



**LOS LIBERTADORES**  
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**Incidencia Del Glifosato En La Alteración Del Diámetro Cefálico De Larvas De *Apis mellifera***

**Incidence Of Glyphosate In The Alteration Of The Head Diameter Of *Apis mellifera* Larvae**

**Alejandra María Monroy Espejo, [ammonroye@libertadores.edu.co](mailto:ammonroye@libertadores.edu.co) ,Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Fundación Universitaria Los Libertadores.**

**Resumen**

La abeja, *Apis mellifera* es el principal insecto polinizador tanto en cultivos agrícolas como silvestres, por lo tanto, está expuesto a diferentes sustancias de uso agroquímico como los herbicidas, en especial al glifosato, que es la sustancia activa mas usada en los herbicidas, del cual se han encontrado residuos en productos apícolas. No obstante, no se ha explorado ampliamente su efecto en las larvas de este especie. Por consiguiente, se evaluó el efecto de glifosato en el desarrollo larvario de *Apis mellifera* en crianza *in vitro*. Los resultados obtenidos indican que la relación dosis respuesta es heterogénea, así como la sensibilidad al glifosato entre las colonias, lo cual puede explicarse por la diversidad genética de los individuos y de las colonias.

**Palabras clave:**

Glifosato, Abejas, *Apis mellifera*, Herbicidas, Larvas.

**Abstract**

The honeybee, *Apis mellifera* is main pollinizer insect as agricole crops as wild crops, so It is exposed to different agrochemicals substances like herbicides in special to glyphosate, which is the active substance most used in herbicides, which has been see residuals in apiarian products. However, has not been bigly explored its effect in larvae of



this specie. Thus, evaluated glyphosate's effect in the *Apis mellifera*'s larvae development in breeding in vitro. The results get show that relationship dose response is heterogeny, as well as sensibility to glyphosate among hives, which can be explained for gene diversity of the individuals and of colony.

**Keywords:**

Glyphosate, Honeybee, *Apis mellifera*, Herbicide, Larvae

**Introducción**

La polinización llevada a cabo por insectos beneficia a cerca del 75% de las especies de cultivos de todo el mundo (Hladik et al., 2016), en especial la polinización ejecutada por abejas melíferas es una actividad agrícola de suma relevancia, pues estas representan al menos el 80% del total de insectos polinizadores de los principales cultivos, son fundamentales para el equilibrio de ecosistemas naturales al mismo tiempo que suministran muchos productos apícolas. (Dai et al., 2018; Vázquez et al., 2018). Por este motivo las variaciones en sus poblaciones podrían desembocar no solo en grandes pérdidas económicas sino también en desabastecimiento, alzas de precios e incluso hambrunas (Martin-Culma & Arenas-Suárez, 2018)

En los años recientes, sustanciales pérdidas de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) se han reportado en colonias en todo el mundo, especialmente en Europa y en América del Norte. Aunque existen distintas causas para esta problemática como organismos patógenos, el uso de monocultivos, la modificación continua de su hábitat, entre otros; el uso extensivo e indiscriminado de plaguicidas se nombra frecuentemente como factor causante potencial (Boily et al., 2013).

Los herbicidas fabricados a partir de glifosato entraron al comercio de productos agroquímicos durante la primera mitad de los años 70, actualmente es uno de los



## LOS LIBERTADORES FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

herbicidas más utilizados en todo el mundo, debido a su fácil uso, bajo costo, amplio espectro (Consejo Nacional de ciencia y tecnología, 2020; Dai et al., 2018; Directorate-General for Health and Food Safety, s. f.; Odemer et al., 2020) y mecanismo de acción, el cual se fundamenta en el bloqueo de la ruta enzimática del shikimato, impidiendo así la síntesis de aminoácidos esenciales, lo cual interrumpe la síntesis de proteínas en las células vegetales, lo que finalmente ocasiona que se detenga el crecimiento de la planta hasta que muere (Consejo Nacional de ciencia y tecnología, 2020). Los usos más comunes pero no exclusivo de este herbicida es la eliminación de malezas que compiten con los cultivos por los nutrientes o para eliminar plantas que por diferentes razones no son deseadas como por ejemplo el cultivo de plantas asociadas al narcotráfico, sin embargo, también se usa antes de la siembra y antes de la cosecha para facilitar el crecimiento del cultivo (Directorate-General for Health and Food Safety, s. f.; European Chemicals Agency, s. f.). Inicialmente el glifosato se consideró como sustancia no peligrosa para los animales en general, ya que el shikimato solo está presente en plantas y bacterias. (Odemer et al., 2020). Hoy en día está clasificado como sustancia tóxica para la vida acuática con efectos duraderos y causante de lesiones oculares graves, cuenta con aprobación de uso como componente activo de herbicidas, la cual está vigente hasta diciembre de 2022, no obstante, dicha autorización se encuentra en revisión de renovación por parte de entidades regulatorias de la Unión Europea como la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas ECHA y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria EFSA (European Chemicals Agency, s. f.; Directorate-General for Health and Food Safety, s. f.).

