

EFECTO DEL HERBICIDA 2,4-D SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Zea mays* L. VAR. "AMILÁCEO" EN LA PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO

EFFECT OF THE HERBICIDE 2,4-D ON THE GROWTH OF *Zea mays* L. VAR. "AMILÁCEO" IN THE SANTIAGO DE CHUCO PROVINCE

 Shirley Valderrama Alfaro¹

 Roberto Rodriguez-Rodríguez¹

 José Luis Polo-Corro¹

¹Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Correspondencia:

Dra. Shirley Valderrama-Alfaro
smvalderrama@unitru.edu.pe

RESUMEN

El trabajo se realizó en el barrio la Merced, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, Perú. El objetivo fue evaluar el efecto del herbicida 2,4-D sobre el crecimiento de *Zea mays* L. var. amiláceo, tras la aplicación de 2 formulados comerciales. Previa preparación del terreno, se sembró 3 semillas por golpe, con distancia de 15 cm entre puntos, se regó por gravedad. Para los tratamientos se aplicaron 2 herbicidas, Aminakling i.a. 2,4 D sal amina 720 g/L (T1) y Aminasil i.a. 2,4-D sal dimetilamina 720 g/L (T2), más el control, las aplicaciones fueron a los 10 y 25 días después de la siembra. Las evaluaciones se realizaron 10 días después de la aplicación de los tratamientos, eligiendo 10 plantas totalmente al azar para la toma de datos. Se evaluó presencia o ausencia de síntomas foliares, longitud de la parte aérea y radicular, los resultados obtenidos se compararon por ANOVA ($p < 0,05$). Los resultados mostraron, presencia de fitotoxicidad en plantas de maíz después de la segunda aplicación. En ambos tratamientos se evidenció una diferencia en longitud de vástago con respecto al control, en el T1 la medida fue de 13,8 cm a los 20 días de instalación, mientras que en T2 solo alcanzó los 13,5 cm de altura, encontrándose diferencias significativas ($p = 0,05$); con respecto a la longitud de raíz, en el T2 el promedio fue 10 cm, mientras que en T3 solo alcanzó 9,3 cm, registrando de este modo 0,7 cm y 1,4 cm por debajo del control, respectivamente. Se concluyó que, el 2,4-D afectan significativamente el crecimiento de plantas *Zea mays* L. var. "amiláceo" durante el crecimiento rápido, siendo la respuesta fitotóxica evidente sobre la longitud del vástago y raíz.

Palabras clave: herbicidas, 2,4-D, maíz, Santiago de Chuco

ABSTRACT

The work was carried out in the La Merced, neighborhood, Santiago de Chuco province, La Libertad, Perú. The objective was to evaluate the effect of the herbicide 2,4-D on the growth of *Zea mays* L. var. "amiláceo" after the application of two commercial formulations. Previous preparation of the land, three seeds were sown per hit, with a



distance of fifteen cm between points, it was watered by gravity. For the treatments, two herbicides were applied, Aminakling i.a. 2,4 D amine salt 720 g/L (T1) and Aminasil i.a. 2,4-D dimethylamine salt 720 g/L (T2), plus the control, the applications were at ten and twenty-five days after sowing. The evaluations were carried out ten days after the application of the treatments, choosing ten plants completely at random for data collection. The presence or absence of foliar symptoms, length of the aerial and root part were evaluated, the results obtained were compared by ANOVA ($p < 0.05$). The results showed the presence of phytotoxicity in corn plants after the second application. In both treatments a difference in stem length was evidenced with respect to the control, in T1 the measurement was 13.8 cm after twenty days of installation, while in T2 it only reached 13.5 cm in height, finding differences significant ($p = 0.05$); regarding root length, in T2 the average was ten cm while in the T3 it only reached 9.3 cm, thus registering 0.7 cm and 1.4 cm below the control, respectively. It was concluded that 2,4-D significantly affect the growth of *Zea mays* L. var. "amiláceo" during rapid growth, the phytotoxic response being evident on the length of the shoot and root.

