

Respuesta agronómica del cultivo de maíz (*Zea mays*): aplicación de insecticidas para el control del vector de la cinta roja (*Spiroplasma kunkellii*)

Agronomic response of maize cultivation (*Zea mays*): application of insecticides for the control of the red ribbon vector (*Spiroplasma kunkellii*)

Maribel Marisol Uriña Zamora^{1,*}; César Antonio Peña Haro^{1,+};
Paulo Humberto Centanaro Quiroz^{1,++}; Luis Fernando Damián Quito^{1,§}

¹Universidad Agraria del Ecuador.

{maribel2777@hotmail.com; cpena@uagraria.edu.ec;
pcentanaro@uagraria.edu.ec; fdamian@uagraria.edu.ec}

Fecha de recepción: 29 de agosto de 2019 — **Fecha de aceptación:** 27 de septiembre de 2019

Resumen: El cultivo del maíz (*Zea mays*), es uno de los más investigados en el mundo y cada año el potencial productivo de los cultivares ha aumentado. Sin embargo, en varios países el rendimiento medio está todavía muy por debajo de lo que se puede producir. La cinta roja es una enfermedad causada por patógenos específicamente por el micoplasma, espiroplasma y virus los mismos que los transmite un insecto vector conocido como la cigarrita (*Dalbulus maidis*) del orden homóptero, los agricultores han venido realizando sus controles por años con insecticidas convencionales, tales como cipermetrina, clorpirifos, malathion. No existe ningún tipo de control a la hora de aplicar en los cultivos de maíz. El objetivo ha sido evaluar la aplicación de insecticidas químicos en el control del vector de cinta roja (*Spiroplasma kunkellii*), valorando las características agronómicas del cultivo de maíz, en base a los tratamientos de estudio y determinando el insecticida más eficiente en el control del vector de la enfermedad. La investigación fue de tipo experimental con enfoque investigativo de campo, con diseño experimental, con el propósito de validar el mejor tratamiento para el control del vector de la cinta roja. Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento aplicado, con tres frecuencias de aplicación reduce el ataque del insecto transmisor del virus causante de la cinta roja, obteniendo el mayor rendimiento por hectáreas de 7834kg/ha. Se concluyó que en la altura de planta, inserción de mazorca, longitud de mazorca no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Palabras clave — *Enfermedad, Vector, Químicos, Chicharrita.*

Abstract: The cultivation of corn (*Zea mays*) is one of the most researched in the world and every year the productive potential of cultivars has increased. However, in several countries the average performance is still well below what can be produced. The red ribbon is a disease caused by pathogens specifically by mycoplasma, spiroplasma and viruses that are transmitted by a vector insect known as the cigarette (*Dalbulus maidis*) of the homoptera order, farmers have

*Ingeniera Agrónoma.

+Magíster en Riego y Drenaje.

++Ingeniero Agrónomo.

§Magíster en Economía Agraria.

been conducting their controls for years with conventional insecticides, such as cypermethrin, chlorpyrifos, malathion. There is no type of control when applying to corn crops. The objective has been to evaluate the application of two chemical insecticides in the control of the red ribbon vector (*Spiroplasma kunkellii*), assessing the agronomic characteristics of the corn crop, based on the study treatments and determining the most efficient insecticide in the control of the disease vector. The research was experimental with a field research approach, with an experimental design, with the purpose of validating the best treatment for the control of the red ribbon vector. The results obtained show that the treatment applied, with three application frequencies, reduces the attack of the virus that transmits the virus that causes the red ribbon, obtaining the highest yield per hectare of 7834kg / ha. It was concluded that in the plant height, ear insertion, ear length no significant difference was found between the treatments.

Keywords — Enfermedad, Vector, Químicos, Chicharrita.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional por su elevada incidencia social, casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal.

El cultivo de maíz es de gran importancia en la zona, pues compone una de las principales fuentes de ingreso económico para el pequeño y mediano productor, así como también es la base de la alimentación familiar y animal. Sin embargo, por la tecnología tradicional aplicada en el manejo del cultivo se minimizan las posibilidades de mejorar los rendimientos e incrementar su ganancia (Ríos, 2007).

