



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Practico del Examen de Grado de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Herbicidas hormonales, mecanismos de acción en malezas”.

**AUTORA:**

Gibelly Magaly Pérez Santos

**TUTOR:**

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita, MAE.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2021

## RESUMEN

Los herbicidas hormonales son compuestos complejos que tienen la capacidad de controlar las arvenses en los cultivos. Para que un herbicida pueda cumplir la función de controlar las malezas afectando los procesos fisiológicos y bioquímicos de estas, debe poder penetrar al interior de las plantas y moverse dentro de ella desde el sitio de penetración hasta el sitio donde ejerce su acción. Los herbicidas hormonales están conformados por las familias químicas: fenoxicarboxílicos, benzoicos, piridincarbo-xílicos y quinolincarboxílicos. El mecanismo de acción de estos herbicidas es el desequilibrio que producen en el sistema de control hormonal de las plantas es lo que desencadena una serie de procesos variados y complejos, que al final generan la muerte de la planta. Existe otro mecanismo de acción que afecta el equilibrio hormonal en las plantas a través de la inhibición del transporte de las auxinas. En este aspecto las hormonas auxínicas se producen en los tejidos meristemáticos de las plantas, en la cual estos compuestos se mueven por medio de células del parénquima en contacto con haces vasculares por un sistema polar de transporte, que se sospecha incluye proteínas transportadoras específicas. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia de los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas. Por lo anteriormente detallado se determinó que, para promover los mecanismos de acción de los herbicidas hormonales en las malezas, se deben aplicar en las dosis correctas, permitiendo un conjunto de síntomas como: la paralización del crecimiento en meristemas de raíces, pérdida del tropismo. Durante la aplicación de los herbicidas hormonales su volatilidad y dispersión por la acción del viento son importantes, debido a que pueden afectar a cultivos que son muy sensibles a estos productos.

**Palabras claves:** Herbicidas hormonales, mecanismos de acción, malezas, aplicación.

## SUMMARY

Hormonal herbicides are complex compounds that have the ability to control weeds in crops. For a herbicide to fulfill the function of controlling weeds by affecting their physiological and biochemical processes, it must be able to penetrate inside the plants and move within them from the site of penetration to the site where it exerts its action. Hormonal herbicides are made up of the chemical families: phenoxy-carboxylic, benzoic, pyridine-carboxylic, and quinoline-carboxylic. The mechanism of action of these herbicides is the imbalance they produce in the hormonal control system of plants, which triggers a series of varied and complex processes, which ultimately lead to the death of the plant. There is another mechanism of action that affects hormonal balance in plants by inhibiting auxin transport. In this sense, auxin hormones are produced in the meristematic tissues of plants, in which these compounds move through parenchymal cells in contact with vascular bundles through a polar transport system, which is suspected to include specific transporter proteins. . The information obtained was made by means of the analysis, synthesis and summary technique, in order for the reader to know the importance of hormonal herbicides and their mechanisms of action in weeds. For the above detailed it was determined that, to promote the mechanisms of action of hormonal herbicides in weeds, they must be applied in the correct doses, allowing a set of symptoms such as: growth paralysis in root meristems, loss of tropism. During the application of hormonal herbicides, their volatility and dispersion due to the action of the wind are important, since they can affect crops that are very sensitive to these products.

**Keywords:** hormonal herbicides, mechanisms of action, weeds, application.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Fundamentación teórica .....	4
1.5.1. Herbicidas hormonales .....	4
1.5.2. Clasificación de los herbicidas hormonales .....	5
1.5.3. Mecanismos de acción de los herbicidas hormonales .....	6
1.5.3.1. Herbicidas tipo auxinas .....	6
1.5.3.2. Herbicidas inhibidores del transporte de auxinas .....	8
1.5.4. Herbicidas hormonales y su aplicación en los cultivos .....	8
1.6. Hipótesis .....	10
1.7. Metodología de la investigación .....	10
CAPITULO II .....	11
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
2.1. Desarrollo del caso .....	11
2.2. Situaciones detectadas .....	11
2.3. Soluciones planteadas .....	11
2.4. Conclusiones .....	12
2.5. Recomendaciones .....	12
BIBLIOGRAFÍA .....	13

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Familias químicas y principales herbicidas del grupo de reguladores de crecimiento.....	6
---	---

## INTRODUCCIÓN

Los herbicidas hormonales son compuestos complejos que tienen la capacidad de controlar las arvenses en los cultivos. Para que un herbicida pueda cumplir la función de controlar las malezas afectando los procesos fisiológicos y bioquímicos de estas, debe poder penetrar al interior de las plantas y moverse dentro de ella desde el sitio de penetración hasta el sitio donde ejerce su acción. La inmensa diversidad de malezas con características diferentes que existen, la variedad de condiciones ambientales y de manejo de los cultivos en las que se utilizan los herbicidas y la diversidad de moléculas herbicidas que se utilizan en la actualidad, producen que el estudio y comprensión de los procesos de absorción y translocación de los herbicidas pueda ser complejo, ya que en algunos casos son bastante específicos (Cadahia 2015).

