



Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional del Nordeste

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Tesina

Tema: **“Evaluación del crecimiento micelial *in vitro* del
antagonista *Trichoderma spp in vitro* en presencia de distintos
de herbicidas”**

Alumno: ARRIOLA, Diego Luis

Director: Ing. Agr. (Dr.) José Ramón Tarragó

Índice

Agradecimientos	3
Resumen.....	4
Introducción	5
Objetivo	7
Materiales y métodos.....	7
Conclusiones	21
Bibliografía	22
Anexo I-Tabulación de los diámetros tomados a los 2; 5; 7 días posteriores a la siembra, Tablas A; B; C; D.....	25
Anexo II-Análisis estadísticos	29
Principio activo Glifosato	29
Principio activo Paraquat	30
Principio activo Picloram.....	31
Principio activo. 2,4 D	32

Agradecimientos

En primer lugar a mi familia especialmente a mi madre y abuelos.

A mi director de tesina, Ing. Agr. (Dr.) José Ramón Tarragó, por su incondicional tiempo dedicado, por transmitir sus conocimientos, y por la predisposición demostrada ante cada inquietud planteada.

Al Laboratorio de Fitopatología por permitir la realización de las actividades cumplidas en este plan de trabajo.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la susceptibilidad de cinco cepas de *Trichoderma* spp aisladas de lotes de arroz de las provincias de Corrientes y Santa Fe, a diferentes herbicidas (Glifosato, Paraquat, Picloram y 2,4-D) utilizados en el cultivo de arroz. Se utilizó la metodología de crecimiento del antagonista en medio agarizado, al cual se le incorporaron los herbicidas antes mencionados en tres gradientes de dosis. Las dosis ensayadas correspondieron a 0; 0,1 X; 1 X y 10 X, donde X es la dosis de registro para el cultivo de arroz. Los ensayos se realizaron *in vitro*, y se utilizaron cajas de Petri con agar papa glucosa como medio de cultivo en el cual se colocaron previamente las diferentes concentraciones de cada uno de los herbicidas. La inoculación de las cajas se realizó con discos de 5 mm de diámetro del aislado de *Trichoderma*, utilizándose 5 cepas distintas que fueron incubadas a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ en condiciones de 12 h luz y 12 h oscuridad. El crecimiento micelial se evaluó a los 2, 5 y 7 días posteriores a la inoculación determinando el porcentaje de inhibición radial del crecimiento. El comportamiento de las cinco cepas de *Trichoderma* con los herbicidas utilizados fue similar a las concentraciones inferiores. Sin embargo, a medida que la concentración se incrementó, el nivel de tolerancia varió entre los herbicidas y cepas, lo que fue evidenciado a través de la inhibición del crecimiento micelial. Los herbicidas 2,4-D, y Paraquat fueron los que mayor inhibición presentaron en comparación a los demás herbicidas ensayados, por lo cual se debería considerar su incorporación en un planteo de control biológico de enfermedades que utilicen cepas de *Trichoderma*. Se encontraron diferencias respecto a la inhibición del crecimiento micelial producido por los distintos herbicidas en las diferentes cepas evaluadas. La cepa C-DM607 fue la que presentó la menor inhibición en presencia de herbicidas Glifosato, Paraquat y Picloram, por lo cual tendría un uso potencial como agente de control biológico en cultivos de arroz.

Evaluación del crecimiento micelial *in vitro* del antagonista *Trichoderma* spp en presencia de distintos herbicidas.

Introducción

Los hongos del género *Trichoderma* son ascomicetos de esporas verdes, transmitidas por el suelo, las cuales se pueden encontrar en todo el mundo. Han sido estudiados con respecto a diversas características y aplicaciones y son conocidos como colonizadores exitosos de sus hábitats, luchando eficientemente contra sus competidores (Schuster y Schmoll, 2010). Una vez establecidos, los hongos del género *Trichoderma* lanzan su potente maquinaria degradativa para la descomposición del sustrato, a menudo heterogéneo. Esto les da la capacidad de ser antagonistas de otros organismos presentes en el suelo y de ser empleados en la agricultura como bio-controladores de diferentes patógenos (Mondino y Vero, 2006). Otro efecto atribuido al género *Trichoderma*, y por lo cual también se las utiliza en la agricultura, es el de activación de la resistencia sistémica inducida en plantas y promoción del crecimiento vegetal (Jaimes Suárez et al. 2009).

