



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de
maíz (*Zea mays* L.)”

AUTOR:

Luis Sebastián Suarez Uca.

TUTOR:

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La presente recopilación de información hace énfasis a la eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Los coadyuvantes son importantes por diversos factores, entre los que se destacan que disminuyen el número y frecuencia de las aplicaciones de los productos químicos, permiten disminuir las dosis de los plaguicidas sin afectar su eficacia de aplicación en el cultivo y a su vez mejoran el comportamiento de los agroquímicos a través del incremento del área de contacto, retención y absorción. Las conclusiones determinan que existen ciertos productos agroquímicos, como herbicidas e insecticidas, que en su formulación contienen coadyuvantes con diferente función, su proporción es limitada por los materiales inertes del producto; los adherentes fijan el producto aplicado a la lámina foliar formando una película protectora resistente al lavado, por lo que son indicados para acompañar productos en los que se necesita mantener una cubierta durable sobre el follaje; los coadyuvantes orgánicos permiten proteger y potencializar la acción de herbicidas, fungicidas, insecticidas, acaricidas, nutrientes, lo que logran permitir una mayor adherencia, cobertura, permanencia de todas las sustancias que se apliquen vía foliar; en el cultivo de maíz, se utilizan coadyuvantes con herbicidas, aumentando la penetración y absorción de las moléculas de los herbicidas, controlando las malezas y a su vez permiten incrementar los rendimientos por su óptimo control y la necesidad del uso de coadyuvantes en maíz varía de acuerdo con la formulación del herbicida, la calidad del agua para la aplicación y las condiciones medioambientales, destacándose especialmente su uso con herbicidas aplicado al cultivo.

Palabras claves: coadyuvantes, maíz, adherentes, herbicidas.

SUMMARY

This collection of information emphasizes the efficacy of adjuvants in agrochemicals for the cultivation of corn (*Zea mays* L.). The adjuvants are important for several factors, among which are that they reduce the number and frequency of applications of chemical products, they allow to reduce the doses of pesticides without affecting their effectiveness of application in the crop and at the same time they improve the behavior of agrochemicals through the increase of the contact area, retention and absorption. The conclusions determine that there are certain agrochemical products, such as herbicides and insecticides, that in their formulation contain adjuvants with different functions, their proportion is limited by the inert materials of the product; adherents fix the product applied to the leaf blade, forming a protective film resistant to washing, so they are indicated to accompany products in which it is necessary to maintain a durable cover on the foliage; the organic coadjuvants allow to protect and potentiate the action of herbicide, fungicides, insecticides, acaricides, nutrients, which manage to allow greater adherence, coverage, permanence of all the substances that are applied via foliar; In corn cultivation, adjuvants are used with herbicides, increasing the penetration and absorption of herbicide molecules, controlling weeds and, in turn, allowing yields to be increased due to their optimal control, and the need to use adjuvants in corn varies according to with the formulation of the herbicide, the quality of the water for the application and the environmental conditions, especially its use with herbicides applied to the crop.

Keywords: adjuvants, corn, adherents, herbicides.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos	4
1.4. Fundamentación teórica	5
1.4.1. Importancia de los coadyuvantes en los agroquímicos	5
1.4.2. Caracterizar los coadyuvantes y su efecto con en los agroquímicos ...	9
1.5. Hipótesis	16
1.6. Metodología de la investigación	16
CAPÍTULO II	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Desarrollo del caso	17
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	17
2.3. Soluciones planteadas	18
2.4. Conclusiones	18
2.5. Recomendaciones	19
Por lo expuesto se recomienda:	19
BIBLIOGRAFÍA	20

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos ya que su producción provee la materia prima para la agroindustria y la alimentación humana (Cepeda 2019).

En nuestro país, una superficie cosechada de maíz de 365.334 ha, con un rendimiento promedio de 4,58 t ha⁻¹ y una producción de 1.479.700 t. A pesar del incremento de rendimiento de grano en los últimos años, los productores de maíz demandan nuevas tecnologías y una mayor integración entre los diversos actores de la cadena productiva con la industria y consumidores finales (Caviedes *et al.* 2022).

El cambio climático con sus efectos en la producción y productividad agrícola, especialmente con lo relacionado a las modificaciones de los regímenes de lluvia, la sequía, el exceso de humedad y la redistribución geográfica de insectos plaga y enfermedades, son aspectos que generan nuevos retos en la generación y desarrollo de nuevas técnicas para la producción de maíz, debido a que se requieren tecnologías que incrementen el rendimiento y adaptabilidad a múltiples ambientes y tolerancia y/o resistencia a los diversos estreses bióticos y abióticos que afectan al cultivo (Altieri y Nicholls 2016).