En estos últimos años el mayor inconveniente y limitante de la producción de maíz (*Zea mays*) es el ataque de una plaga que causa una enfermedad conocida como la cinta roja (*Spiroplasma kunkellii*), actualmente muchos agricultores han perdido sus plantaciones por este problema, algunos han dejado abandonado sus cultivos por no poder controlarla, y otros por querer controlar han usado sobre dosis de los plaguicidas y han quemado sus cultivos provocando fitotoxicidad en las plantas.

El insecto (*Dalbulus maidis*), conocido como la “chicharrita” del maíz ha adquirido gran importancia en el medio por considerarse el principal transmisor. Se han realizado estudios dirigidos a conocer ciertos aspectos sobre la vida y comportamiento de este insecto bajo condiciones de la región Costa y con ello disponer de conocimientos que contribuyan al manejo adecuado de esta importante plaga, así como reducir los efectos negativos del uso indiscriminado de plaguicidas sobre el ambiente y la salud (INIAP, 2009).

Cuando las cigarrita portadoras de la enfermedad infestan el maíz en la etapa de plántula, el síntoma se manifiesta 4 a 6 semanas después con pequeñas manchas amarillas en la base de las hojas, que luego se fusionan a lo largo de la nervadura. Este comportamiento de la plaga posiblemente está influenciado por las condiciones climáticas adversas de la época, que impiden su normal desarrollo, por lo que se recomienda hacer pruebas en verano, donde las poblaciones se incrementan significativamente y el complejo cinta roja se manifiesta con alta incidencia (Agris, 2006).

Una limitante en los rendimientos del maíz es la enfermedad conocida como “Cinta Roja” que se presenta con un enrojecimiento de las hojas, y achaparramiento que fue reportado por primera vez en el año de 1945 en Texas por Aislat, manifestando que era producida por un virus y su vector es el insecto (*Dalbulus maidis*) (Celorio, 2011).

La cinta roja es causada por la interacción de CSS (*Spiroplasma kunkellii*) y MBS fitoplasmas y se caracteriza por presentar dos tipos de síntomas muy bien definidos. El síntoma más común observado en la Zona Central del Litoral ecuatoriano se caracteriza porque las hojas adquieren un tono rojo violáceo y aún amarillento en los bordes de las hojas de los tercios medio superior de la planta. Estos síntomas son los más perceptibles pocas semanas antes, durante o después de la floración. Otro tipo de síntoma es un enanismo general de la planta por la presencia de un severo acortamiento de los entrenudos y ocasionalmente se nota una proliferación de mazorcas pequeñas (INIAP, 2009).

La chicharrita (*Dalbulus maidis*) es el principal transmisor de los agentes causales de la cinta roja. Su ciclo de vida se inicia cuando las hembras ovipositan los huevos en la nervadura central de las hojas del maíz, después de 9 días eclosionan y luego se transforman en 5 estados ninfales con una duración promedio de 19 días, pasando al estado adulto en el cual viven alrededor de 44 días las hembras y 22 días los machos (Canarte, 2009).

El comportamiento del insecto conocido como “la chicharrita” del maíz, *Dalbulus maidis*, transmisor de los agentes causales del complejo de síntomas que los productores conocen como “Cinta Roja”, presente en las plantaciones del maíz en el Litoral ecuatoriano, según la información proporcionada por el INIAP, se busca reducir los efectos negativos del uso indiscriminado de plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Oswaldo Valarezo, técnico del Departamento de Protección Vegetal, asegura que esta plaga cuenta con enemigos naturales, las especies que se alimentan de ellos y reducen biológicamente sus poblaciones. Tal es el caso de una pequeña avispa parasitoide identificada como *Gonatopus bartietti* que está reconocida como su principal regulador biológico en el mundo (Iberoamericana, 2009). La cinta roja es causada por la interacción de microorganismos a nivel de campo “la cinta roja” se caracteriza por tener dos tipos de síntomas diferenciados. Tipo A. Se observa una pérdida parcial o total del color verde normal de las hojas a un tono rojo violáceo y aun amarillento. Tipo de B. Un enanismo general de la planta por un severo acortamiento de los entrenudos y alternancia de bandas de color verde claro en las hojas del ápice de la planta (Ramos, 2014).

La *Spiroplasma kunkellii* denominado usualmente *Corn stunt Spiroplasma* (CSS), es el componente del complejo con mayor incidencia en nuestro país. Los síntomas típicos son bandas cloróticas o blanquecinas que nacen en la base y los márgenes de la hoja. Posteriormente, la lámina completa puede tornarse roja o veteada en tonos amarillo rojizos. Proliferación de mazorcas hasta un número de 5 o 6, vanas o de escasa producción, acortamiento de entrenudos superiores y borde foliar recortado son otros síntomas que pueden observarse dependiendo de la temperatura, la edad de la planta al momento de infectarse y el germoplasma (INTA, 2010).