Las especies de *Trichoderma* son versátiles, adaptables y de fácil manipulación, lo que permite utilizarlas en el manejo de enfermedades causadas por patógenos fúngicos del suelo en varios cultivos. Su presencia en suelos agrícolas las reafirma como competidoras por espacio y nutrientes con dichos patógenos, siendo capaces de colonizar los sustratos disponibles o sobrevivir, en forma de clamidosporas o conidios, cuando estos son escasos (Samaniego-Fernández et al. 2018; Mondino y Vero, 2006). Otra utilización de este género de hongos, es en biorremediación y detoxificación de contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en suelos como en agua (Argumedo-Delyra et al. 2009).

Los trabajos tendientes a desarrollar productos biológicos a base de *Trichoderma* con la finalidad de controlar las enfermedades que afectan a los cultivos, comienzan con la búsqueda de posibles antagonistas de estos patógenos entre los cuales se seleccionan los más efectivos. Estas especies de *Trichoderma* siguen un largo proceso de desarrollo hasta disponer de una formulación aplicable a nivel comercial. Por esta razón, es necesario analizar no solo su capacidad antagonista, sino también realizar una caracterización de la respuestas de las cepas a la presencia de distintas sustancias químicas como lo son los fungicidas, herbicidas e insecticidas utilizados comúnmente en el control de plagas (Argumedo-Delyra et al. 2009; Rollán et al. 2015). La utilidad potencial de *Trichoderma* como agente de biocontrol depende en gran medida de su compatibilidad con el uso de productos fitosanitarios y otras prácticas de control (Pereira et al. 1996; Chakraborty et al. 2003). En este sentido, los herbicidas pueden afectar el crecimiento y la esporulación de *Trichoderma* spp en pruebas *in vitro*, aunque la respuesta dependerá de la cepa (Dluzniewska, 2003). No

obstante, numerosos autores plantean la idea de que *Trichoderma* posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos, incluyendo los fungicidas, aunque tal nivel de resistencia difiere entre cepas (Desai y Srikant, 2004).

Según estudios realizados por Castellanos Gonzalez et al. (2015), los fungicidas Folpet (ftalimida), Mancozeb (ditiocarbamato) y Zineb (ditiocarbamato) tuvieron efecto inhibitorio sobre el crecimiento del micelio del hongo *T. harzianum*, al igual que el insecticida a base de Abamectina. Con respecto a los herbicidas, éstos pueden alterar los ecosistemas del suelo mediante un efecto directo y/o indirecto sobre varios componentes de la microbiota del suelo, tales como patógenos de plantas, antagonistas, micorrizas o comunidades microbianas (Duncan y Paxton, 1981). Diversos estudios realizados a campo y en condiciones controladas, han encontrado efectos de algunos de ellos sobre la actividad de distintos microorganismos del suelo (Sarkar et al. 2010). En este sentido se han documentado disminuciones del crecimiento micelial de *T. viride* frente a concentraciones altas del herbicida Glifosato en condiciones de laboratorio (Meriles et al. 2006; Weaver et al. 2007); también Reyes et al. (2012) determinaron que los herbicidas Fenoxaprop-p-etil y 2,4-D sal de amina inhibieron el crecimiento hifal de *T. asperellum* logrando (en algunas concentraciones) un 100% de inhibición del micelio; en tanto Bispiribac-sodio resultó ser compatible.

Por otro lado, Rollán et al. (2015) determinaron *in vitro* que los herbicidas Glifosato (2000 ppm), Imazetapyr (500 y 250 ppm) y Haloxifop R-metil (1000, 500 y 100 ppm) redujeron el crecimiento micelial del antagonista, si bien tal disminución del crecimiento no fue tan evidente en condiciones de campo. En tanto Santoro et al. (2014) observaron que los herbicidas a base de Atrazina, Carfentrazone-ethyl, Oxyfluorfen, y Sulfentrazone fueron muy tóxicos para el crecimiento de *Trichoderma*, motivo por el cual aconsejaron evitar el uso de estos productos en sistemas de manejo integrado en los cuales se esté utilizando el control biológico. Respecto a la esporulación y a la capacidad de producir celulasa por parte de *T. harzianum*, fue significativamente reducida en pruebas *in vitro* por los herbicidas Alaclor, Butaclor, 2,4-D, Oxyfluorfen y Pendimetalin (Jayaraj y Radhakrishnan, 2000). De igual manera, los trabajos realizados por Chan Cupull et al. (2014) y Zain et al. (2013a,b), mostraron inhibición alta del crecimiento micelial de diversos hongos (*Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* entre otros).