Los agroquímicos son sustancias ampliamente usadas en la agricultura, como los insecticidas, herbicidas y fertilizantes. El efecto de estos sobre el terreno sembrado se expande hacia el aire y con mayor perjuicio se instala en el agua, contaminando los ríos, así como los alimentos cultivados en terrenos donde se utilizó. Por eso su uso se debe reducir al mínimo indispensable (Martínez 2016).

Para mayor efectividad de los agroquímicos, se requiere el uso de aditivos, que son coadyuvantes mezclados junto con los agroquímicos en el tanque de la pulverizadora, los cuales producen un aumento de la viscosidad

del caldo y por ende aumentan el tamaño de las gotas pulverizadas. La mayoría de ellos están compuestos por polivinilo o poliacrilamida. El efecto de los mismos es proporcional a su concentración (Olivet 2016).

Por lo anterior detallado se realizó la presente investigación, con la finalidad de establecer la eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre la eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Los coadyuvantes son sustancias químicas que se añaden de forma directa a las formulaciones de plaguicidas o a diversas soluciones de plaguicidas en el tanque de pulverización, con la finalidad de mejorar las propiedades del ingrediente activo de los productos.

1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de maíz, constituye una fuente de ingreso económico para la población Ecuatoriana que se encarga de producirlo, generando además fuente de empleo a muchas familias de los sectores rurales; sin embargo, siempre el cultivo se ve afectado por la presencia de malezas, plagas, enfermedades y falta de fertilizantes químicos.

Desde la antigüedad, si no existiere la presencia de agroquímicos, la historia de la humanidad estaría plagada de ingentes estadísticas de muertes por falta de alimento o por plagas cuya consigna es producir un daño irreparable a la humanidad.

Los coadyuvantes son productos que ayudan a mejorar la actividad de los agroquímicos y contribuyen a vencer la barrera de aplicación, degradación y absorción de múltiples pesticidas; sin embargo debe considerarse en la elección del producto, ya que las recirculaciones que se dan dentro del tanque desde el llenado afectan en forma diferente a cada uno de ellos.

1.3. Justificación

El estudio se realiza porque el maíz, es uno de los cereales más importantes del mundo, el cual suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales; constituyéndose como materia prima básica de la industria. Además es representativo por su importancia económica, social y cultural.

El cultivo de maíz sirve como fuente de ingresos económicos a los productores de ciclo corto, lo cual para obtener óptimos rendimientos en el cultivo de maíz, se aplican agroquímicos, sea insecticidas, fungicidas, fertilizantes, con la finalidad de controlar patógenos o deficiencia de nutrientes y que la productividad.

Entre los beneficios es importante destacar el aumento de la producción, adicionando a los agroquímicos coadyuvantes agrícolas, que son productos de origen vegetal o sintético, que aplicados al tanque del pulverizador, mejoran la aplicación y aumentan la eficacia de los productos aplicados, venciendo las distintas barreras que se presentan a lo largo de todo el proceso.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Describir la eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz.

1.4.2. Específicos

- Detallar la importancia de los coadyuvantes en los agroquímicos.
- Caracterizar los coadyuvantes y su efecto con en los agroquímicos.

1.4. Fundamentación teórica

1.4.1. Importancia de los coadyuvantes en los agroquímicos

La lucha contra las plagas a través del empleo de plaguicidas amigables con el ambiente resultará fundamental para el desarrollo de la actividad agropecuaria. Los tensioactivos (coadyuvantes) presentes en la mayoría de las formulaciones de plaguicidas son esenciales para potenciar la eficiencia biológica de los ingredientes activos, por medio del aumento de la estabilidad de los compuestos en solución o suspensión, y debido a las mejoras en propiedades tales como adherencia, distribución, estabilidad e incorporación en sitios de unión específicos (Castro y Fernandez 2014).

“Generalmente, la selección de los compuestos como coadyuvantes no tiene en cuenta el impacto ambiental que pueden generar por sus aplicaciones en formulaciones de plaguicidas” (Castro y Fernandez 2014).

Gómez (2002) refiere al coadyuvante como: "Toda sustancia que se adiciona a un plaguicida, defoliante o regulador fisiológico para facilitar su acción o conservar sus características físicas o químicas". Algunos factores que intervienen en la eficacia de un plaguicida, por ello existe la imperiosa necesidad de utilizar un coadyuvante como parte integradora en la mezcla de plaguicidas utilizados en la agricultura, la adición de este producto garantiza que la eficiencia de los agroquímicos llegue a lo que se espera y el control de los agentes enemigos sea satisfactorio.

Dentro de los coadyuvantes activadores están los tensioactivos, los penetrantes y adherentes. Los coadyuvantes tensioactivos más utilizados en el mercado pertenecen al grupo no iónicos y están divididos en órgano-siliconados y alcoholes, estos al ser añadidos a los tanques de pulverización tienen la particularidad de reaccionar en la mezcla reduciendo la tensión superficial de las gotas, permitiendo que el producto se extienda y humecte toda la superficie asperjada (Magdalena

et al. 2010, citado por Sandoval 2022), asegurando una mayor área de contacto para los artrópodos.