Key words: herbicides, 2,4-D, corn, Santiago de Chuco.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos utilizados desde épocas muy remotas. Actualmente, tiene importancia mundial debido a sus diversos usos, tanto en la alimentación humana y animal (Maluenda, 2015). La producción nacional en los últimos años, equivale a 273 030 hectáreas (Álvarez *et al.*, 2003) con un rendimiento de 1,3 millones de toneladas, siendo la sierra del departamento de La Libertad el principal productor de este cultivo (MINAG, 2012). En la provincia de Santiago de Chuco, gran parte de los suelos en las zonas de producción corresponden a maíz, siendo una prioridad para la alimentación y economía de los agricultores.

Este y muchos cultivos se ven afectados por la presencia de plagas y enfermedades, en especial por la presencia de malezas que compiten desde el inicio de la siembra por espacio, agua y nutrientes (Araujo *et al.*, 2004; Bellow, 2002). Las malezas constituyen un riesgo natural por ser hospederos alternativos de plagas, además está comprobado que disminuyen la producción del cultivo (Posadas, 2015), esto hace indispensable el control de malezas en el campo. Sin embargo, el control de malezas demanda más tiempo y dedicación que otras plagas, por ello, los agricultores prefieren el uso de agroquímicos.

El control químico ha demostrado ser más

eficiente y rentable para controlar malezas, esto debido a su rapidez. Según Villanueva (2006), las ventajas son: que cubre mayor superficie en menor tiempo, puede trabajar en lugares abruptos y pedregosos, es más barato que los métodos mecánicos y manuales por su menor requerimientos de mano de obra; y, además, hay abundante disponibilidad de productos selectivos para arbustos y herbáceas que no provocan daño al cultivo deseado (Esparza, 2009; Kandil, 2013).

Sin embargo, su uso exige conocimientos técnicos para la elección y aplicación oportuna del producto, ya que estos pueden tener algún efecto residual negativo sobre el cultivo de interés. En el suelo, los herbicidas pierden su efectividad por diversas causas: volatilización, fotodescomposición, degradación microbiana, degradación química o absorción por las plantas; sin embargo, el comportamiento de los herbicidas puede variar en función a las características del suelo sobre el que se apliquen (Sigcha, 2017; López, 2012).

En el Perú, el uso de herbicidas está relacionado a la mayor producción del maíz. Los agricultores utilizan herbicidas como las triazinas (atrazina y metribuzin), pendimetalin y recientemente nicosulfuron. La atrazina es un herbicida altamente selectivo sobre el cultivo de maíz, controla la mayoría de las malezas de hoja ancha



y algunas gramíneas anuales recién emergidas, ya sea en aplicaciones al suelo o al follaje (García, 2011). Santilli *et al.* (2010), aplicó cinco dosis de atrazina sobre un grupo de gramíneas, el efecto se evaluó 60 días después de la siembra, según los resultados las especies tratadas difirieron significativamente con respecto al control.

Otro herbicida muy usado es el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), perteneciente al grupo de los fenoxi derivados, de acción sistémica y selectiva para el control de malezas de hoja ancha. Este agroquímico es uno de los herbicidas más antiguos, de mayor uso y de menor costo en el país, especialmente cereales y maíz. Sin embargo, existen investigaciones que reportan algunos efectos negativos sobre gramíneas (Mondino, 2020). Así lo demostró, Rosales *et al.* (2011), que mezcló Carfentrazone 2.5 g/ha + 2,4-D 225 g/ha y 2,4-D a 720 g/ha, aplicando este preparado sobre parcelas de sorgo, los resultados mostraron buen control de maleza, aunque causaron daños al sorgo y redujeron su rendimiento.