Las hormonas son sustancias químicas que afectan procesos fisiológicos que regulan el crecimiento y desarrollo de la planta, pueden ser naturales o sintéticas. Las hormonas naturales son producidas por la planta y están reguladas por procesos intrínsecos, dentro de este grupo están las auxinas y el ejemplo más común el ácido indolacético. Existen ciertos herbicidas que actúan como hormonas sintéticas ya que pueden ejercer todas las acciones que ejerce el ácido indolacético, pero no están sujetos a regulación intrínseca. Entre las familias están los fenólicos, benzoicos, picolínicos (Agroarvenses 2021).

Las hormonas en bajas concentraciones provocan diferentes reacciones fisiológicas en las plantas de forma positiva. Una deficiente como una excesiva provisión de fitohormonas conducen a alteraciones características del desarrollo. Por lo tanto, existen herbicidas que se asemeja a las fitohormonas, y que aplicados bajo ciertas condiciones son capaces de alterar el sistema hormonal de señales químicas en las plantas a punto de causarles la muerte (Anzalone 2016).

Los mecanismos de acción de los herbicidas hormonales provocan la transcripción del ADN y la traducción del ARN, no sintetizándose las enzimas

necesarias para coordinar el crecimiento, sobreproducción de etileno y la inhibición del transporte de auxinas (Papa 2016).

Existen cultivos sensibles a todos los herbicidas hormonales tales como: el cultivo de algodón, las crucíferas, las leguminosas, frutales de hueso y pepita, cítricos, olivo, girasol, lechugas, remolacha, tomate, vid, pepino, tabaco, estramonio, cultivos de flores ornamentales y de arbustos frutales. Según su volatilidad, los productos a base de herbicidas hormonales se dividen en ligeros y pesados. Se consideran ligeros, los presentados en forma de ésteres etílico, propílico, butílico, isopropílico, isobutílico y amílico. Se consideran pesados los productos presentados en las restantes formas de ésteres y en forma de sal (Phytoma 2020).

La finalidad de esta recopilación de conocimientos y consultas bibliográficas es fortalecer los conocimientos sobre los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas.

# **CAPITULO I**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1. Definición del tema caso estudio**

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas.

Las hormonas son sustancias químicas que provocan cambios en los procesos fisiológicos que regulan el crecimiento y desarrollo de la planta. Las hormonas naturales son generadas por la planta, las mismas que están reguladas por procesos intrínsecos. En este grupo se encuentran las auxinas, teniendo al ácido indolacético (AIA). Los herbicidas actúan como hormonas sintéticas, ya que pueden ejercer las funciones que ejerce el AIA, pero no están sujetos a regulación intrínseca.

### **1.2. Planteamiento del problema**

Los sistemas de producción agrícola se ven afectados por la interferencia de malezas, en la cual una de las alternativas de control es el uso de herbicidas del grupo de los reguladores de crecimiento comúnmente denominados hormonales. En cuanto a su aplicación en los cultivos, se observa con frecuencia los efectos de fitotoxicidad, en las dosis recomendadas y durante con los métodos de aplicación recomendados. Esto representa un serio problema en la utilización de herbicidas hormonales, en la cual se deben conocer los mecanismos de acción, compatibilidad y antagonismo de mezclas formuladas con estos herbicidas.

### **1.3. Justificación**

Los herbicidas hormonales son importantes dentro del control de malezas en un cultivo, debido a que poseen mecanismos de acción específicos que van afectar ciertos procesos fisiológicos de las plantas. Es imprescindible conocer que herbicidas hormonales pueden ser utilizados para el control de malezas, debido a



que existen cultivos sensibles a los mismos, al igual que su dosificación correcta y formas de aplicación.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Reconocer los herbicidas hormonales y mecanismos de acción en malezas.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir los principales herbicidas hormonales que se aplican para el control de malezas.
- Dar a conocer los mecanismos de acción de los herbicidas hormonales en el control de malezas.