“La elección del coadyuvante debe estar condicionada por la sistemicidad del insecticida, movilidad del blanco biológico y de la superficie vegetal” (Sandoval 2022).

“Son sustancias utilizadas básicamente para lograr un menor costo de aplicación tanto de fertilizantes como de pesticidas, optimizando el rendimiento y asegurando una máxima efectividad en cada tipo de pulverización” (Salazar y Torres 2009).

Respecto a los coadyuvantes tensoactivos del grupo alcoholes etoxilados o alcoholes lineales no ramificados son de igual manera ‘no iónicos’ y provienen de varias fuentes, al ser lineales les da la particularidad de ser rápidamente biodegradables. Los alcoholes utilizados en los tensoactivos, generalmente contienen entre 10 y 18 átomos de carbono, lo más común de 12 a 15 (Alfaro 2019, citado por Sandoval 2022), reduce la tensión de las gotas entre 26 a 28 dinas/cm².

Salazar y Torres (2009) corroboran que los coadyuvantes además contribuyen a reducir el impacto que tienen los mismos en el ambiente. Las ventajas que aportan los coadyuvantes son las siguientes:

- Reducción de las cantidades de producto aplicado
- Reducción del volumen de agua aplicado
- Utilización de dosis correcta
- Reducción de pérdidas por deriva.

“Coadyuvantes o aditivos son adherentes o adhesivos, ya que facilitan la permanencia del plaguicida después de la aplicación evitando su arrastre por rocío, lluvias y viento. Se utiliza gelatina, colas animales y vegetales, dextrina, caseína, albuminas” (Mármol 2013).

Los coadyuvantes permiten la aplicación de agroquímicos en forma económica y con el mínimo de contaminación. Aunque algunos de estos no contienen sustancias clasificadas como peligrosas, se encuentra que todos los casos estudiados, el almacenamiento de los residuos generados por el uso de estos coadyuvantes, no es el adecuado, ya que se encuentran mezclados con los demás residuos peligrosos, incrementándose el volumen de estos últimos (Salazar y Torres 2009).

“Existen diferentes tecnologías a base de compuestos químicos tensoactivos que permiten aumentar la absorción del compuesto aplicado en plantas de interés agrícola” (Vera *et al.* 2010).

Metzler *et al.* (2015) indica que distintos productos químicos denominados coadyuvantes son empleados para mejorar el efecto de los herbicidas y disminuir el antagonismo de los cationes en las aguas para su uso con herbicidas. Así, ácidos y quelatos han superado el antagonismo del catión calcio sobre glifosato, como así también es marcada la acción de sales de amonio (sulfato de amonio) para inhibir el antagonismo de cloruros de calcio y bicarbonatos de sodio sobre glifosato, 2,4-D, 2,4-DB, setoxidim, evitando la formación de sales menos efectivas que las originales de la formulación.

“El ajuste de la composición y naturaleza de los componentes de los surfactantes conduce a la versatilidad del mismo cuando se aplican agroquímicos” (Bolsman *et al.* 1988, Vera *et al.* 2010).

Dentro de las tecnologías existentes para lograr mayor eficiencia en las aplicaciones no puede dejar de mencionarse el uso de coadyuvantes. Estas son sustancias que, agregadas en el tanque al caldo de pulverización, en forma separada a la formulación del pesticida, ayudan a mejorar la calidad en la aplicación (Hock y Lorenz 2004; Hartzler 2001, citado por Cid *et al.* 2009).

Los coadyuvantes son compuestos que agregados al caldo de

pulverización permiten corregir la calidad físico-química del agua, mejorar la actividad del fitosanitario o la calidad de la pulverización y, por ende, la eficiencia de aplicación (Cunha y Alves 2009; Puricelli y March, 2014, citado por Bozzo y Castillo 2020).

Una clara descripción de los diferentes tipos de coadyuvantes. Entre ellos podemos mencionar a los tensioactivos, también denominados surfactantes, cuyo objetivo es disminuir la tensión superficial del caldo de pulverización a fin de lograr un mejor mojado en la superficie foliar. Los antiderivantes incrementan el Diámetro Volumétrico Mediano (DVM) de las gotas a fin de ser menos arrastradas por el viento (Hock y Lorenz 2004, citado por Cid *et al.* 2009).

“Existen distintos tipos de coadyuvantes que se pueden clasificar de acuerdo a su función en: tensioactivos, penetrantes, adherentes, humectantes, correctores de aguas, antiderivantes, limpiadores, colorantes y antiespumantes” (Durigan, 1993, citado por Bozzo y Castillo 2020).).