Los agricultores tienen muchos problemas en el manejo del cultivo, por falta de asesoramiento técnico a los agricultores, por parte de las autoridades pertinentes del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), y entidades privadas lo cual limita la producción de maíz por diferentes factores, entre unos de los principales problemas es el control de cinta roja en el cultivo de maíz, la falta de conocimiento del control de esta enfermedad ha aumentado las pérdidas, mayor inversión en productos químicos, mala utilización de los pesticidas, bajo rendimiento por hectárea del cultivo, menores ingresos económicos, que que excede en una calidad de vida muy baja de los productores y su familia.

A partir de ese año se comenzaron hacer investigaciones pertinentes probando híbridos y productos químicos para tener un correcto control ya que esta enfermedad viene desde las semillas recicladas por los agricultores hasta los actuales momentos se desconoce de alguna de investigación realizada respecto al control de la cinta roja.

La falta de asesoramiento técnico a los agricultores, por parte de las autoridades pertinentes del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), limita el control de esta

enfermedad, aumentando las pérdidas, mayor inversión en productos, químicos mala utilización de los pesticidas, bajo rendimiento por hectárea del cultivo, menores ingresos (Ramos O., 2014).

Según (Morales, 2009) “El control químico consiste en aplicaciones preventivas poco antes o el momento de la siembra, con insecticidas graduados al suelo, hay recomendaciones de otros insecticidas que son formulaciones líquidas para el tratamiento de semilla”

El propósito para combatir la plaga es utilizar insecticidas con composición química de Acetamiprid, Imidacloprid, Clorpirifos, para controlar a los insectos que causan esta enfermedad que perjudica en gran escala a los agricultores, aplicando diferentes frecuencias de insecticidas que controlen los insectos vectores que transmiten la enfermedad en los cultivos de maíz.

METODOLOGÍA

La presente investigación fue a nivel de laboratorio de tipo experimental y aplicada basado en el enfoque investigativo de campo, mediante la toma y evaluación de datos designada por cada tratamiento, también se empleó el diseño experimental pertinente, con el propósito de validar el mejor tratamiento en cuanto al control del vector de la cinta roja.

Los métodos que se utilizaron en esta investigación experimental fueron: deductivo, inductivo, analítico, bibliográfico y estadístico.

Con el método se deductivo se dio a conocer los diferentes factores que atacan el vector de la cinta roja al cultivo de maíz. El inductivo sirvió para llevar a cabo el experimento tanto en la frecuencia de aplicación como los insecticidas aplicados y poder así llevar un manejo adecuado para el control del insecto en la zona estudiada. El analítico se utilizó en la aplicación de tratamientos de acuerdo a la frecuencia de aplicación como el insecticida aplicar.

El método bibliográfico se utilizó para obtener información contenida de documentos, lo cual brindó un conjunto de técnicas para acceder a dicha información pertinente para el desarrollo de la investigación.

Se utilizó el DBCA con arreglo de 3x2x1 con 6 tratamientos y 4 repeticiones (Ver Tabla 1).

Los resultados de las variables han sido sometidos al análisis de la varianza y las medias de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey 5% de significancia estadística.

Tabla 1. Insecticidas y frecuencias de aplicación

Tratamiento	Insecticidas	Dosis/ha.	Frecuencia de aplicación
T1	Clorpirifos	500CC	15-30
T 2	Imidacloprid	200CC	15-30
T 3	Acetamiprid	200GR	15-30
T 4	Clorpirifos	500CC	15-25- 35
T 5	Imidacloprid	200CC	15-25- 35
T 6	Acetamiprid	200GR	15-25- 35

Elaborado por: los autores

Tabla 2. Esquema del ANDEVA

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos (t – 1)	5
Repeticiones (r – 1) (4 – 1)	3
Error (Gl t)×(Gl R)	15
Total (t×r – 1) (6 x 4 – 1)	23

Elaborado por: los autores

RESULTADOS

El análisis de la varianza de la altura de planta a 60 días de establecido el cultivo no demuestra diferencia significativa entre los tratamientos siendo el coeficiente de variación de 3,68%.

