2,00 b	2,33 ab	2,33 bc	2,67 b
Control	N.A	2,67 a	2,67 a	3,00 a	3,33 a	3,67 a
Significancia		**	**	**	**	**
Coeficiente de variación		18,11	15,34	21,33	19,04	23,11

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia. ** = altamente significativo; ns: no significativo

En la Tabla 6 se presentan los promedios de macollos altura de plantas. El análisis de varianza presentó altas diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 4,04 %. La mayor cantidad de macollos fue reportada con el uso de Acido Salicílico 0,5 l/ha (231,33 cm), el cual fue estadísticamente igual a Acido Salicílico 1,0 l/ha, pero superior al resto de tratamientos. El testigo no tratado tuvo la menor altura (172,67 cm).

Tabla 6. *Altura de plantas de maíz con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA) para el control de mancha de asfalto.*

Tratamiento	Dosis	Altura (cm)
Ac Salicílico	0,5 l	231,33 a
Ac Salicílico	1,0 l	214,33 ab
Quitina	0,15 kg	187,00 cd
Quitina	0,30 kg	178,67 cd
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	197,67 bc
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	187,33 cd
Poli-Glucosarina	1,00 l	176,67 cd
Poli-Glucosarina	1,50 l	185,33 cd
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	198,00 bc
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	195,00 bc
Control	N.A	172,67 d
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		4,04

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia. ** = altamente significativo; ns: no significativo

En la Tabla 7 se presenta los valores de altura de inserción. El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas en los tratamientos. El coeficiente de variación fue 7,93 %. La mayor cantidad de macollos fue reportada con el uso de Acido Salicílico 1,0 l/ha (121,00 cm), el cual fue estadísticamente igual a Acido Salicílico 1,0 l/ha, Quitina 0,15 kg/ha y Quitina 0,30 kg/ha, pero superior al resto de tratamientos. El testigo no tratado y Poli-Glucosarina 1,00 l/ha tuvieron la menor altura (73,33 y 70,67 cm, en su orden).

Tabla 7. *Altura de inserción de plantas de maíz con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA) para el control de mancha de asfalto.*

Tratamiento	Dosis	Altura (cm)
Ac Salicílico	0,5 l	114,67 ab
Ac Salicílico	1,0 l	121,00 a
Quitina	0,15 kg	101,67 abc
Quitina	0,30 kg	104,67 abc

Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	96,33 bc
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	90,67 cd
Poli-Glucosarina	1,00 l	70,67 d
Poli-Glucosarina	1,50 l	88,00 cd
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	92,00 cd
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	98,00 bc
Control	N.A	73,33 d
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		7,93

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia.

** = altamente significativo; ns: no significativo

En la Tabla 8 se detallan los promedios de diámetro de mazorcas, el análisis de varianza detectó altas diferencias significativas en los datos, con un coeficiente de variación 2,55 %. El mayor diámetro se encontró con la aplicación de Acido Salicílico 0,50 l/ha (5,37 cm), el cual fue estadísticamente igual a Acido Salicílico 1,0 l/ha y Poli-Glucosarina 1,00 l/ha, pero superior al resto de tratamientos. El testigo no tratado tuvo el menor diámetro (4,67 cm).

Tabla 8. *Diámetro de mazorca de maíz con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA) para el control de mancha de asfalto.*

Tratamiento	Dosis	Diámetro (cm)
Ac Salicílico	0,5 l	5,37 a
Ac Salicílico	1,0 l	5,27 ab
Quitina	0,15 kg	4,87 c
Quitina	0,30 kg	4,97 bc
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	4,87 c
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	4,73 c
Poli-Glucosarina	1,00 l	5,00 ab
Poli-Glucosarina	1,50 l	4,97 bc
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	4,90 bc
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	4,90 bc
Control	N.A	4,67 c
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		2,55

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia.

** = altamente significativo; ns: no significativo

La Tabla 9 define los promedios de la longitud de mazorcas, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en los valores, con un CV de 4,89 %. La mayor longitud fue reportada con la aplicación de Acido Salicílico 1,0 l/ha (22,83 cm), el cual fue estadísticamente igual a Acido Salicílico 1,0 l/ha (21,83 cm), pero superior al resto de tratamientos. El testigo no tratado tuvo el menor diámetro (15,83 cm).