Dentro del marco de una compleja estrategia integrada de protección de plantas, es posible que se necesite combinar cepas de *Trichoderma* con plaguicidas químicos o compuestos metálicos; por lo tanto, es importante recopilar información sobre los efectos de los plaguicidas en las cepas que tengan un uso potencial en estrategias de biocontrol y que se encuentren adaptadas a los agroecosistemas en los cuales se deseen utilizar.

Objetivo

Evaluar la susceptibilidad de diferentes cepas de *Trichoderma spp* aisladas de lotes comerciales de arroz a diferentes herbicidas utilizados en el cultivo.

Materiales y métodos

Para la realización del trabajo se utilizaron cinco cepas de *Trichoderma spp*, las que fueron previamente aisladas de distintas zonas productoras de arroz de la provincia de Corrientes y Santa Fe e incorporadas al cepario de la Cátedra de Fitopatología de la FCA, UNNE (Tabla 1).

Tabla 1. Denominación de las distintas cepas de *Trichoderma spp*, evaluadas y procedencia.

Cepas	Procedencia
C-DM502	Cepa nativa aislada del establecimiento "Doña Marina" (lote 502), ubicada en la localidad de Ita-Ibaté, Corrientes.
C-DM607	Cepa nativa aislada del establecimiento "Doña Marina" (lote 607), ubicada en la localidad de Ita-Ibaté, Corrientes.
C-OS409	Cepa nativa aislada del establecimiento "Oscuro" (lote 409), ubicada en la localidad de Perugorría, Corrientes.
C-L2SJ	Cepa nativa aislada del establecimiento "San Joaquín" (lote 409), ubicada en la Colonia San Joaquín, Santa Fé.
C-L7SJ	Cepa nativa aislada del establecimiento "San Joaquín" (lote 409), ubicada en la Colonia San Joaquín, Santa Fe.

Los herbicidas evaluados fueron los siguientes: Glifosato, Paraquat, Picloram y 2,4-D. La elección de los mismos se realizó considerando los herbicidas que se utilizan en barbecho y en post emergencia temprana del cultivo del arroz (Burdyn et al., 2016).

Para la evaluación del efecto sobre el crecimiento micelial se utilizó la metodología de crecimiento del antagonista en medio agarizado, al cual se le incorporaron los herbicidas nombrados anteriormente y se realizaron tres gradientes de dosis para cada herbicida con cinco repeticiones por tratamiento (Mondino y Vero, 2006). Las dosis ensayadas correspondieron a 0; 0,1 X; 1 X y 10 X, donde X es la dosis de registro de los herbicidas considerando su uso en barbecho, previo a la siembra del cultivo del arroz (Tabla 2).

Tabla 2. Herbicidas y concentraciones utilizadas en los ensayos. Dosis correspondientes a **0,1 X** (10 veces inferior a la dosis); **1 X** (dosis recomendada) y **10 X** (10 veces mayor) de la dosis de registro para malezas del arroz.*Para definir la dosis de uso se consideró la aplicación para barbecho. **Para el cálculo de la dosis en % se consideró un volumen de 100 litros por hectáreas.

Ingrediente Activo/ concentración	Dosis de uso (X)	Dosis en %			
		0 X	0,1 X	1 X	10 X
Glifosato (66,2)	2 l/ha	0	0,2	2	20
Paraquat (27,6)	2 l/ha	0	0,2	2	20
Picloram (24)	0,65 l/ha	0	0,065	0,65	6,5
2,4-D Sal (66,9)	1,5 /ha	0	0,15	1,5	1,5

Para los ensayos *in vitro*, se utilizaron cajas de Petri con agar papa glucosado (APG) 1,5 %, pH 6 como medio de cultivo (el cual contenía las diferentes dosis de cada uno de los herbicidas evaluados). La preparación de las cajas de Petri con los herbicidas en sus distintas dosis se realizó bajo campana de gases y con la ayuda de un agitador orbital para mantener la homogeneidad de las soluciones (Figura 1 A-B).

La siembra de las cajas de Petri se realizó en una cabina de flujo laminar para evitar contaminación (Figura 1 C-D). La inoculación de las cajas consistió en depositar un disco de 5 mm de diámetro del aislado de *Trichoderma* evaluado (distintas cepas), tomado de la zona de crecimiento activo de una colonia de 10-12 días de edad (Figura 1 E). Posterior a la siembra, las cajas de Petri se incubaron en condiciones de 12 h luz y 12 h oscuridad a 25 ± 2 °C para propiciar el crecimiento de las colonias (Figura 1 F). Los testigos consistieron en cajas de Petri con APG y el antagonista, pero sin el producto herbicida conforme a lo realizado por Muiño et al. (2009) y Rollán et al., (2015).