#### **1.5. Fundamentación teórica**

##### **1.5.1. Herbicidas hormonales**

En las plantas los procesos de crecimiento y muerte están regulados por un complejo sistema de señales químicas que indican a las células y sus componentes cuando deben o no realizar ciertas funciones; entre este conjunto de señales químicas destacan las hormonas vegetales (Rosales 2016)

Las hormonas vegetales más conocidas son giberelinas, auxinas, citocininas, etileno y ácido abscísico, estas funcionan como sustancias señalizadoras que en bajas concentraciones provocan diferentes reacciones fisiológicas en las plantas. La concentración de cada fitohormona en su lugar de acción está estrictamente controlada y es el resultado de la síntesis, la descomposición, la conjugación, el almacenamiento y el transporte de la misma. La deficiente y excesiva provisión de fitohormonas generan alteraciones características del desarrollo. Existen herbicidas que se asemejan a fitohormonas, los cuales, aplicados bajo ciertas condiciones, son capaces de alterar el sistema hormonal de señales químicas en las plantas a un punto tal de causarles la muerte (Rosales 2016).

Los herbicidas hormonales están conformados por las familias químicas: fenoxicarboxílicos, benzoicos, piridincarbo-xílicos y quinolincarboxílicos. El modo de acción de los reguladores del crecimiento incluye la epinastia o retorcimiento de pecíolos y tallos, la formación de callosidades, la malformación de hojas y finalmente la necrosis y muerte de la planta. La acción de estos herbicidas es lenta y requiere de una a dos semanas para matar a las plantas. Esta clase de herbicidas son usados principalmente para el control de especies dicotiledóneas u “hojas anchas” anuales y perennes en gramíneas. Aunque los reguladores del crecimiento se absorben por hojas y raíces, luego se transportan por el floema y xilema, su utilización es en postemergencia (Sterling *et al.* 2015).

La selectividad de los herbicidas hormonales se fundamenta en la absorción y transporte en las plantas tratadas, como en su estado de desarrollo, ya que las plantas son más susceptibles a los reguladores de crecimiento en épocas de intensa división celular. En consecuencia, este tipo de herbicidas son selectivos en gramíneas como sorgo, maíz y trigo, en la etapa vegetativa (Schmidt 2015).

Estos herbicidas son arrastrados por el viento a cultivos sensibles por lo que se deben utilizar con mucha precaución. Los herbicidas de la familia de los fenoxiacéticos se formulan como ésteres o sales amina. Los ésteres son volátiles y pueden causar daños a cultivos sensibles por el acarreo de vapores, mientras que las sales amina tienen baja volatilidad. Los equipos de aspersión deben ser cuidadosamente lavados después de su aplicación para evitar daños a otros cultivos. Los reguladores de crecimiento no dejan residuos en el suelo que afecten la rotación de cultivos por un tiempo prolongado, teniendo en cuenta que el picloram es un herbicida hormonal que es soluble en agua y es persistente en el suelo, por lo que debe evitarse su uso en suelos arenosos con mantos freáticos poco profundos (Ashton y Crafts 2015).

### **1.5.2. Clasificación de los herbicidas hormonales**

Los herbicidas pertenecientes al grupo de los reguladores de crecimiento y sus respectivas familias químicas se detallan en la siguiente tabla, según Retzinger Mallory (2016):

**Tabla 1.** Familias químicas y principales herbicidas del grupo de reguladores de crecimiento.

<b>Familia química</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Cultivos</b>
Fenoxicarboxílicos	2,4-D	Maíz, sorgo, cereales, caña de azúcar
	2.4-DB	Soya, alfalfa
Benzoicos	Dicamba	Maíz, sorgo y cereales
Piridincarboxílicos	Picloram	Maíz y pasto
	Clopiralid	Pasto y trigo
	Fluroxipir	Pasto y trigo
	Triclopyr	Áreas no agrícolas
Quinolincarboxílicos	Quinclorac	Arroz

### **1.5.3. Mecanismos de acción de los herbicidas hormonales**

Los herbicidas hormonales poseen un mecanismo de acción indeterminado, pero se conoce que pueden lograr alterar el balance hormonal de las plantas, en la cual regulan procesos como la división y elongación celular, la síntesis de proteínas y la respiración. Existiendo según su mecanismo de acción los siguientes herbicidas, según (Zapata 2016).