Cuadro 1. Altura de plantas a los 60 dds, (m)

TRATAMIENTOS	FRECUENCIA	INSECTICIDAS	ALTURA DE PLANTAS
T3	15-30	ACETAMIPRID	2,65 a
T2	15-30	IMIDACLOPRID	2,63 a
T5	15-25- 35	IMIDACLOPRID	2,62 a
T6	15-25- 35	ACETAMIPRID	2,61 a
T4	15-25- 35	CLORPIRIFOS 500cc/ha	2,60 a
T1	15-30	CLORPIRIFOS 500cc/ha	2,52 a

Elaborado por: los autores

El cuadro 1 indica según la prueba de Tukey al 5% significancia estadística, demuestra que el tratamiento que obtuvo el mayor promedio de altura fue el tratamiento T3 con 2,65m sin diferir estadísticamente entre los demás tratamientos.

Cuadro 2. Inserción de mazorca

TRATAMIENTOS	FRECUENCIA	INSECTICIDAS	INSERCIÓN DE MAZORCA
T4	15-25- 35	CLORPIRIFOS 500CC/ha	1,24 a
T3	15-30	ACETAMIPRID	1,23 a
T6	15-25-35	ACETAMIPRID	1,22 a
T5	15-25-35	IMIDACLOPRID	1,21 a
T1	15-30	CLORPIRIFOS 500cc/ha	1,19 a
T2	15-30	IMIDACLOPRID	1,17 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: los autores

El análisis de varianza inserción de mazorca según la prueba de Tukey al 5% de significancia estadística no demuestra diferencia significativa entre los tratamientos en estudio siendo el coeficiente de variación de 3,45%.

Cuadro 3. Longitud de la mazorca

TRATAMIENTOS	FRECUENCIA	INSECTICIDAS	LONGITUD MAZORCA
T5	15-25- 35	IMIDACLOPRID	18,50 a
T6	15-25- 35	ACETAMIPRID	17,88 a
T3	15-30	ACETAMIPRID	17,75 a
T4	15-25-35	CLORPIRIFOS 500cc/ha	17,00 a
T2	15-30	IMIDACLOPRID	16,75 a
T1	15-30	CLORPIRIFOS 500cc/ha	16,50 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: los autores

Los promedios de longitud de mazorca, de acuerdo con el análisis de varianza no se encontraron significancia estadística entre los tratamientos siendo el coeficiente de variación de 3,41%. En donde el tratamiento T5 obtuvo el promedio más alto de longitud de mazorca con 18,50cm, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos.

Cuadro 4. Insectos muertos en 27 días

TRATAMIENTOS	FRECUENCIA	INSECTICIDAS	LONGITUD MAZORCA
T5	15-25- 35	IMIDACLOPRID	24,00 A
T6	15-25- 35	ACETAMIPRID	20,00 A B
T2	15-30	IMIDACLOPRID	15,00 B C
T4	15-25-35	CLORPIRIFOS 500cc/ha	12,00 C
T3	15-30	ACETAMIPRID	11,00 C
T1	15-30	CLORPIRIFOS 500cc/ha	3,00 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: los autores

Los resultados presentan los promedios de insectos muertos evaluados a los 17, 27 y 37 días de establecidos el cultivo, en la cual registró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variación de 6,67%, 5,87% y 3,61% respectivamente.

El cuadro 4 demuestra que el tratamiento cinco que corresponde al insecticida Imidacloprid en frecuencia de 15-25-35 días demostró mayor promedio con 24 insectos muertos, seguido del T6 con 20 insectos el mismo que registraron marcada diferencia estadística del resto de los demás tratamientos, el tratamiento 1 con promedio 3 insectos muertos, fue el que menos control obtuvo del control de los insectos chupadores.

DISCUSIÓN

En la variable altura de planta, inserción de mazorca, longitud de mazorca no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ya que la aplicación de insecticidas no interfiere en el comportamiento agronómico del cultivo, pero si previene el ataque de plagas y que de forma indirecta el ataque de plagas puede causar pérdidas en los cultivos por disminución de los rendimientos, la sintomatología presentada fue la coloración rojiza en las plantas concuerda con (Cedeño, 2011) en su

investigación “Determinación del ciclo biológico, distribución y daños ocasionados por chicharritas (hemíptera: cicadellidae y delphacidae), en maizales de la provincia de Los Ríos” que la planta tiene dos tipo de sintomatología uno es el enanismo de la planta por severo acortamiento entre nudos y el segundo hojas de tono rojo violáceo y amarillamiento en los bordes de las hojas tercio medio, que ocasionan bajos rendimientos.