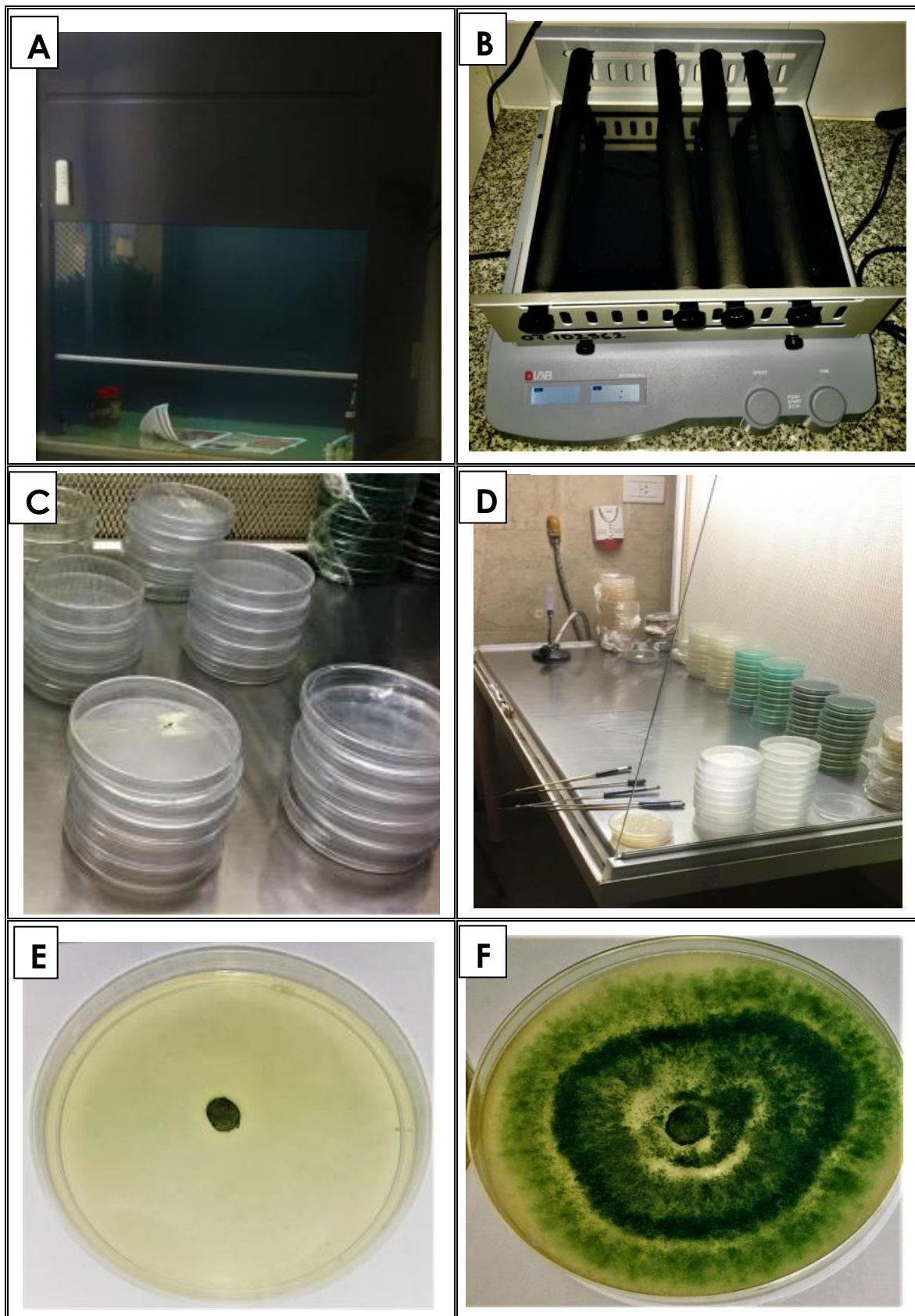


Figura 1. Preparación de cajas de Petri con las distintas diluciones de los ingredientes activos ensayados; A) Campana extractora de gases; B); Agitador orbital utilizado al momento de incorporar los principios activos; C) Medio de cultivo APG 1,5%; D) Flujo laminar; E) Siembra de discos de *Trichoderma*; F) Crecimiento de una cepa en el tratamiento control (sin herbicidas) a los 2 días.

Las evaluaciones del crecimiento micelial se realizaron a los 2, 5 y 7 días posteriores a la siembra, midiendo el diámetro de crecimiento de la colonia con una regla milimetrada en dos posiciones (a 90°) y tomando el promedio de ambas. Con los datos obtenidos se determinó el porcentaje de inhibición radial del crecimiento en cajas de Petri de los tratamientos respecto del control, aplicando la fórmula de Castellanos Gonzalez et al. (2015).