Cuando se emplean mezclas de glifosato con 2,4-D se han observado algunos efectos fitotóxicos, así lo describe Arregui *et al.* (2009), que evaluó la fitotoxicidad producida por mezclas de glifosato y 2,4-D en trigo y maíz. El diseño experimental fue parcelas divididas en donde se aplicaron las mezclas de glifosato (1.44 kg ha^{-1} de i.a.) con 2,4-D (250 y 500 g ha^{-1} de i.a.) en ambos cultivos. Se observó la aparición de síntomas de fitotoxicidad, se analizó la altura en distintos

estados de desarrollo y los rendimientos de grano. En maíz hubo clorosis y disminución de altura ($p < 0.05$) con dosis elevadas de 2,4-D. Para poder formular escenarios realistas sobre el uso de herbicidas en el cultivo de maíz, en este trabajo se evaluó el efecto del herbicida 2,4-D sobre el crecimiento de *Zea mays* L. var. "amiláceo" en la provincia de Santiago de Chuco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

El bioensayo se realizó entre los meses de junio y septiembre del año en curso, en el barrio Santa Mónica ubicado en la provincia de Santiago de Chuco a 3120 m s.n.m. Con temperatura promedio de $-3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Preparación de terreno

La experiencia se realizó en campo directo, en un espacio de 7×8 metros, primero se retiró las malezas de modo manual y se utilizó una picota para descompactar el suelo. Con ayuda de una herramienta de mullido manual, se homogenizó la capa superficial del suelo y se agregó abono de cuy (Fig. 2a). Se mezcló uniformemente y finalmente se niveló el terreno.

Parcelación

El terreno se subdividió en tres parcelas de 1.6 m de ancho y 6 m de largo (Fig. 1), se realizó los surcos con un distanciamiento de 20 cm entre surcos (Fig. 2b), haciendo un total de 8 surcos por parcela.

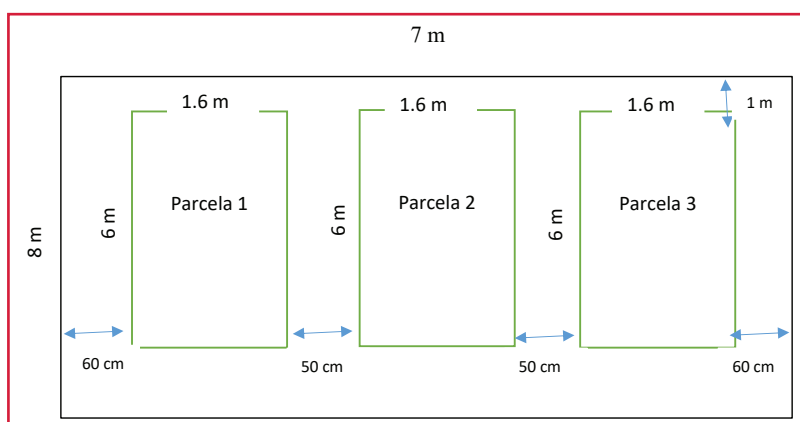


Figura 1. Croquis de la parcelación del terreno.

Siembra

La semilla utilizada fue certificada de la variedad amiláceo. Las semillas no fueron sometidas a tratamientos previos y se sembraron de modo directo colocando 3 semillas por golpe (Fig. 2c),

la distancia entre puntos fue de 15 cm. El riego se realizó por gravedad, de modo interdiario hasta la emergencia de la plántula (Fig. 2d) y después cada tres días hasta terminada la evaluación.



Figura 2. Proceso de preparación de terreno y siembra.
 a. Incorporación de abono de cuy al suelo.
 b. Parcela con surco de 20 cm de distanciamiento.
 c. Siembra por golpe con tres semillas por punto.
 d. Plantas de maíz germinadas regadas por gravedad.

Tratamientos

Se realizó el bioensayo con 2 herbicidas comercializados en nuestro medio, Aminakling i.a. 2,4 D sal amina 720 g/L y Aminasil i.a. 2,4-D sal dimetilamina 720 g/L. Los tratamientos fueron To: control; T1: 2,4-D sal amina 2,5 % y T2: 2,4-D dimetilamina 2,5 %. Los herbicidas fueron preparados a la concentración normal de la dosis recomendada por la casa comercial, se preparó 5 L de herbicida con agua potable sin tomar en cuenta el pH.