Recientemente se han suscitado varias polémicas alrededor del uso del glifosato y sus efectos, tanto en humanos, como animales, suelos, aguas y plantas no objetivo (Consejo Nacional de ciencia y tecnología, 2020; *Cuando la Ciencia y la Protección de la*



# LOS LIBERTADORES

## FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

*Biodiversidad se Encuentran con Intereses Económicos*, s. f.; «Glifosato. Erradicador de ambiente, salud y cultivos ilícitos», 2021). La magnitud de estas polémicas ha sido tal que algunos gobiernos han tomado medidas de restricción e incluso de prohibición del glifosato («El Conacyt define reducción de cotas de importación de glifosato para 2021», 2021), simultáneamente se ha dado la movilización de diferentes colectivos ciudadanos que están en contra de uso indiscriminado (*Cuando la Ciencia y la Protección de la Biodiversidad se Encuentran con Intereses Económicos*, s. f.; *Prohibición del glifosato y protección de las personas y del medio ambiente frente a los pesticidas tóxicos*, s. f.; *Scientific Community Calls for Improved Pesticide Risk Assessment to Protect Pollinators*, s. f.), tanto a nivel de agrícola como a nivel de control de cultivos ilícitos (*T-236-17 Corte Constitucional de Colombia*, s. f.); pues además de las afectaciones a la salud humana; particularmente una de las afectaciones más preocupantes se relaciona con los polinizadores, los cuales son claves para la seguridad alimentaria a nivel mundial.

En este documento, se reevalúan datos morfométricos de larvas de *Apis mellifera* expuestas a diferentes concentraciones de glifosato contra un grupo control, por medio de transformación de datos y diseño por bloques aleatorizado con el fin de determinar si es posible acoplar a estos datos, un análisis paramétrico en lugar de uno no paramétrico, como se realizó en (Vázquez et al., 2018) y evaluar si se observan o no efectos negativos del glifosato en diámetro encefálico de larvas expuestas al glifosato y si se observan diferencias en los resultados de ambos métodos.

### **Metodología**

Esta investigación corresponde a un estudio analítico y descriptivo, aplicado a una población muestral compuesta por 150 individuos, los cuales son larvas de abejas distribuidas en 3 colonias (D, E y F), cada una de estas últimas se dividió en cinco grupos,



que corresponden a cuatro concentraciones diferentes de glifosato y al grupo control (Vázquez et al., 2018).

Se utilizó el método analítico experimental para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos expuestos al glifosato y el grupo control, respecto al diámetro cefálico de las larvas, mediante la aplicación de diferentes transformaciones y tratamientos de datos que posibiliten el análisis paramétrico, para posterior comparación con los resultados obtenidos por Vázquez en 2018. El procesamiento de los datos se ejecutó con los programas R versión 4.1.2 "Bird Hippie" y RStudio 2021.09.0+351 "Ghost Orchid".

## Resultados

La base de datos analizada corresponde a la información obtenida de grupos de larvas de abejas expuestas a glifosato a concentraciones en mg/L de 5; 2,5; 1,25 y 0 que corresponde al grupo control, dicha información se divide en cuatro grupos, los cuales se explican en la Tabla 1, para efectos del presente documento solo se evaluara de manera detallada la variable diámetro cefálico perteneciente al grupo 2.

### Tabla 1

*Clasificación por grupos de la base de datos analizada. Elaboración propia*

Grupo	Nombre	Variable de interés
1	Evaluación de glifosato	Retardo en los cambios de estadio en distintos tiempos.
2	Morfométrica	Diferencia en peso corporal y diámetro cefálico
3	pH	Diferencia en valores de pH
4	Expresión genética	Diferencias en expresión génica para varios genes.