Tabla 9. Longitud de mazorcas de maíz con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA) para el control de mancha de asfalto.

Tratamiento	Dosis	Longitud (cm)
Ac Salicílico	0,5 l	21,83 ab
Ac Salicílico	1,0 l	22,83 a
Quitina	0,15 kg	17,33 cd
Quitina	0,30 kg	17,33 cd
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	19,50 bc
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	18,00 cd
Poli-Glucosarina	1,00 l	17,17 cd
Poli-Glucosarina	1,50 l	17,00 cd
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	17,50 cd
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	17,50 cd
Control	N.A	15,83 c
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		4,89

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia.

** = altamente significativo; ns: no significativo

La Tabla 10 detalla los promedios de peso de grano, en el cual el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas en los tratamientos, con un CV 3,61 %. Los mayores pesos de grano fueron reportados en Acido Salicílico 1,0 l/ha (35,50 g) y Acido Salicílico 0,5 l/ha (35,42 g), los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí y también con Quitina 0,15 kg/ha y Quitina 0,30 kg/ha, pero superiores al resto de tratamientos. El testigo no tratado tuvo el menor peso (29,33 g).

Tabla 10. Peso de grano de maíz con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA) para el control de mancha de asfalto.

Tratamiento	Dosis	Peso (g)
Ac Salicílico	0,5 l	35,42 a
Ac Salicílico	1,0 l	35,50 a
Quitina	0,15 kg	32,50 ab
Quitina	0,30 kg	32,67 ab
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	31,42 b
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	30,67 b
Poli-Glucosarina	1,00 l	31,00 b
Poli-Glucosarina	1,50 l	32,00 b
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	31,00 b
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	30,67 b
Control	N.A	29,33 b
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,61

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia.

** = altamente significativo; ns: no significativo

La Tabla 11 muestra los promedios del rendimiento de grano por hectárea, en el cual el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un CV 2,57 %. La producción más alta se logró aplicando para el control de mancha de asfalto Acido Salicílico 1,0 l/ha con 10166,67 kg/ha, el cual fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. El testigo tuvo el peor promedio de rendimiento (4846,67 kg/ha).

Tabla 11. Rendimiento por hectárea de maíz con la evaluación de inductores de resistencia adquirida (IRA) para el control de mancha de asfalto.

Tratamiento	Dosis	Kg/ha
Ac Salicílico	0,5 l	9553,33 b
Ac Salicílico	1,0 l	10166,67 a
Quitina	0,15 kg	8265,00 c
Quitina	0,30 kg	8116,67 c
Peptídicos-Gramicidina	1,0 l	8283,33 c
Peptídicos-Gramicidina	1,5 l	8505,67 c
Poli-Glucosarina	1,00 l	7380,00 d
Poli-Glucosarina	1,50 l	7236,67 d
Fosetyl Aluminio	0,75 kg	7150,00 d
Fosetyl Aluminio	1,00 kg	7260,00 d
Control	N.A	4846,67 e
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		2,57

dds: días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de tukey al 5% de significancia.

** = altamente significativo; ns: no significativo

Discusión

La problemática de enfermedades en maíz es un hecho recurrente en el último tiempo, esto debido a que los sistemas productivos intensivos y de monocultivo, hacen más susceptible a las plantas a la presencia de patógeno. En esta investigación se determinó la vital importancia de contar con un adecuado sistema de moléculas, con el fin de poder evitar o controlar el avance de los patógenos. Debido al creciente número de enfermedades existentes en el cultivo de maíz, existen también un marcado número de fungicidas que tiene el fin de controlar estos patógenos. La mancha de asfalto ocasionada por un complejo de hongos (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydi*, *Coniothyrium phyllachorae*), es uno de esos problemas fitopatológicos vigente hoy en la actualidad. Esto concuerda con lo manifestado por Farinango (2015) el cual expresa que la enfermedad se ha presentado de forma epidémica e intensa en las zonas maiceras localizadas en el norte de Los Ríos.