#### **1.5.3.1. Herbicidas tipo auxinas**

Los herbicidas tipo auxina poseen un efecto similar al ácido indolacético (IAA), la hormona más abundante en las plantas superiores. Este efecto se produce en dos vías: en bajas concentraciones estimula el crecimiento por división celular y la elongación de las células, mientras que a altas concentraciones produce una amplia variedad de anomalías en el crecimiento (Puricelli y Leguizamón 2015).

El mecanismo de acción de estos herbicidas es el desequilibrio que producen en el sistema de control hormonal de las plantas es lo que desencadena una serie de procesos variados y complejos, que al final generan la muerte de la planta. En ocasiones el mecanismo de acción de los herbicidas tipo auxinas se

fundamenta en generar una descoordinación del crecimiento de las plantas en una forma tal que les produce la muerte. Esta descoordinación es atribuida a la capacidad que poseen los herbicidas hormonales para alterar la transcripción del ADN y la traducción del ARN, que produce que no se sinteticen las enzimas necesarias para coordinar el crecimiento (De Esteban y Sansot 2018).

Los efectos comunes de los herbicidas tipo auxina parecen estar asociados a una sobreproducción de etileno siendo un mecanismo de estimulación para la producción de etileno. Los acontecimientos inducidos por el aumento de los niveles del IAA o de los herbicidas tipo auxina en el tejido de malezas dicotiledóneas sensibles se puede dividir en tres fases, según (Mateo 2015):

- 1. La primera fase:** es una fase de estímulo que ocurre dentro de las primeras horas después de la aplicación del producto; implica la activación de procesos metabólicos tales como la biosíntesis del etileno por la inducción de la ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico sintetasa (ACC sintetasa) en los brotes (1-2 horas después del tratamiento), seguido por síntomas de deformación del crecimiento (3-4 horas), incluyendo la iniciación del doblamiento del tallo, el abultamiento de algunos tejidos y la epinastia en hojas. Posteriormente, el ácido abscísico (ABA) comienza a acumularse de forma perceptible (después de 5-8 horas).
- 2. La segunda fase:** ocurre dentro de 24 horas, incluye la inhibición del crecimiento de la raíz y, a un mayor grado, del tallo, con disminución en el alargamiento del entrenudo y del área foliar, siendo evidente una fuerte pigmentación verde de las hojas. De manera simultánea, la reducción en la apertura de los estomas por efecto del ABA genera una disminución en la transpiración y la asimilación del carbón.
- 3. La tercera fase:** es la fase de la senescencia y del decaimiento del tejido, que es marcado por senescencia foliar acelerada, daños al cloroplasto y clorosis progresiva; posteriormente se observa la destrucción de las membranas y la pérdida de la integridad vascular del sistema por la acción de formas activas de oxígeno, generadas por la inhibición de la asimilación de carbono; estos últimos eventos conducen a la planta a la desecación, con severa necrosis y finalmente la muerte.

Los herbicidas tipo auxina provocan una afección a las plantas dicotiledóneas, mostrándose selectivos hacia gran parte de las especies gramíneas. Este fenómeno se atribuye a la capacidad que poseen las gramíneas de oxidar estos compuestos, probablemente por la menor velocidad de movilización dentro de las plantas. Los síntomas de daño en plantas susceptibles incluyen anormalidades en el crecimiento y la reproducción. Las plantas de hojas anchas presentan epinastia en tallos y pecíolos foliares, malformaciones en las hojas, formación de callos en los tallos y escaso desarrollo de las raíces. En plantas gramíneas susceptibles se observan enrollamientos de hojas, raíces fusionadas y tallos frágiles de pequeño diámetro, en donde también pueden afectar la reproducción, generando inflorescencias múltiples, estériles y semillas sin viabilidad (Mateo 2015):

#### **1.5.3.2. Herbicidas inhibidores del transporte de auxinas**

Existe otro mecanismo de acción que afecta el equilibrio hormonal en las plantas a través de la inhibición del transporte de las auxinas. En este aspecto las hormonas auxínicas se producen en los tejidos meristemáticos de las plantas, en la cual estos compuestos se mueven por medio de células del parénquima en contacto con haces vasculares por un sistema polar de transporte, que se sospecha incluye proteínas transportadoras específicas (Caseley 2017).

Los herbicidas que pertenecen a este grupo y otros compuestos naturales llamados fitotropinas retrasan el flujo de las auxinas desde las zonas productoras a las receptoras, lo que produce un conjunto de síntomas como: la paralización del crecimiento en meristemas de raíces, pérdida del tropismo. Estos herbicidas se unen a los transportadores de auxinas ubicados en la membrana plasmática, desequilibrando así el flujo normal de estos compuestos en las plantas. El daño causado por estos herbicidas hormonales es la alteración de la respuesta geotrópica de las plantas, lo cual produce el crecimiento de raíces hacia arriba del suelo (Cuevas y Puentes 2018).