### **Análisis Descriptivo**

**Grupo 1.** Este grupo tiene 9 variables y 3062 observaciones, en la Tabla 2 se muestra de manera resumida la información obtenida para el grupo de 1 de datos, mientras en la Tabla 3 se muestra el resumen de datos descriptivos para el mismo grupo de datos.



**Tabla 2**

*Clasificación de variables del grupo 1 de datos. Elaboración propia*

Variable	Tipo	Contenido
Tiempo	Factor / 5 niveles	"2","3","4","5"
Estatus (1 muerto)	Factor / 2 niveles	"0","1":
Colmena	Factor / 6 niveles	"A","B","C","D"...
Tratamiento con glifosato	Factor / 4 niveles	"control","high"...
Petri	Factor / 2 niveles	"a","b"
Año	Factor / 2 niveles	"2014","2015"
Tiempo de retardo	Numérica [1:3062]	3 3 3 3 3 4 4 4 4 ...
Estatus de retardo (1 retardado)	Factor / 2 niveles	"0","1":
Último estadio	Factor / 5 niveles	"I","II","III" ...:

**Tabla 3**

*Resumen descriptivo del grupo de datos 1. Elaboración propia*

Tiempo	Estatus (1 muerto)	Colmena	Tratamiento con glifosato	Petri	Año	Tiempo de retardo	Estatus de retardo (1 retardado)	Último estadio
2:9	0:2412	A:527	control: 725	a:1524	2014: 1502	Min.: 2.00	0:1504	I:39
3:48	1:650	B:472	high: 786	b:1538	2015: 1560	1st Qu.: 4.00	1:1558	II:157
4:153		C:503	low: 762			Median: 5.00		III:287
5:136		D:520	medium: 789			Mean: 4.75		IV:779
6:2716		E:531				3rd Qu.: 6.00		V:1800
		F:509				Max.: 6.00		

**Grupo 2.** Este grupo tiene 4 variables y 150 observaciones, en la Tabla 4 se muestra de manera resumida la información obtenida para el grupo de 2 de datos, mientras en la Tabla 3 se muestra el resumen de datos descriptivos para el mismo grupo de datos.

**Tabla 4**

*Clasificación de variables del grupo 2 de datos. Elaboración propia*

Variable	Tipo	Contenido
Tratamiento	Factor / 5 niveles	"0 mg/L GLY","1.25 mg/L GLY" ...
Colmena	Factor / 3 niveles	"d", "e", "f"
Peso (mg)	Numérica [1:150]	87 91.4 83.7 90.8 91.1 80.5 82.5 92.8 76.2 86.6 ...
Diámetro cefálico (mm)	Numérica [1:150]	1.25 1.25 1.12 1.12 1.25 ...



**Tabla 5**

*Resumen descriptivo del grupo de datos 2. Elaboración propia*

Tratamiento	Colmena	Peso (mg)	Diámetro cefálico (mm)
0 mg/L GLY:30	d:50	Min.: 29.60	Min.:1.000
1.25 mg/L GLY:30	e:50	1st Qu.: 62.10	1st Qu.:1.125
2.5 mg/L GLY :30	f:50	Median : 67.70	Median :1.250
5 mg/L GLY:30		Mean: 71.78	Mean:1.198
Apiario:30		3rd Qu.: 77.95	3rd Qu.:1.250
		Max.:140.10	Max.:1.250

**Grupo 3.** Este grupo tiene 4 variables y 120 observaciones, en la Tabla 6 se muestra de manera resumida la información obtenida para el grupo de 3 de datos, mientras en la Tabla 7 se muestra el resumen de datos descriptivos para el mismo grupo de datos.

**Tabla 6**

*Clasificación de variables del grupo 3 de datos. Elaboración propia*

Variable	Tipo	Contenido
Repetición	Factor / 5 niveles	"rep1", "rep2", ...
Tiempo (h)	Factor / 6 niveles	"0", "24", "48", ...
Tratamiento con glifosato	Factor / 4 niveles	"control", "high", ...
pH	Númerica [1:120]	5 4.9 4.9 5 4.9 4.9 4.8 4.9 4.8 4.9 ...