Aplicación

Se realizaron dos aplicaciones; 10 y 25 días después de la siembra. Todas se realizaron por la mañana sin presencia de viento, se utilizó una mochila pulverizadora y una boquilla de abanico plano con gota gruesa para evitar la deriva. La aplicación se dirigió a plantas de interés y malezas.

Evaluación

Las evaluaciones se realizaron 10 días después de la aplicación de los tratamientos. Para ello, se eligieron 10 plantas totalmente al azar, se observó presencia o ausencia de síntomas foliares, además se midió el tamaño de la parte aérea y radicular. Los resultados obtenidos se compararon por ANOVA ($p < 0,05$).

RESULTADOS

En el T1, no se observó síntomas foliares de toxicidad en las hojas del maíz, asimismo

se visualizó menor eficiencia del efecto del herbicida sobre las malezas. En el T2, aunque se observó mayor control de malezas en menor tiempo con respecto a T1, en algunas plantas de maíz se visualizó el amarillamiento de las hojas tiernas y la punta ligeramente marchita (Fig. 3), estos síntomas se evidenciaron después de la segunda aplicación, pero se recuperaron en un promedio de 5 días.

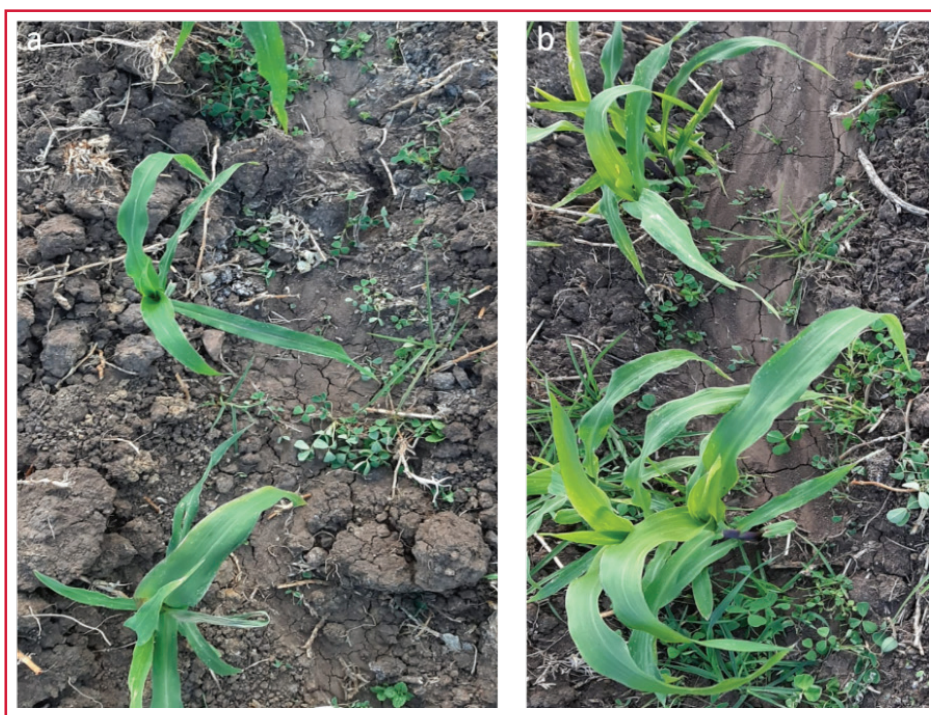


Figura 2. Plantas de maíz. a. Testigo. b. Plantas tratadas con aminasil (segunda aplicación).

En ambos tratamientos, se evidenció una diferencia en longitud de vástago y raíz con respecto al control, en la Tabla 1, se registran los resultados de las medidas promedio del vástago y raíz de las plantas de maíz evaluadas a los 20 y 35 días, se encontró diferencias significativas ($p = 0.05$). En el tratamiento con Aminakling el promedio de longitud del vástago fue de 13,8 cm a los 20 días de instalación, mientras que con Aminasil solo alcanzó los 13,5 cm de altura.