Salager (2002), citado por Zamora (2013), indica que los coadyuvantes también se denominan con el término genérico de tensoactivo, que se refiere a una actividad o a una acción sobre la tensión superficial o interfacial, es decir sobre la energía libre de Gibbs. El término coadyuvante se traduce necesariamente por un descenso de la tensión, lo cual es verdad en la mayor parte de los casos que tienen un interés práctico, para lo cual usaremos el término coadyuvante.

Abad (2006) menciona que “los coadyuvantes, son sustancias químicas o biológicas que son agregadas a las formulaciones de herbicidas, con la finalidad de incrementar o modificar las propiedades físicas o químicas de estos o bien las mezclas de varios tipos de pesticidas”.

En general el término tensoactivo se refiere a una propiedad de la sustancia. Los anfífilos tiene muchas otras propiedades y se les califica según las aplicaciones: jabones, detergentes, dispersantes,

emulsionantes, espumantes, bactericida, inhibidores de corrosión, antiestático, etc. o dentro de las estructuras de tipo: membrana, microemulsión, cristal líquido, liposomas o gel. Existen los coadyuvantes: aniónicos, no iónicos y los catiónicos (Zamora 2013).

1.4.2. Caracterizar los coadyuvantes y su efecto con en los agroquímicos

Castro y Fernandez (2014) analizan que las formulaciones innovadoras de plaguicidas y coadyuvantes desarrolladas se podrán aplicar a varios sistemas de ingredientes activos de agroquímicos y permitirán, según las características del ingrediente activo, disminuir la categoría de toxicidad del plaguicida. Estos resultados serán transferibles a los sistemas productivos de manera inmediata.

Coadyuvante órgano siliconado es aquel que reduce la tensión superficial de las gotas de aplicación, mejora la cobertura y adherencia del producto aplicado sobre las hojas. Se recomienda para reducir la tensión superficial de la mezcla de aplicación de productos fungicidas, insecticidas y herbicidas (Custer 2010, citado por Rodríguez 2018).

Dentro de las herramientas que complementan el control químico, se encuentra el uso de coadyuvantes, que son moléculas que permiten mejorar la eficiencia de una aplicación de agroquímicos ya que facilitan una mayor cobertura de la aplicación en las plantas, aumentan la penetración en los tejidos vegetales e inclusive mejoran las características físico químicas del agua en la preparación de las aplicaciones (Prado 2003, citado por Sandoval 2022.)

Los coadyuvantes son sustancias o compuestos que son adicionadas al tanque de preparación de mezcla de los agroquímicos como complemento efectivo para aumentar la eficacia de la aplicación al potencializar la acción de los ingredientes activos de los insecticidas ya que mejoran la cobertura de la solución preparada sobre los blancos biológicos, minimizando pérdidas por evaporación y deriva, además de

ayudar a penetrar la cutícula de los insectos y las plantas, y corregir algunos aspectos físico-químicos del agua (Sazo *et al.* 2008, citado por Sandoval 2022).

Según Quiminet (2012), citado por Mármol (2013), “las funciones de los coadyuvantes son reducir la tensión superficial, actuar como humectante, actuar como emulsionante, actuar como dispersante y como adherente, por lo que en sus funciones no está el controlar o erradicar plagas o enfermedades”.

Los coadyuvantes son productos recomendados para aumentar la eficiencia de las aplicaciones de agroquímicos en la agricultura y bajo este término se incluye una gran diversidad de productos de distinta naturaleza y distinto mecanismo de acción, pero en general se han clasificado en: Surfactantes (humectantes), Adherentes, acidificantes y penetrantes (Márquez *et al.* 2005).

Vera *et al.* (2010) mencionan que la eficiencia de absorción y removilización de una molécula o compuesto químico aplicado a un sistema biológico depende de interacciones entre factores bióticos y abióticos. Para el caso de vegetales como maíz, destaca la composición físico-química y concentración de la molécula, el estado fisiológico del órgano donde se aplica y el manejo del producto (dosis y forma de aplicación).

La naturaleza cerosa del follaje de ciertos cultivos hace imprescindible el agregado de coadyuvantes en las aplicaciones foliares de fungicidas. Los coadyuvantes son sustancias usadas con un pesticida para mejorar su desempeño (Tozzi *s.f.*)

No existe información aún muy desarrollada que nos indique que coadyuvantes pueden incrementar la efectividad herbicida por cambios en su formulación a nuevas formas más fitotóxicas. Sin embargo, algunas experiencias indican que las sales de amonio (sulfato amonio, UAN) además de evitar la formación de complejos de herbicidas y

caciones mejoran la actividad de los activos formando componentes más activos que los originales (Kirkwood, 1993; 1999, citado por Metzler *et al.* 2015).).