**Tabla 7**

*Resumen descriptivo del grupo de datos 3. Elaboración propia*

Repetición	Tiempo (h)	Tratamiento con glifosato	pH
rep1:24	0:20	control:30	Min.:4.400
rep2:24	24:20:00	high:30	1st Qu.:4.700
rep3:24	48:20:00	low :30	Median :4.800
rep4:24	72:20:00	medium :30	Mean:4.791
rep5:24	96:20:00		3rd Qu.:4.900
	120:20:00		Max.:5.300



**Grupo 4.** Este grupo tiene 5 variables y 270 observaciones, en la Tabla 8 se muestra de manera resumida la información obtenida para el grupo de 4 de datos, mientras en la Tabla 9 se muestra el resumen de datos descriptivos para el mismo grupo de datos.

**Tabla 8**

*Clasificación de variables del grupo 4 de datos. Elaboración propia*

Variable	Tipo	Contenido
Gen	Factor / 18 niveles	"Actin", "Actin 2"...
Colmena	Factor / 3 niveles	"D", "E", "F"
Tratamiento	Factor / 5 niveles	"apiary", "control"...
Expresión génica	Numérica [1:270]	2222 2355 2327 2449 2276 ...
Expresión génica normalizada para actina	Numérica [1:270]	1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...

**Tabla 9**

*Resumen descriptivo del grupo de datos 4. Elaboración propia*

Gen	Colmena	Tratamiento	Expresión génica	Expresión génica normalizada para actina
Actin: 15	D:90	apiary:54	Min.: 123	Min.:0.05221
Actin 2: 15	E:90	control:54	1st Qu.:1188	1st Qu.:0.54849
AmAbae : 15	F:90	high:54	Median:1625	Median:0.77443
AmAGLU2: 15		low:54	Mean:1834	Mean:0.83354
AmAMY: 15		medium:54	3rd Qu.:2357	3rd Qu.:1.05987
AmCATL : 15			Max.:5579	Max.:2.41098
(Other):180				

***Tratamiento y análisis de datos***

Dado que los datos de la variable diámetro cefálico no corresponden a una distribución normal, se realizan distintas transformaciones de estos, para determinar si pueden acoplarse a una distribución normal, las transformaciones realizadas son:

- Ln (x)
- Ln (x+1)
- 1/x
- X<sup>2</sup>
- $\sqrt{x}$





Se realiza análisis de varianza, comprobación de supuestos y comparación de medias para los datos sin transformar y cada una de las transformaciones realizadas, las cuales pueden observarse en la Tabla 10 y la

Gráfica 1.