La aplicación de los diversos tratamientos, en sus diferentes dosis y épocas, realizó un control adecuado del hongo, en comparación al testigo no tratado en el cual el efecto de daño paso del 40 %, con lo cual se considera que se afecta el rendimiento de grano. Esto lo corrobora lo reportado por Meneses (2020) quien indica que considera que con el impacto que, generado por el complejo mancha de asfalto en los rendimientos de maíz, es posible que se pierda más del 50% del rendimiento. Sin embargo, Silva (2019) menciona que estos valores van desde el

30 a 100 %. Pero si se realizan monitoreos constantes aspersiones a base de fungicidas realizando rotaciones se puede obtener una excelente producción.

Los tratamientos a base de ácido salicílico en las dosis planteadas presentaron rangos de incidencia y severidad bajos, esto después de la aplicación. Por otro lado, las demás fuentes si bien tuvieron efecto de control, la severidad presente en la hoja fue mayor a los anteriores nombrados, sin embargo, el testigo presentó una incidencia del 48 % y una severidad de alrededor de 28-40 %. Esto concuerda con Vargas et al. (2019) quien tuvo incidencias del 35 % a partir de 50 días después de la siembra, el testigo presentó mayor incidencia y ataque, llegando a niveles muy altos de afectación (65 %). Por otro lado, estos mismos reportes no concuerdan con los encontrados por Oleas (2021) y Fuentes (2021), los cuales tuvieron menor severidad (6,69 %) de la enfermedad e incidencia de la misma (9,82 y 5,48%), esto se pudo deber a que en la época del trabajo las condiciones climáticas no fueron favorables para el complejo de hongos.

Los daños producidos por el complejo no son recuperables ya que el tejido afectado no se recupera por lo que es importantes mantener el resto de las hojas en condiciones estables. Esto demuestra que siempre debe hacerse un monitoreo constante de la enfermedad para la evaluación de daños y evitar la pérdida de masa foliar. Los resultados obtenidos en los análisis estadísticos muestran que existe diferencias significativas entre la aplicación de fungicidas y el testigo, sin embargo, ácido salicílico en dosis de 1,0 l/ha por mucho tiene el mayor efecto el efecto biocida de los productos ensayados. Estos resultados se deben a la movilidad que tiene este en la planta activando varias rutas fisiológicas y metabolitos tal como lo menciona León (2021).

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye lo siguiente:

La incidencia de la enfermedad manchado de grano fue mayor antes de las aplicaciones de los fungicidas, presentando estos rangos mayores al 30 % y severidad de 14 %.

La utilización de monitoreos constantes favorece la optimización de aplicación de inductores de resistencia.

El producto ácido salicílico en dosis de 0,5 l/ha y 1,0 l/ha, disminuyen la incidencia y severidad de la enfermedad manchado de grano con porcentajes de control corregidos menores al 4 % en campo.

Los tratamientos inductores de resistencia lograron disminución en la severidad de la enfermedad, sin embargo, alguno de ellos no logró el rango mínimo de control deseado no se atreven a incurrir en nuevas experiencias y expectativas según sea el caso.

Referencias bibliográficas

- Acurio, D. (2017). Memorias del 3er Simposio en Fitopatología, Control Biológico e Interacciones Planta-Patógeno. Editorial USFQ Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador ISBN: 978-9978-68-113-8
- Alcántara, J., Godoy, A., Alcántara, J. & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Barros, J., Malvar, R., & Santiago, R. (2019). Función de la pared celular del maíz (*Zea mays* L.) como mecanismo de defensa frente a la plaga del taladro. *Ostrinia Nubilalis* Hüb. y *Sesamia Nonagrioides* Lef. *REB*, 30(4):128-132 ISSN: 1665-1995.
- Choudhary, D., Prakash, A. & Johri, B. (2020). Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. *Indian Journal of Microbiology*, 47(1), 289-297.
- CFN (Corporación Financiera Nacional). (2021). Ficha sectorial cultivo de maíz. Unidad de Análisis y productos, Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 33 p.
- Farinango, V. (2015). Evaluación fitosanitaria y potencial agronómico de la variabilidad de