El insecticida más eficiente en el control de insectos chupadores entre ellos el vector de la cinta roja (*Spiroplasma kunkelii*), fue el insecticida imidacloprid en dosis de 200cc/ha y una frecuencia de aplicación de 15-25-35 días, lo que lo ubica en la escala Daño Leve concuerda con (Velasco, 2012) en su ensayo “Resistencia al achaparramiento del maíz mediante infestaciones de *Dalbulus maidis* en maíz”. Indica el uso de insecticidas Imidacloprid en el control de insectos chupadores, su eficacia está por encima de cypermetrina, clorpirifos, diazinon. Evitando perdida del rendimiento por enfermedades causada por virus.

Esto conduce, que al realizar el análisis económico demuestran que la mejor tasa de rentabilidad del proyecto (utilidad), se obtuvo en el tratamiento 2 que correspondió a la frecuencia 15-25-35 días, insecticida imidacloprid con rentabilidad del 40%, seguido por los tratamientos 5 y 6 que presentaron una Rentabilidad de 30%. Tomando en cuenta que para la agricultura la rentabilidad de un proyecto para ser considerado aceptable se sitúa entre tasas del 50 y el 100%.

CONCLUSIONES

En la variable altura de planta, inserción de mazorca, longitud de mazorca no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ya que la aplicación de insecticidas no interfiere en el comportamiento agronómico del cultivo de maíz.

El mayor control del insecto vector de la cinta roja, se obtuvo con el insecticida Imidacloprid, en la frecuencia 15- 25-35 días, ya que al realizar la evaluación 48 horas después de la aplicación, se encontró mayor número de insectos muerto.

En cuanto a la incidencia de la enfermedad mayor porcentaje se encontró en el tratamiento uno que correspondió, al insecticida clorpirifos en frecuencia de 15- 30 días, reflejándose en el rendimiento del cultivo, mientras que en el T5 Imidacloprid en frecuencia de aplicación 15- 25-35 días.

La mayor relación beneficio/costo se encontró, en el tratamiento cinco, con tres frecuencias de aplicación lo que reduce el ataque del insecto transmisor del virus causante de la cinta roja, así obteniendo el mayor rendimiento por hectáreas de 7.834kg/ha. La relación B/C es de 1,4 lo que nos indica que por un dólar invertido el agricultor recibe 1,40 centavos de dólar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agris. (2006). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Portoviejo (Ecuador). Est. Exp. Portoviejo. Departamento Nacional de Protección Vegetal. Sección Entomología. Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2007000118>
- Canarte, V. (2009). La chicharrita *Dalbulus maidis* y su manejo en el cultivo de maíz. Bolívar: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CATALO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001412>.
- Cedeño, J. (2011). Determinación del ciclo biológico, distribución y daños ocasionados por chicharritas (hemípteras: cicadellidae, y delphacidae), en maizales de la provincia de los Ríos. redalyc.org.
- Celorio, C. (2011). Determinación del ciclo biológico, distribución y daños ocasionados por

- chicharritas (hemíptera.: Santo Domingo: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3635/1/T-ESPE-IASA%20II%20-%20002344.pdf>.
- Iberoamericana. (2009). Tecnología para combatir una plaga del maíz en el Litoral ecuatoriano. Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología, 2.
 - INIAP. (2009). Protección Vegetal, Sección Entomología. (Plegable Divulgativo no. 305). Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/1265>
 - INTA. (24 de Noviembre de 2010). script-tmp-inta-enfermedades-foliare-reemergentes-del-cultivo-d.pdf. Obtenido de <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-enfermedades-foliare-reemergentes-del-cultivo-d.pdf>
 - Morales, B. (2009). cultivo de maíz. Costa Rica: Manual de recomendaciones técnicas cultivo de maíz.
 - Ramos. (2014). La enfermedad mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) incide directamente en la baja productividad en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la provincia de Bolívar, cantón San José de Chimbo, sector Yacán. Bolívar.
 - Ríos, A. (Octubre de 2007). Evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8708>
 - Velasco, M. (2012). Resistencia del apacharramiento del maíz mediante infestaciones de *Dalbulus maidis* en el maíz. tesis- Quevedo UTEQ.