Tabla 1
Medidas del vástago y raíz de maíz tratado con 2,4-D, a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos (20 y 35 días de evaluación)

Tratamientos	Medida promedio (cm)		
	Día de evaluación	20 días	35 días
	Parte evaluada		
To	Vástago	14,7	21,7
	Raíz	8,5	10,7
T1	Vástago	13,8	20,9
	Raíz	8,1	10,0
T2	Vástago	13,5	19,1
	Raíz	8,0	9,3

Tabla 2
Análisis de varianza de la longitud (cm) del vástago de maíz, 10 días después de la primera aplicación

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P	F-TABULADA
TRATAMIENTOS	7.179	2	3.5893	22.2122	0.000002	3,354
ERROR	4.3630	27	0.1616			
TOTAL	11.542	29				

Con respecto al crecimiento radicular, se pudo observar diferencias significativas desde la primera aplicación con respecto a la longitud (Fig. 4). Sin embargo, el análisis de varianza (Tabla 3), muestra diferencias a los 35 días de evaluación.

El T2 presentó como medida promedio 10 cm de longitud, mientras que en T3 solo alcanzó 9,3 cm, registrando de este modo 0,7 cm y 1,4 cm por debajo del control, respectivamente.

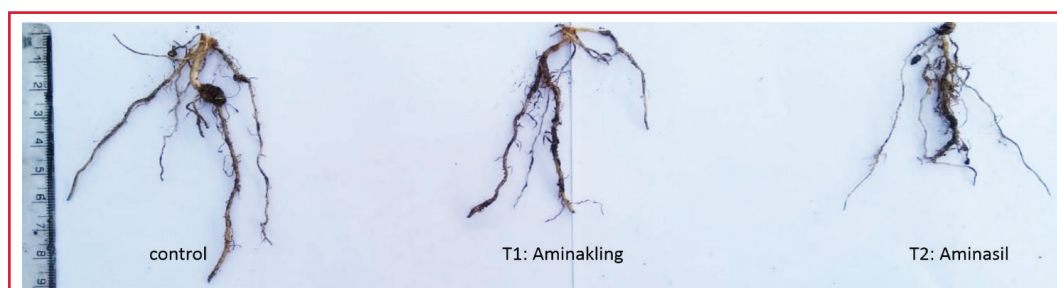


Figura 4. Cabellera radicular a los 20 días de evaluación de plantas de maíz tratadas con 2,4-D.

Tabla 3
Análisis de varianza de la longitud (cm) de raíz de maíz, 10 días después de la segunda aplicación

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P	F-TABULADA
TRATAMIENTOS	9.8327	2	4.9164	61.5398	0.000001	3,354
ERROR	2.1570	27	0.0799			
TOTAL	11.990	29				

DISCUSION

Macas (2009), registró que el herbicida 2,4-D es un regulador de crecimiento que afecta directamente la fotosíntesis, actuando sobre los tejidos conductores, penetrando por hojas, en raíces y brotes los daños son evidentes en hojas nuevas (Everitt y Keeling, 2009), causan epinastia de hoja y tallos, formación de tejidos callosos, malformación de las hojas y a veces amarillamiento (Marple *et al.*, 2008); así como, hojas enrolladas en dicotiledóneas (Sangoi, 2002). Sin embargo, en monocotiledóneas los síntomas son menos severos por ser selectivos, así lo indica las publicaciones del departamento de desarrollo de Limagrain en Mexico (2012).