- maíz de Cotacachi y Saraguro en las principales zonas maiceras de Imbabura y Loja (Tesis de grado en Ingeniería Agronómica, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador). 39 p.
- Fuentes, C. (2021). Evaluación de la severidad de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del azufre (Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador). 67 p.
- Garcés, R. (2020). Caracterización socioeconómica de las unidades productoras de maíz suave (*Zea mays* L) en la parroquia Santa Fe, Guaranda provincia Bolívar (Tesis de grado en Ingeniería Agronómica, Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador). 86 p.
- Gómez, M., González, C., Cantú, A., Sierra, M., Coutiño, E., & Manjarrez, S. (2019). "H-563", Híbrido de maíz tropical tolerante a la enfermedad "Mancha de asfalto". Revista Fitotecnica Mexicana, 36(1), 81-83. ISSN: 0187-7380
- Guimarães, B., Laranjeira, D., & Barbosa R. 2018. Physiological cost of induced resistance in cotton plants at different nitrogen levels. Summa Phytopathologica, 34(1), 338-342. ISSN: 0100-5405
- Hernández, L. & Sandoval, J. (2015). Escala Diagramática de Severidad para el Complejo Mancha de Asfalto del Maíz. Revista Mexicana de Fitopatología, 33(1), 95-103. ISSN: 2007-8080
- Intagri. (10 de 3 de 2024). La Inducción de Defensa en las Plantas a través de Elicitores. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-induccion-de->
- León, A. (2017). Pruebas bajo invernadero de cepas de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol de *Alternaria spp.* en *Brassica oleracea var itálica* (Tesis Ingeniero Agropecuario, Universidad Politécnica salesiana, Quito, Ecuador). 67 p.
- León, A. (2021). Relación entre la nutrición y las defensas de las plantas: sinergismos y antagonismos en inducción de resistencia. Archivos Académicos USFQ, 1(1), 12. ISBN: 978-9978-68-113-8
- Meneses, J. 2020. Control químico y comportamiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a la enfermedad denominada mancha de asfalto (Tesis de Magíster Scientiae en Fitopatología, Universidad Nacional Agraria La Molina). 96 p.
- Oleas, C. (2021). Control de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la provincia de Bolívar, cantón San José de Chimbo, sector Yacán (Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato). 79 p.
- Pinto, M., Colina, E., Castro, C., García, G. & León, J. (2018). Interacción fungicidas y fertilizantes, sobre el complejo manchado de grano en arroz de secano. Journal of Science and Research, 3(11), 10-17. ISSN: 2764-0973.
- Quintero, V., & Castaño, Z. (2020). Evaluación de inductores de resistencia para el manejo de nematodos fitoparásitos en plántulas de plátano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 36(1), 575-586. ISSN: 0370-3908
- Ramírez, R. (2019). Identificación, incidencia y severidad de la mancha de asfalto, en colatlan ixhuathan de madero, Veracruz, México (Tesis de grado en Ingeniería Agronómica, Universidad de Saltillo). 97 p.
- Rendón, J. (2019). Estudio de sistemas inmunológicos del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), desde el punto de vista de resistencia cruzada (Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo). 35 p.
- Rodríguez, A., Ramírez, M., Falcón, A., Guridi, F., & Cristo, E. (2021). Estimulación de algunas enzimas relacionadas con la defensa en plantas de arroz (*Oryza sativa*, L.) obtenidas de semillas tratadas con quitosana. Cultivos Tropicales, 25(3), 111-115. ISSN: 0258-5936
- Sánchez, A. & Zambrano, J. (2022). Enfermedades y posibles soluciones en cultivo de: maíz.

- Archivos Académicos USFQ, 40(1), 57-58. ISBN: 978-9978-68-113-8
- Silva, C. (2019). *E Manejo integrado de la mancha de asfalto (Phyllachora maydis Maubl) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* (Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo). 43 p.
- Vargas, C., Colina, E., Bohórquez, T. & Manjarrez, C. (2019). Efecto de la aplicación de fungicidas sobre el control de mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*), en el cultivo de maíz en la zona de Febres-Cordero, Los Ríos. In memorias del IV Congreso Sudamericano de Agronomía. Quito, Ecuador. 68 p. ISBN: 978-9942-844-72-9
- Vivanco, L., Vargas, V. & Flores, E. (2020). Mecanismos químicos de defensa en las plantas Los vegetales poseen mecanismos de defensa que reflejen una gran diversidad bioquímica, resultado de interacciones complejas. *Agronomía Tropical*, 78(4), 24-32. ISSN 0002-192X