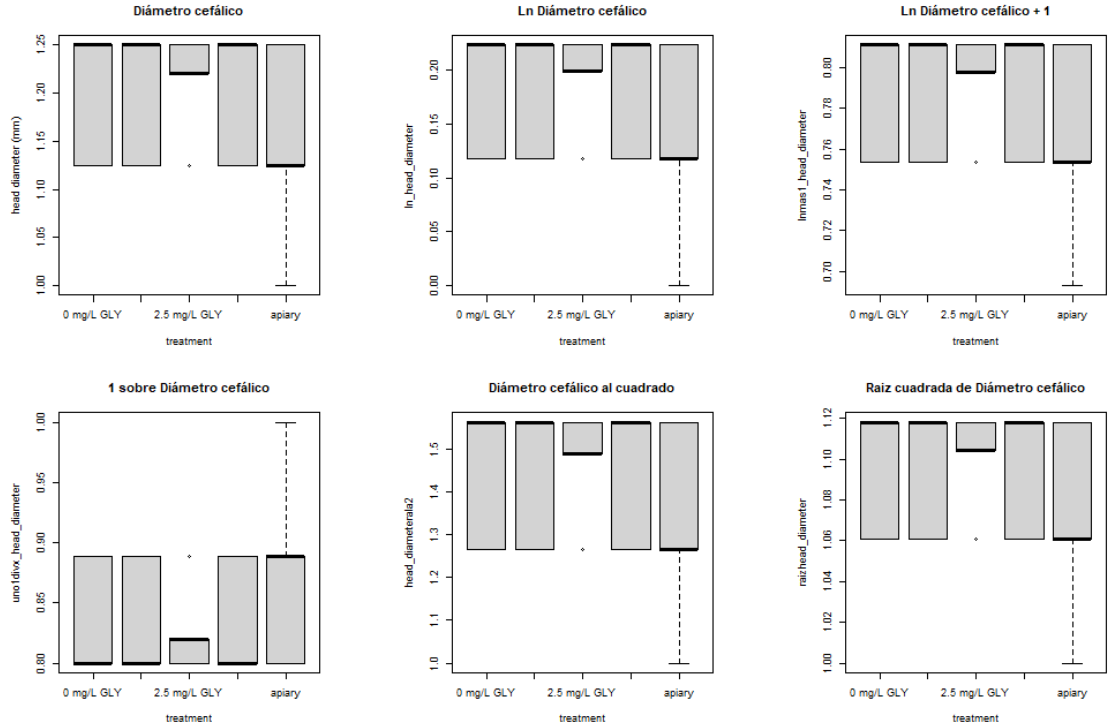
**Tabla 10**

*Comprobación de supuestos de análisis de varianza para diferentes transformaciones de la variable. Elaboración propia*

Prueba	x	Ln(x)	Ln(x+1)	1/x	x <sup>2</sup>	$\sqrt{x}$
Shapiro-Wilk normality test	9.025e-11	7.13e-11	8.133e-11	4.571e-11	9.632e-11	8.215e-11
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)	0.6328	0.5579	0.5943	0.4757	0.6979	0.5965
Bartlett test of homogeneity of variances	0.07967	0.03688	0.05457	0.01324	0.141	0.05575
durbinWatsonTest, D-W Statistic y p-value	2.219203 0.306	2.231695 0.26	2.2258 0.262	2.24433 0.25	2.207019 0.328	2.22542 0.262
Kruskal-Wallis rank sum test	24.727 4	24.727 4	24.727 4	24.727 4	24.727 4	24.727 4
chi-squared, df, p-value	5.709e-05	5.709e-05	5.709e-05	5.709e-05	5.709e-05	5.709e-05

**Gráfica 1**

*Comparación de medias de diámetro cefálico para diferentes transformaciones de la variable. Elaboración propia*



Se observan ligeros cambios en las escalas de las diferentes transformaciones, sin embargo, el sesgo observado es el mismo; excepto en 1/x donde el sesgo cambia de lado. En el tratamiento 2,5 mg/L se observa un dato extremo que posiblemente no afecte la medición, pues esta cercano al límite de las cajas de los otros tratamientos, no obstante, en el tratamiento apiario el dato extremo observado es sumamente distante de las cajas de otros tratamientos, por lo que posiblemente afecte la medición y deba ser retirado. En general se observa que solo hay diferencia significativa entre los resultados obtenidos con el tratamiento usado en el apiario respecto a los demás tratamientos.

Ninguna de las transformaciones logra cumplir el supuesto de normalidad. El estadístico de kruskal-Wallis nos indica que en al menos uno de los grupos el diámetro cefálico es diferente. Para determinar si se ajusta a una distribución  $X^2$ , se calcula el valor crítico para un  $\alpha = 0,05$  y 4 grados de libertad, el cual es 7.814728, este es menor que el valor obtenido 24.727, por lo tanto hay evidencia estadística suficiente para concluir que el



modelo no se ajusta a una distribución  $X^2$ ; por lo cual se plantea un modelo donde interaccionen las variables colmena y tratamiento respecto al diámetro cefálico, se realiza análisis anova y comprobación de supuestos. Los datos de estos se pueden observar en la Tabla 11

### **Tabla 11**

*Comprobación de supuestos de análisis de varianza para modelo de interacción de variables respecto a diámetro cefálico. Elaboración propia*

Prueba	x
Shapiro-Wilk normality test	1.599e <sup>-11</sup>
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test	2.2e <sup>-16</sup>
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)	0.8119
Bartlett test of homogeneity of variances	0.8287
durbinWatsonTest, D-W Statistic and p-value	2.35711 0.318
Kruskal-Wallis rank sum test	chi-squared = 38.312, df = 14, p-value = 0.0004654

Debido a los valores obtenidos en la comprobación de supuestos para el modelo de interacción tratamientos y colmenas, hay evidencia suficiente para establecer que tampoco se cumple el supuesto de normalidad. El estadístico de kruskal-Wallis nos indica que en al menos uno de los grupos de el diámetro cefálico es diferente. Para determinar si se ajusta a una distribución  $X^2$ , se calcula el valor crítico para un  $\alpha = 0,05$  y 14 grados de libertad, el cual es 22,36203, este es menor que el valor obtenido 38,312, por lo tanto hay evidencia estadística suficiente para concluir que el modelo de interacción de tratamientos y colmenas no se ajusta a una distribución  $X^2$