En general para acompañar una aplicación de fungicidas se utilizan coadyuvantes con dos modos de acción. Unos reducen la tensión superficial (humectantes, dispersantes o coadyuvantes) y otros forman una película protectora (adherentes) (Tozzi *s.f.*)

Para la agricultura existen un gran número de formulaciones químicas enfocadas a incrementar la absorción (Werkheisser y Anderson 1996, citado por Vera *et al.* 2010) y por lo tanto, potenciar la actividad de compuestos nutrimentales, insecticidas y herbicidas. Un grupo de estos compuestos son los surfactantes, los cuales son moléculas anfipáticas constituidas por un componente hidrofóbico y otro hidrofílico que permiten aumentar, bajo ciertas condiciones, la penetración y disminuir las pérdidas de las moléculas en sistemas de interés por ejemplo herbicidas (Sprankle *et al.* 1975, citado por Vera *et al.* 2010).

Incluso se ha demostrado que mejoran la actividad de los herbicidas aún sin la existencia de sales antagonistas, especialmente en herbicidas como glifosato, sulfonilureas, acifluorfen y bentazon. Las mezclas ("blends") de fertilizantes nitrogenados y surfactantes pueden aumentar el control de muchos herbicidas formulados como sales (Kirkwood, 1993; 1999, citado por Metzler *et al.* 2015).).

“No obstante que la mayoría de los agroquímicos, principalmente herbicidas e insecticidas, en su formulación contienen coadyuvantes con diferente función, su proporción es limitada por los materiales inertes del producto” (Vera *et al.* 2010).

Debido a que el mercado está yendo hacia fitosanitarios más selectivos, menos tóxicos, con menos persistencia y que se degraden más rápido, el uso de coadyuvantes debe considerarse como una herramienta de

manejo que puede mejorar no sólo el desempeño de los fitosanitarios, sino también la eficacia de los resultados (Bozzo y Castillo 2020).

“La aplicación de dosis bajas, la mala aplicación, la calidad del agua, el momento de aplicación, el no uso de coadyuvantes cuando se requieren, pueden ocasionar ineffectividad de los herbicidas” (FAO, 1997, citado por Giraldo 2009).

Dependiendo de la formulación de agroquímicos, los coadyuvantes de las moléculas de interés agrícola pueden incluir solventes, cosolventes, emulsificantes, agentes humectantes, antirefrigerantes y materiales inertes complementarios (Knowles 1995, citado por Vera *et al.* 2010), la proporcionalidad de estos aditivos en la formulación de tecnologías con fines de aplicación en la agricultura conlleva a incrementar la robustez y funcionalidad de los tensoactivos, lo cual genera una mayor eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

Los humectantes o dispersantes mejoran el contacto entre el líquido aplicado y la lámina foliar, facilitando así el mojado de la hoja. Estos productos también facilitan la absorción del pesticida en la hoja y por eso son indicados para mejorar la penetración de herbicidas. Esta propiedad también los hace útiles para acompañar fungicidas que poseen actividad sistémica o que tienen capacidad de penetrar dentro de la hoja (Tozzi *s.f.*)

Desde el punto de vista agronómico, la función principal de los surfactantes o tensoactivos es incrementar la superficie de contacto entre fases sólido (hoja vegetal o suelo), líquido (agroquímico en solución) a través de la humectación, aunque este fenómeno depende de diferentes factores entre los cuales destaca la naturaleza de la cabeza del surfactante (hidrofílica) como el principal factor incidente en la adsorción y absorción a nivel traslaminar de la hoja (Vera *et al.* 2010).

“Los adherentes fijan el producto aplicado a la lámina foliar formando

una película protectora resistente al lavado, por lo que son indicados para acompañar productos protectores en los que se necesita mantener una cubierta durable sobre el follaje” (Tozzi s.f.)

“Además de la carga (aniónica o catiónica) como el principal factor que incide en la eficiencia de la aplicación de agroquímicos complementados con surfactantes o tensoactivos” (Bolsman *et al.* 1988, citado por (Vera *et al.* 2010).

Leiva (2013) explica que un coadyuvante es todo producto que agregado al tanque del pulverizador ayuda al pesticida en su aplicación. En el proceso de calidad de aplicación los coadyuvantes contribuyen a vencer la barrera de la aplicación (antiderivas y antievaporantes), de la absorción (tensoactivos y penetrantes), de la degradación (correctores de pH, secuestrante de cationes y carriers), entre otros procesos. Es frecuente observar la confusión que existe a la hora de seleccionar estos aditivos.

“Comercialmente existen 10 tipos de coadyuvantes: tensioactivo (también conocido como humectante o surfactante), emulsionante, adherente, penetrante, antievaporante, antideriva, antiespumante, secuestrante, acidificante y limpiador desincrustante” (Leiva 2013).