#### **1.5.4. Herbicidas hormonales y su aplicación en los cultivos**

Los herbicidas hormonales, principalmente el 2,4-D y dicamba, son aplicados para el control selectivo de malezas de hoja ancha anuales y perennes en post-emergencia. Poseen una buena selectividad al cultivo de sorgo en un

estado de desarrollo de tres a seis hojas liguladas, en la cual si se usan fuera de esta época de aplicación generan daños al cultivo. Si se presentan vientos fuertes durante su aplicación pueden causar daños por el traslado de la aspersion a cultivos sensibles. Existen estos riesgos, en la cual los productores siguen utilizando estos herbicidas hormonales por su bajo costo (Intagri 2016).

Los cultivos que son sensibles a los herbicidas hormonales son: el algodón, los cultivos de crucíferas, cultivos de leguminosas, frutales de hueso y pepita, cítricos, girasol, lechugas, remolacha, vid, pepino, tabaco, cultivos de flores ornamentales y de arbustos frutales. Los herbicidas hormonales según su volatilidad se clasifican en ligeros y pesados, según (CSCV 2018).

- Se consideran ligeros, los presentados en forma de ésteres etílico, propílico, butílico, isopropílico, isobutílico y amílico.
- Se consideran pesados los productos presentados en las restantes formas de ésteres y en forma de sal.

Los equipos de aplicación que se utilicen para la distribución de los herbicidas hormonales deben ser únicamente para su uso en todo momento. Después de cada aplicación se debe lavar los depósitos, tuberías y boquillas con agua y detergente, lejos de cual reservorio de agua (CSCV 2018).

La mayoría de los herbicidas que existen se aplican en malezas de hoja angosta, pero existen los herbicidas hormonales que pueden ser aplicados en malezas de hoja ancha, en la cual sus principales características que los han hecho tan apreciados, extendiendo su uso en el control de malezas son las siguientes, según (Mateo 2015):

- 1. Su causticidad es nula:** la acción sobre la planta la realizan provocando cambios en su nutrición, hasta causarla muerte.
- 2. Las dosis de empleo son débiles:** la dosis oscila de 0,25 a 2 por 1.000 (dosis normal, 1 por 1.000), que hacen el tratamiento perfectamente económico.
- 3. Los efectos aparecen con relativa lentitud:** se aplican en el momento apropiado. El poder selectivo de estos herbicidas. Es muy importante que la

dosis sea la precisa, pues estas sustancias, en cantidades pequeñas no ejercen un control, llegando a favorecer el crecimiento de las plantas.

## **1.6. Hipótesis**

**Ho=** No es de vital importancia conocer sobre los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas.

**Ha=** Es de vital importancia conocer sobre los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, tesis de grado, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia de los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas.

## **CAPITULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la importancia de los herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción en malezas.

Los herbicidas hormonales, son considerados importantes dentro del control de malezas de hoja ancha, los mismos que inhiben el crecimiento y desarrollo de las malezas, de forma progresiva hasta causar su muerte.

#### **2.2. Situaciones detectadas**

Los herbicidas que se asemejan a las fitohormonas, son aplicados bajo ciertas condiciones capaces de alterar el sistema hormonal de señales químicas en las plantas a punto de causarles la muerte.

En los herbicidas hormonales la selectividad se basa en la absorción y transporte en las malezas, como en su estado de desarrollo, en donde las malezas son más susceptibles a los reguladores de crecimiento en épocas de intensa división celular. En consecuencia, este tipo de herbicidas son selectivos en gramíneas como sorgo, maíz y trigo, en la etapa vegetativa.

#### **2.3. Soluciones planteadas**

Es necesario concientizar a los productores sobre el beneficio de la aplicación de los herbicidas hormonales en el control de malezas en los sistemas de producción agrícolas.



Los herbicidas hormonales provocan daños a las plantas dicotiledóneas, mostrándose selectivos hacia gran parte de las especies gramíneas. Los síntomas de daño en plantas susceptibles incluyen anomalías en el crecimiento y la reproducción.

#### **2.4. Conclusiones**

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Para promover los mecanismos de acción de los herbicidas hormonales en las malezas, se deben aplicar en las dosis correctas, permitiendo un conjunto de síntomas como: la paralización del crecimiento en meristemas de raíces, pérdida del tropismo.