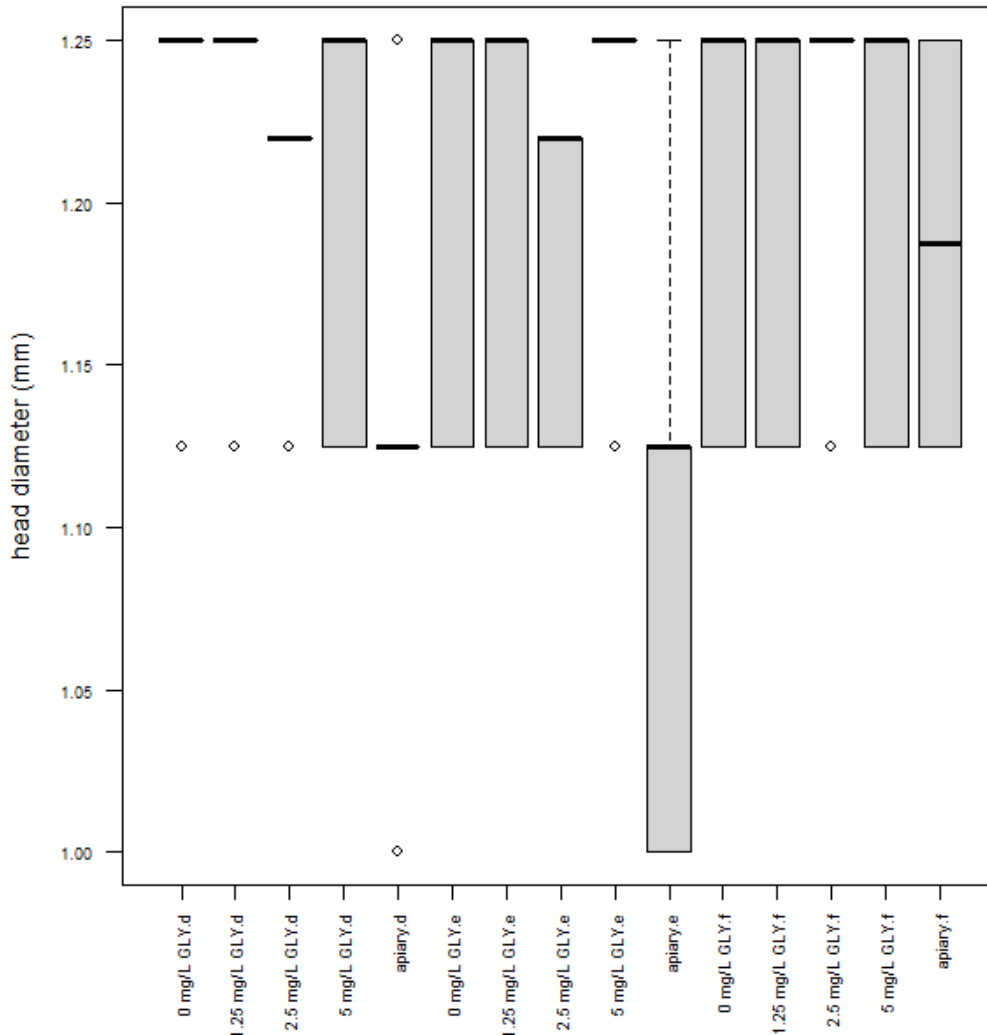
Se realiza comparación de medias del diámetro cefálico respecto a la interacción de tratamientos y colmenas, la cual puede observarse en la Gráfica 2

### **Gráfica 2**

*Comparación de medias de diámetro cefálico para interacción tratamientos y colmenas.*

*Elaboración propia*

**Gráfico de diámetro cefálico con relación a interacción de tratamientos y colmenas**



Se visualiza que solo hay diferencia significativa en la interacción del tratamiento apiario con la colmena d; en cambio la interacción del tratamiento apiario con las comenas e y f, se muestra similar a la de los otros tratamientos en las diferentes comenas.

### Conclusiones

No es posible acoplar los datos a un análisis no paramétrico, ya que la realización de las transformaciones no supone ningún cambio en la distribución de la variable.



Posiblemente el efecto del glifosato se potencie con el uso de determinados excipientes que están presentes en las fórmulas comerciales del producto, como los surfactantes, por tal motivo solo se presentan diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento apiario y resto de los tratamientos, incluso el control, Por ahora puede observarse disminución del diámetro cefálico con el tratamiento apiario. Al evaluar la interacción de los tratamientos y las colmenas se continúa observando diferencia en el tratamiento apiario no obstante solo en la colmena d, lo que podría indicar diferencias en la sensibilidad a este tratamiento entre colmenas.