El buen manejo de las formas de aplicación de los herbicidas, tiene un efecto directo sobre su acción en la planta; por lo que es muy importante tener en mente que un coadyuvante, principalmente ayuda en la aplicación de los herbicidas a ampliar el rango de condiciones, bajo las cuales se puede usar los herbicidas ya que pueden alterar las características físicas de la solución a asperjar, donde se incluyen agentes emulsionables, amortiguadores de pH, antiespumantes y agentes que controlan los cambios en la solución y se les clasifica como coadyuvantes de acción especial (Abad 2006).

“La necesidad de uso de coadyuvantes en maíz varía de acuerdo con la formulación del herbicida, la calidad del agua para la aplicación, las especies

de arvenses y las condiciones medioambientales” (Hartzler 2003, citado por Giraldo 2009).

Por otro lado los coadyuvantes activadores son aquellos que comúnmente son utilizados para incrementar la acción de los herbicidas postemergentes, que pueden incrementar la actividad del herbicida, como la absorción del mismo por los tejidos vegetales y minimizar la fotodegradación de estos, además de que pueden alterar las características físicas de la solución asperjada (Abad 2006).

La selección inadecuada de un coadyuvante puede disminuir el efecto del herbicida, ocasionando menores daños a las arvenses o incrementando el daño al cultivo. Hay herbicidas a los que es preciso adicionarles algún coadyuvante, en otros es ventajoso hacerlo, en algunos no habrían ventajas y aumentaría el costo y en otros está contraindicado (Riechers *et al.* 1995, citado por Giraldo 2009).

“Los coadyuvantes activadores comprenden: Surfactantes: Reducen la tensión superficial entre las hojas y las gotas de la aspersión. Compuestos no iónicos, aniónicos, catiónicos y organosilicones; Son usados principalmente en herbicidas post-emergentes, se usan concentraciones del 0,25 %” (Abad 2006).

“Para el caso del aceite de uso agrícola, el efecto del tensioactivo permite la formación de una emulsión estable. En ciertos casos de mezclas de formulaciones de plaguicidas, el coadyuvante contribuye a estabilizarla” (Leiva 2013).

El desempeño de un coadyuvante en particular puede variar significativamente en función de factores como las condiciones ambientales, el herbicida y su dosis, la formulación del herbicida, la especie y el tamaño de las arvenses, su estado fenológico y sanitario, la calidad del vehículo, la tecnología de aplicación empleada, etc., todos los cuales a su vez pueden interactuar (Hartzler 2001, citado por Giraldo 2009).

“El efecto de los coadyuvantes es la compatibilización de fases. Para el caso del aceite de uso agrícola, el efecto del tensioactivo permite la formación de una emulsión estable. En ciertos casos de mezclas de formulaciones de plaguicidas, el coadyuvante contribuye a estabilizarla” (Leiva 2013).

El coadyuvante es, a menudo, un aceite mineral que lleva parafinas. Estas parafinas tienen una buena afinidad con las ceras epicuticulares de las hojas y, gracias a esa afinidad, se forma una película oleosa de caldo sobre la hoja. La afinidad que tiene el coadyuvante con las ceras epicuticulares ayuda al producto a penetrar dentro de la hoja por la vía lipídica (De Trogoff 1995).

“El uso de los coadyuvantes puede facilitar la reducción de las dosis de los herbicidas, debido a que incrementan la eficacia de los mismos, lo cual es deseable desde el punto de vista ambiental y económico” (Plaza y Fuentes, 1997, citado por Giraldo 2009).

Poseen compuestos derivados del petróleo, incrementan la penetración y reducen la tensión superficial, comúnmente son usados en herbicidas a postemergencia de pastos y con atrazina, se usan concentraciones del 1% generalmente. Existen aceites concentrados de vegetales, que tienen la misma función que los Aceites concentrados de cultivo, solo que estos son completamente aceites vegetales (Alcántara *et al.* 2005, Abad 2006).

Reddy y Singh (1992); Hartzler (2001), citado por Giraldo 2009, “han demostrado en numerosos trabajos el incremento en la eficacia del glifosato como consecuencia del agregado de coadyuvantes”.

Investigaciones realizadas indican que “la evaluación de coadyuvantes sobre efecto herbicida en maíz, comprueba el buen efecto de los coadyuvantes sobre la acción biológica de un herbicida post-emergente empleado en el control de arvenses en el cultivo de maíz” (Giraldo 2009).

Estudios señalan que el uso de surfactantes o tensoactivos ha ganado importancia derivado de sus propiedades coadyuvantes y su potencial de aplicación en una amplia gama de actividades como la agricultura, cosméticos, cerámicas, etc. para disminuir los fenómenos físico-químicos de interfases sólido-líquido, su aplicación en la agricultura se enfoca a aumentar la absorción de moléculas con actividad herbicida, insecticida y nutrimental (Vera *et al.* 2010).

Informaciones relevantes demuestran que “se obtienen ventajas favorables al utilizar fungicida acompañado del coadyuvante orgánico y que la dosis para recomendación de aplicación es de 1.0 ml/l de agua, proporcionan un mejor nivel de control de la enfermedad” (Ovalle *et al.* 2021).