Los resultados obtenidos nos muestran que 2,4 D sal amina 720 g/L presenta menor toxicidad que 2,4-D sal dimetilamina 720 g/L. Las plantas de maíz var. amiláceo mostraron clorosis en las hojas jóvenes al ser tratadas con aminasil, esto ocurrió después de la segunda aplicación, a los 26 días de instalación del cultivo, además, en algunas plantas se visualizó las puntas marchitas. A pesar de su acción selectiva para malezas de hoja ancha, es de acción sistémica, por lo que una vez aplicado penetra en el tejido y se moviliza en la planta, realizando su acción por medio del follaje y raíces, esta característica puede generar problemas de fitotoxicidad en cultivos de variedad sensible (InsuAgro, 2017; Sangoi, 2000). Estos resultados son respaldados por Soto (2010), en su investigación sobre el posible riesgo toxicológico del 2,4-D, concluyó que, la aplicación de este herbicida es acumulativa y tiene efectos negativos sobre los cultivos de arroz, sorgo y maíz. Asimismo, la aplicación indiscriminada de este producto perjudica la microbiología del suelo y por ende el crecimiento apropiado del cultivo.

Probablemente, estamos ante una variedad susceptible a este herbicida, siendo otra probabilidad a esta respuesta negativa, que en sorgo y maíz debe ser aplicado cuando las plantas tengan cuatro hojas verdaderas para evitar reacciones adversas (Macas, 2009; Selassie, 2015).

Otro estudio realizado por el centro de toxicología de la universidad de Guelph en Ontario, Canadá, demostró que la degradación del 2,4-D en suelos abonados es lenta; puesto que, se encontró una concentración de 23 % en relación a la concentración inicial (100 %), 10 semanas después de la aplicación. Esto demuestra que dicho herbicida, tiene efecto acumulativo, favoreciendo la acción de toxicidad en las plantas de maíz durante el crecimiento rápido (Stephenson *et al.*, 2007).

Con respecto a la longitud del vástago, hemos podido observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos tanto a los 20 como a 35 días de evaluación ($p \leq 0.05$). T1 y T2 muestran medidas menores con respecto al control, esto probablemente se debe a la densidad de las malezas y su efecto de competencia en el cultivo. Vele (2019), en su investigación sobre el efecto de los herbicidas selectivos en maíz, comprobó que el compuesto activo de los herbicidas genera cierto grado de estrés en las plantas de maíz y se refleja negativamente sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo; además, menciona que el activo 2,4-D genera un estrés violento en el maíz ya que después de su aplicación se observa clorosis moderada. Existen algunas investigaciones en las que realizaron aplicaciones de 2,4-D sobre gramíneas para evaluar su efecto, como el caso de Arregui *et al.*



(2009), que determinó clorosis y disminución de altura ($p \leq 0.05$) con dosis elevadas de 2, 4-D en trigo. Además, en maíz, probó dos dosis de 2, 4-D y concluyó que, afectaron la altura ($p \leq 0.05$), particularmente cuando se aplicaron 500 g ha^{-1} 15 d antes de la siembra. El análisis de los resultados sugiere que el barbecho con 2, 4-D en trigo y en maíz provoca fitotoxicidad al emplear dosis elevadas o hay proximidad entre las aplicaciones y la siembra con lluvias excesivas (INTA, 2010).

Según la Tabla 3, muestra el análisis de varianza, en donde se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para el crecimiento del sistema radicular, esto se puede visualizar en la Figura 4, donde se observa claramente la diferencia en longitud de raíz entre plantas tratadas y el control, 10 días después de la aplicación. Conocemos que el 2,4-D es rápidamente absorbido por los vegetales, causando mayor fitotoxicidad en menor tiempo (Peterson, 2016), a pesar que los primeros síntomas se observan en la parte aérea de las plantas Sosnoskie *et al.* (2015), mencionó que el 2,4-D tarda en volatilizarse entre 20 y 30 días, y por ser aplicado en reiteradas ocasiones, con boquillas no adecuadas, su presencia en el suelo es persistente. Esto, adicionado a la susceptibilidad de algunos cultivos pueden generar estrés desde el crecimiento de la radícula.