No es posible determinar si hay diferencias entre los resultados de análisis paramétricos y no paramétricos puesto que no es factible realizar el análisis paramétrico de los datos.

## **Referencias**

Boily, M., Sarrasin, B., DeBlois, C., Aras, P., & Chagnon, M. (2013). Acetylcholinesterase in honey bees (*Apis mellifera*) exposed to neonicotinoids, atrazine and glyphosate: Laboratory and field experiments. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(8), 5603-5614. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1568-2>

Consejo Nacional de ciencia y tecnología. (2020, agosto 10). *Expediente científico sobre el glifosato y los cultivos GM*. [https://conacyt.mx/wp-content/uploads/documentos/glifosato/Dossier\\_formato\\_glifosato.pdf](https://conacyt.mx/wp-content/uploads/documentos/glifosato/Dossier_formato_glifosato.pdf)

*Cuando la Ciencia y la Protección de la Biodiversidad se Encuentran con Intereses*

*Económicos*. (s. f.). Recuperado 9 de noviembre de 2021, de [https://579f1725-49c5-4636-ac98-](https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_03bd711bd7c648f58691e92308e7cfda.pdf)

[72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4\\_03bd711bd7c648f58691e92308e7cfda.pdf](https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_03bd711bd7c648f58691e92308e7cfda.pdf)



**LOS LIBERTADORES**  
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Dai, P., Yan, Z., Ma, S., Yang, Y., Wang, Q., Hou, C., Wu, Y., Liu, Y., & Diao, Q. (2018).

The Herbicide Glyphosate Negatively Affects Midgut Bacterial Communities and Survival of Honey Bee during Larvae Reared in Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(29), 7786-7793. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02212>

Directorate-General for Health and Food Safety. (s. f.). *Glifosato*. Recuperado 7 de noviembre de 2021, de [https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/glyphosate\\_en](https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/glyphosate_en)

El Conacyt define reducción de cotas de importación de glifosato para 2021. (2021, abril 4). *Conacyt*. <https://conacyt.mx/el-conacyt-define-reduccion-de-cotas-de-importacion-de-glifosato-para-2021/>

European Chemicals Agency. (s. f.). *legislation-obligation—ECHA*. Recuperado 11 de noviembre de 2021, de <https://echa.europa.eu/es/legislation-obligation/-/obligations/100.012.726>

Glifosato. Erradicador de ambiente, salud y cultivos ilícitos. (2021, junio 24). *Derecho del Medio Ambiente*. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/glifosato-erradicador-de-ambiente-salud-y-cultivos-ilicitos/>

Hladik, M. L., Vandever, M., & Smalling, K. L. (2016). Exposure of native bees foraging in an agricultural landscape to current-use pesticides. *Science of The Total Environment*, 542, 469-477. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.077>

Martin-Culma, N. Y., & Arenas-Suárez, N. E. A.-S. E. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 14(1), 232-240. <https://doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27113>

Odemer, R., Alkassab, A. T., Bischoff, G., Frommberger, M., Wernecke, A., Wirtz, I. P., Pistorius, J., & Odemer, F. (2020). Chronic High Glyphosate Exposure Delays



**LOS LIBERTADORES**  
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Individual Worker Bee (*Apis mellifera* L.) Development under Field Conditions.

*Insects*, 11(10), 664. <https://doi.org/10.3390/insects11100664>

*Prohibición del glifosato y protección de las personas y del medio ambiente frente a los pesticidas tóxicos.* (s. f.). [Text]. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de [https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2017/000002\\_es](https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2017/000002_es)

*Scientific Community Calls for Improved Pesticide Risk Assessment to Protect Pollinators.* (s. f.). BeeLife. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://www.bee-life.eu/post/scientific-community-calls-for-improved-pesticide-risk-assessment-to-protect-pollinators>

*T-236-17 Corte Constitucional de Colombia.* (s. f.). Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2017/T-236-17.htm>

Vázquez, D. E., Iliina, N., Pagano, E. A., Zavala, J. A., & Farina, W. M. (2018). Glyphosate affects the larval development of honey bees depending on the susceptibility of colonies. *PLOS ONE*, 13(10), e0205074. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205074>