1.5. Hipótesis

Ho= no existe eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Ha= existe eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

1.6. Metodología de la investigación

El presente documento que corresponde al componente práctico de trabajo complejo para la modalidad de titulación, se elaboró mediante la recolección de información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas y artículos, ponencias, congresos y todo material bibliográfico de carácter científico que aporte al desarrollo de esta investigación documental.

La información recopilada fue sometida a procesos de análisis, síntesis y resumen donde se trató sobre la eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente recopilación de información hace énfasis a la eficacia de los coadyuvantes en los agroquímicos para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”

Los coadyuvantes son importantes por diversos factores, entre los que se destacan que disminuyen el número y frecuencia de las aplicaciones de los productos químicos, permiten disminuir las dosis de los plaguicidas sin afectar su eficacia de aplicación en el cultivo y a su vez mejoran el comportamiento de los agroquímicos a través del incremento del área de contacto, retención y absorción.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Las situaciones detectadas son:

Los coadyuvantes son sustancia que se adiciona a un plaguicida, defoliante o regulador fisiológico para facilitar su acción y conservar sus características físicas o químicas.

Los productos aditivos contribuyen a reducir el impacto de los agroquímicos en el ambiente.

Las ventajas que promueven es que permiten reducir la cantidad de pesticidas que se aplican, reducen el volumen de agua, permiten optimizar la dosis adecuada y existe mejor asimilación del epsticida a las plantas actuando de manera eficaz.

2.3. Soluciones planteadas

Las soluciones planteadas son:

El uso de coadyuvantes permite la adherencia del producto agroquímica a los cultivos, especialmente en el cultivo de maíz.

Existen diferentes clases de coadyuvantes como tensoactivos, emulsionantes, adherentes, penetrantes, acidificantes, lo que permiten al agricultor utilizar el adecuado, dependiendo del producto y cultivo.

Emplear coadyuvantes de origen natural, a base ácidos y aceites orgánicos que permitan potencializar la acción de los pesticidas y que a su vez sean amigables con el ambiente.

2.4. Conclusiones

Por lo expuesto se concluye:

Existen ciertos productos agroquímicos, como herbicidas e insecticidas, que en su formulación contienen coadyuvantes con diferente función, su proporción es limitada por los materiales inertes del producto.

Los adherentes fijan el producto aplicado a la lámina foliar formando una película protectora resistente al lavado, por lo que son indicados para acompañar productos en los que se necesita mantener una cubierta durable sobre el follaje

Los coadyuvantes orgánicos permiten proteger y potencializar la acción de herbicida, fungicidas, insecticidas, acaricidas, nutrientes, lo que logran permitir una mayor adherencia, cobertura, permanencia de todas las sustancias que se apliquen vía foliar.

En el cultivo de maíz, se utilizan coadyuvantes con herbicidas, aumentando la penetración y absorción de las moléculas de los herbicidas, controlando las malezas y a su vez permiten incrementar los rendimientos por su óptimo control.

La necesidad del uso de coadyuvantes en maíz varía de acuerdo con la formulación del herbicida, la calidad del agua para la aplicación y las condiciones medioambientales, destacándose especialmente su uso con herbicidas aplicado al cultivo.

2.5. Recomendaciones

Por lo expuesto se recomienda:

Utilizar coadyuvantes en el cultivo de maíz, para verificar su efecto, debido a que los agricultores los utilizan constantemente solo con herbicidas.

Identificar el coadyuvante que mejor actúe como adherente en agroquímicos aplicados al maíz.

Promover el uso de coadyuvantes orgánicos que sean amigables con el ambiente y a su vez permita reducir los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A. 2006. Efecto de k-tionic* en mezcla de tanque con gbm-057-b en la eficacia del herbicida 2, 4-d-amina en maleza de hoja ancha en el cultivo de maíz en San Luis Potosí, Mexico. In *XXVII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza* (p. 73). Disponible en <https://somecima.com/wp-content/uploads/2018/07/2006.pdf#page=73>
- Altieri, M., Nicholls, C. 2016. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*, 3, 7-24.
- Bozzo, F. A., & Castillo, F. T. D. (2020). *Coadyuvante vegetal a base de lecitina de soja* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata). Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95052/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, M. J. L., Ojeda, C., & Fernandez Cirelli, A. (2014). Aplicación de nuevos tensioactivos amigables con el ambiente en formulaciones de plaguicidas. Disponible en https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/8083/CONICET_Digital_Nro.10633.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Caviedes-Cepeda, M., Carvajal-Larenas, F., Zambrano-Mendoza, J. L. 2022. Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1).
- Cepeda, G. 2019. Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(1), 116-123.
- Cid, R., Duro, S., Masía, G., Venturelli, L. (2009). Uso de tensioactivos y antiderivantes en forma simultánea: evaluación de interacciones. In *x-cadir* (Décimo Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur) Rosario. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-tensio_antideriva.pdf
- De Trogoff, A. (1995). HSP11, un nuevo coadyuvante herbicida para los tratamientos de postemergencia. In *Sociedad Española de Malherbología. Congreso: actas. Huesca 14, 15 y 16 de noviembre de*