Munk (2010), refiere que es importante resaltar que, al ocurrir el daño en etapa vegetativa temprana, se ve afectado el crecimiento de la raíz. Las aplicaciones postemergentes con 2,4-D raramente producen daños tóxicos en maíz, en ocasiones, se han reportado deformaciones en raíces y brotes con excesivas dosis o en condiciones ambientales adversas. Es por ello, que se requiere un buen ajuste en la dosis para evitar que el herbicida cause problemas a nivel de raíces.

Así lo demostró, Luebker (2008), quien estableció que la adición de coadyuvantes que faciliten la absorción del herbicida y el empleo de 2,4 D, contribuyen a la ocurrencia de la fragilidad del tallo con la presencia de sistemas radicales poco desarrollados, lo cual puede

ser el resultado de la existencia de residuos de herbicidas empleados en un cultivo antecesor o en el barbecho químico previo. También determinó que, las raíces de soporte quedan atrofiadas y no crecen en el suelo para soportar la planta, por efecto del 2,4-D. Concluyó que, el mal uso de los herbicidas (dosis y momento de aplicación), puede ser un importante factor que favorezca efectos negativos sobre el cultivo de maíz, como Green Snap o una mala formación de raíces.

CONCLUSIONES

Los herbicidas selectivos Aminakling i.a. 2,4 D sal amina y Aminasil i.a. 2,4-D sal dimetilamina afectan el crecimiento de crecimiento de maíz (*Zea mays* L. var "amiláceo").

Aminasil i.a. 2,4-D sal dimetilamina es más fitotóxico que Aminakling i.a. 2,4 D sal amina cuando es aplicado sobre el cultivo de maíz (*Zea mays* L. var "amiláceo").

La respuesta fitotóxica se evidencia sobre el crecimiento de tallo y de tallo y raíz de maíz (*Zea mays* L. var "amiláceo").

Para mayor conocimiento del efecto de este herbicida, se recomienda realizar la misma investigación, ampliando el tiempo de evaluación a todo el periodo vegetativo en maíz, debido a que estos herbicidas son los más usados en la zona por su control eficiente y su bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R., Steinbach, H., Alvarez, C. y Grigera, S. (2003). Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada. *Informaciones Agronómicas*, 18, 14-19. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/242774710_Recomendaciones_para_la_fertilizacion_nitrogenada_de_trigo_y_maiz_en_la_Pampa_Ondulada
- Araujo, L., Ferreira, M. y Cruz, M. (2004). Adubação nitrogenada na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(8), 771-777. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800007>