Durante la aplicación de los herbicidas hormonales su volatilidad y dispersión por la acción del viento son importantes, debido a que pueden afectar a cultivos que son muy sensibles a estos productos.

#### **2.5. Recomendaciones**

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Concientizar a los productores agrícola el uso de herbicidas hormonales en el manejo de malezas de hoja ancha.

Aplicar los herbicidas hormonales en dosis correctas y tomando en cuenta varios factores del clima como el viento y la temperatura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ashton, F. & Crafts, A. 2015. Modo de acción de herbicidas. Wiley Interscience. EEUU, NY. 525 p.
- Anzalone, A. 2016. Herbicidas Modos y mecanismos de acción en plantas (en línea). Consultado 31 agos. 2021. Disponible en [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/47809/mod\\_resource/content/1/Herbicidas%20Modos%20y%20Mec%20accion%20Anzalone.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/47809/mod_resource/content/1/Herbicidas%20Modos%20y%20Mec%20accion%20Anzalone.pdf)
- Agroarvenses. 2020. Herbicidas, clasificación y sus usos (en línea). Consultado 31 agos. 2021. Disponible en <https://agroavances.com/sabiasque-detalle.php?idSab=491>
- Cadahia, E. 2015. Efectos de los herbicidas derivados de piridina, picloram y 3,6-D en la nitrificación y en la fijación de nitrógeno en la simbiosis Rhizobium-Leguminosa. Tesis PhD. Ciencias Biológicas. Madrid, España. 237 p.
- Caseley, J. 2017. Características de los principales grupos de herbicidas. FAO, México. 33 p. (Manual Técnico).
- Cuevas, A. & Puentes, B. 2018. El manejo de malezas en el programa AMTEC. Colombia. 70 p. (Manual Técnico).
- CSCV (Centro de Sanidad y Certificación Vegetal). 2018. Herbicidas Hormonales (en línea). Consultado el 16 sept. 2021. Disponible en [https://www.aragon.es/documents/20127/674325/agma\\_cscv\\_bol1\\_enfeb\\_2018.pdf/a70ddace-50ed-e933-d7f7-6c124e1d39d7](https://www.aragon.es/documents/20127/674325/agma_cscv_bol1_enfeb_2018.pdf/a70ddace-50ed-e933-d7f7-6c124e1d39d7)
- De Esteban, M. & Sansot, D. 2018. Evaluación del antagonismo de herbicidas hormonales en mezcla con Haloxifop R Methyl (54% EC) para el control de *Lolium multiflorum* (Lam.), resistente a glifosato. *Corteva Agriscience* 13(6): 1-14.

- Intagri. 2016. Manejo Integrado de malezas en sorgo (en línea). Consultado el 16 sept. 2021. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-integrado-de-malezas-en-sorgo>
- Mateo, E. 2015. Precauciones en la aplicación de los herbicidas modernos. España. 12 p. (Boletín Técnico no. 6).
- Puricelli, E. & Leguizamón, E. 2015. Herbicidas hormonales. Producción animal 12(7): 1-13.
- Phytoma. 2020. Empleo de herbicidas hormonales (en línea). Consultado 31 agos. 2021. Disponible en <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/empleo-de-herbicidas-hormonales-regulado-por-orden-del-m-a-p-a-de-8-de-octubre-de-1973>
- Papa, J. 2016. Interacciones Planta-Herbicidas. Protección Vegetal Manejo de malezas 12(1): 1-24.
- Retzinger, E. & Mallory, C. 2016. Clasificación de los herbicidas por su modo de acción y estrategias de prevención de resistencia. Weed Technology 11(4): 384-393.
- Rosales, E. 2016. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. México. 39 p. (Ficha Técnica no. 35).
- Sterling, T., Namuth, D. & Hernandez, I. 2015. Introducción al mecanismo de acción de los herbicidas auxínicos (en línea). Consultado el 16 sept. 2021. Disponible en <http://croptechology.unl.edu/viewLesson.cgi?LessonID=1055959268>
- Schmidt, R. 2015. Clasificación de los herbicidas según su modo de acción (en línea). Consultado el 16 sept. 2021. Disponible en [www.plantprotection.org/HRAC/Spanish\\_classification.htm](http://www.plantprotection.org/HRAC/Spanish_classification.htm)
- Zapata, I. 2016. Herbicidas hormonales y sus mecanismos de acción. México. 34 p. (Boletín Técnico no. 11).