- 1995 (pp. 357-362). Instituto de Estudios Altoaragoneses.
- Giraldo, A. S. (2009). CONTROL DEL ÁCARO *Oligonychus ilicis* CON CALDA SULFOCÁLCICA. EFECTO DE DOS COADYUVANTES SOBRE LA ACCIÓN BIOLÓGICA DE UN HERBICIDA POST-EMERGENTE EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LAS CONDICIONES DE PALESTINA (CALDAS), 7. Disponible en <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.475.585&rep=rep1&type=pdf#page=7>
- Gómez, D. O. (2002). El agua en la agricultura. *La Granja*, 1(1), 23-24.
- Leiva, A. P. D. (2013). Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas. *INTA Pergamino*. Disponible en <https://todoagro.com.ar/documentos/2014/Ambitoderecomendacion.pdf>
- Mármol Sarmiento, D. F. (2013). *Evaluación del efecto de 30 agroquímicos en las poblaciones del ácaro benéfico (*Ambiyselus californicus*), y proponer una rotación de ingredientes activos, en la finca Florycampo, Cayambe-Ecuador 2012* (Bachelor's thesis). Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4763/6/UPS-YT00163.pdf>
- Márquez, J. M., Callejas, A., & López, E. 2005. Evaluación de Diferentes Coadyuvantes en Mezcla con *Metarhizium anisopliae* para el Control de Ninfas de Chinche Salivosa. Laboratorio. Entomología, CENGICANA. Disponible en <https://cengicana.org/files/20150902101621749.pdf>
- Martínez, V. 2016. *Impacto Socio-Ambiental de la Soja en Itakyry-Alto Paraná-Py* (Bachelor's thesis).
- Metzler, M., Kahl, M., & Ahumada, M. (2015). Interacción de la mezcla de glifosato+ saflufenacil con diferentes coadyuvantes y volúmenes de aplicación. *Presentado en Top Ciencia*. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2015/12/Metzler-et-al-Interaccion-Glifo-Saflufenacil-con-volumenes-y-coadyuvantes.pdf>
- Olivet, J. 2016. Tecnología para la aplicación de agroquímicos. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 6-20.
- Ovalle, D. L. C., Guevara, B. E. H., González, E. W. P., & Martínez, E. A. M. (2021). Eficacia del coadyuvante orgánico Ecotensor SYS, en el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en cultivo de plátano (*Musa*

AAB simmonds). *Revista Sistemas De Producción Agroecológicos*, 12(1), 58-75. Disponible en <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/738>

Rodríguez Ortega, R. S. (2018). *Proyecto logístico integral de importación del coadyuvante agroquímico órgano siliconado, desde Zhejiang-China para la distribución y comercialización en la zona centro del Ecuador, por parte de la empresa Roviagro del cantón Mulalillo, provincia de Cotopaxi, en el año 2017* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Disponible en <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/11921/1/52T00480.pdf>

Salazar Cardona, J. M., & Torres Cambindo, A. E. (2009). Plan de manejo integral de residuos o desechos peligrosos generados por la utilización de agroquímicos en la vereda el Manzano del municipio de Pereira. Disponible en <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/41201ea9-f514-434a-bf3f-d7af42ad4391/content>

Sandoval Becerra, J. G. 2022. Evaluación de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin el uso de dos coadyuvantes tensoactivos en el control de *Frankliniella occidentalis* bajo condiciones de laboratorio. Disponible en <https://repositorio.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/48985/jgsandovalb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tozzi, D. s.f. Aportes para la mejora del control químico de enfermedades. Pag 189 -199. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8714/1/Bd-88-Maeso-p.189-199.pdf>

Vera-Núñez, José Antonio, Grageda-Cabrera, Oscar Arath, Altamirano Hernández, Josué, & Peña-Cabriales, Juan José. 2010. Efecto de los surfactantes sobre la absorción de agroquímicos en plantas. *Nova scientia*, 2(3), 14-36. Recuperado en 08 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052010000100003&lng=es&tlng=es.

Zamora Carrillo, N. R. 2013. *Evaluación de coadyuvantes botánicos y abono orgánico (biol) enriquecido con minerales en el cultivo de col (brassica oleracea var. capitata)* (Bachelor's thesis). Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5537/1/tesis-001%20Maestr%c3%ada%20en%20Agroecolog%c3%ada%20y%20Ambiente%20-%20CD%20182.pdf>