- Arregui, M., Scotta, R. y Sánchez, D. (2009). Fitotoxicidad del barbecho químico en trigo y maíz. *Agrociencia*, 43, 595-601. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000600005&lng=es&tlng=es.
- Below, F. (2002). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. *Informaciones Agronómicas*, 54, 3-9. Disponible en: <http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/D>
- Departamento de desarrollo de Limagrain. (2012). Herbicidas hormonales en maíz. LG. Disponible en: <https://www.lgsemillas.com/ensayos/Informe-Tecnico-N4-LG-Semillas.pdf>
- Esparza, M. (2009). "Herbicidas en maíz". Navarra Agraria. Disponible en: <https://www.navarraagraria.com/categories/item/863-herbicidas-en-maiz>
- Everitt, J. y Keeling, W. (2009). Cotton growth and yield response to simulated 2,4-D and Dicamba drift. *Weed Technology*, 23(4), 503-506. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-08-061.1>
- García, G. y Salas, P. (2011). Eficiencia de las dosis de diferentes formulaciones del herbicida Atrazina más simazina en el control de malezas en el cultivo de maíz. *Investigación Agraria*, 13(2), 81-86. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832011000200003&lng=es&tlng=es.
- INTA. (2010). ¿Qué es el Green snap o quebrado en verde del maíz? Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-qu-es-el-green-snap.pdf>
- Insuagro. (2017). 2,4-D Herbifen Advance. Disponible en: <http://www.insuagro.com.ar/images/pdf/productos/24-d-ester.pdf>
- Kandil, E. (2013). Response of some maize hybrids (*Zea mays* L.) to different levels of nitrogenous fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(3), 1902-1908. Disponible en: <http://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2013/1902-1908.pdf>
- Macas, P. (2009). Determinación de la persistencia biológica y química de los herbicidas 2,4-D Amina, Butaclor, Pyrazosulfuron Ethyl en el cultivo de arroz en la zona de Daule, Provincia del Guayas. [Tesis de pregrado]. Universidad estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Marple, M., Al-Khatib, K., y Peterson D.E. (2008). Cotton injury and yield as affected by simulated drift of 2,4-D and Dicamba. *Weed Technology*, 22(4), 609-614. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-07-095.1>
- Ministerio de Agricultura - MINAG. (2012). Maíz amarillo duro, principales cadenas agropecuarias. Dirección General de Competitividad Agraria. Lima, Perú. 31 p.
- Mondino, M. (2020). Daños del herbicida 2,4-D en el cultivo de algodón. INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/dano_del_herbicida_24-d.pdf
- Munk D., Hembree K., Al-Khatib K., Hutmacher B., Munier D., and Wright S. (2010). Synthetic Auxin Herbicide Injury in Cotton. University of California Cooperative Extension. Disponible en: <http://cottoninfo.ucdavis.edu/files/149596.pdf>
- López, G. (2012). Efecto de niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) híbrido intervarietal INIA-608 (varex) en Tingo María. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/141>
- Luebker, L. (2008). "Green Snap" of LG Seeds Agronomic Department. *Technical Bulletin*, 11, 1-2.
- Peterson, M., McMaster, S., Riechers, D., Skelton J. y Stahlman P. (2016). 2,4-D



- Past, Present, and Future: A Review. *Weed Technology*, 30, 303–345. DOI:10.1614/WT-D-15-00131.1
- Posadas (2015). Eficacia del herbicida Nicosulfuron 75WG para el control post-emergente de malezas en maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de posgrado]. Universidad de Zamorano. Honduras. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11036/4617>
- Rosales, E., Sánchez, R. y Cerda, P. (2011). Control químico de maleza de hoja ancha en sorgo para grano. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802011000400008
- Sangoi, L. (2000). Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, 31(1), 159-168. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000100027>
- Sangoi, L., Almeida, M., Silva, P. y Argenta, G. (2002). Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. *Bragantia*, 61(2), 101-110. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052002000200003>
- Selassie, Y. (2015). The effect of N fertilizer rates on agronomic parameters, yield components and yields of maize grown on alfisols of North-Western Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 4(21), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40068-015-0048-8>
- Sigcha, M. (2017). Evaluación del rendimiento de cuatro híbridos de maíz maduro a tres distancias de siembra (*Zea mays* L.), en el Cantón Loreto, Provincia de Orellana. [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/6580>
- Sosnoskie, L., Culpepper, A., Braxton, B., y Richburg, J. (2015). Evaluating the Volatility of Three Formulations of 2,4-D When Applied in the Field. *Weed Technology*, 29(2), 177-184. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-D-14-00128.1>
- Soto, S. (2010). Cuantificación del uso del 2,4-D en Colombia, y análisis de su posible riesgo toxicológico. [Tesis de pregrado]. Universidad de los Andes. Colombia. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14419/u402572.pdf?sequence=1>
- Stephenson, G., Salomon, K. and Ritter, L. (2007). Persistence of pesticides (2,4-D, dicamba and mecoprop) in composted turfgrass clippings. [Tesis de pregrado]. Department of environmental biology and Ghelph turfgrass institute, University of Ghelph, Ontario, Canada.
- Vele, W. (2019). Efecto de herbicidas selectivos en el cultivo de *Zea mays* L. var. marginal en Satipo [Tesis de postgrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5300>
- Villanueva, A. (2006). Control químico de malezas en praderas tropicales. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro Sitio Experimental "El Verdineño". Disponible en: <https://docplayer.es/42817788-Control-quimico-de-malezas-en-praderas-tropicales.html>