Porcentaje de Inhibición = $((X-Y)/X)*100$, donde:

X = diámetro de la colonia en la caja control
Y = diámetro de la colonia en la caja tratada

Con la información de los porcentajes de inhibición del hongo por concentración, se realizó análisis de varianza entre las distintas cepas para cada ingrediente activo ensayado utilizando el software Infostat 2017.

Resultados y discusión

Los resultados que se presentan a continuación son los correspondientes a la inhibición del crecimiento micelial de 5 cepas de *Trichoderma* sometidas a 4 herbicidas evaluados a los siete días de la incubación debida que la misma fue aumentando con los días hasta el día 7.

En la Figura 2 se puede observar la inhibición ocasionada por las distintas concentraciones de Glifosato para las cinco cepas evaluadas, detectándose diferencias en la respuesta inhibitoria de las distintas cepas al herbicida glifosato. A la dosis más baja de 0,2 % (0,1 X de la dosis de uso), la menor inhibición fue en la cepa C-L7SJ la cual no se diferenció estadísticamente de la C-L2SJ y C-OS409, pero sí de las C-DM502 y C-DM608. A la dosis de uso, el comportamiento de las distintas cepas fue bastante similar, aunque la cepa C-DM607 fue la que evidenció menor inhibición, mientras que la cepa C-L7SJ también presentó baja inhibición a esta dosis al igual que la dosis de 0,1 X. A dosis 10 veces mayores a la comúnmente usada, la inhibición de las cepas fue casi en su totalidad del 100 % sin diferencias estadísticamente significativas entre las cepas (Figura 3).

Según Meriles et al. (2006), Weaver et al. (2007) y Rollán et al. (2015) la respuesta de las especies de *Trichoderma* al herbicida Glifosato, ofrece resultados contradictorios con respecto a su impacto en el crecimiento del hongo, los cuales exhibieron diámetros de colonia menores al 50% que el de sus respectivos controles, mientras otros

mostraron una inhibición de la pigmentación, y la esporulación lo cual exponen la existencia de variabilidad diferencial en sensibilidad entre las especies, sugiriendo la posibilidad de un cambio adaptativos hacia especies tolerantes cuando se exponen al Glifosato.

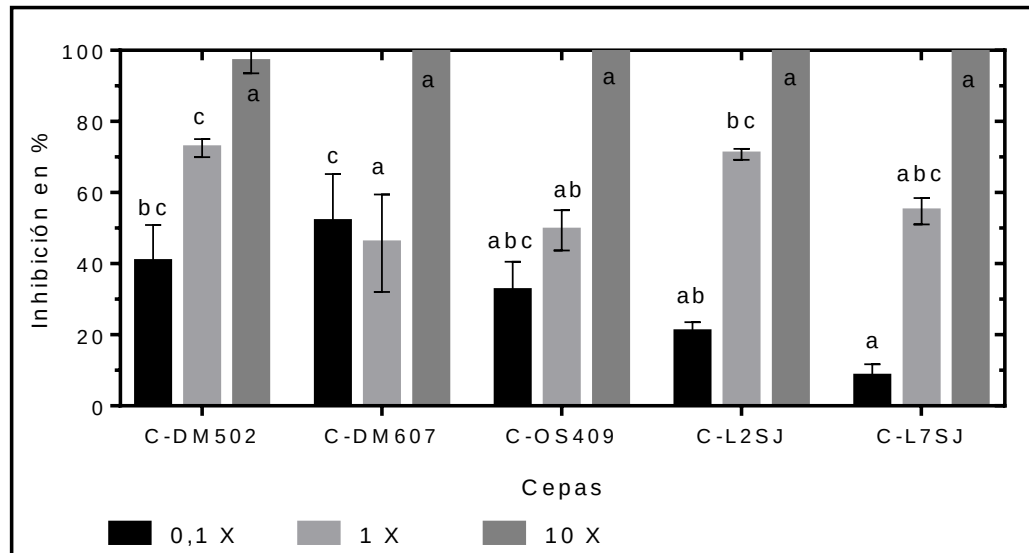


Figura 2. Porcentaje de inhibición de cinco cepas de *Trichoderma* spp a distintas dosis del principio activo Glifosato. Las barras indican el valor medio de las cinco repeticiones $\pm$ error estándar de la media. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test de Duncan ($p > 0.05$). Las comparaciones se realizaron entre las cepas para cada dosis ensayada.

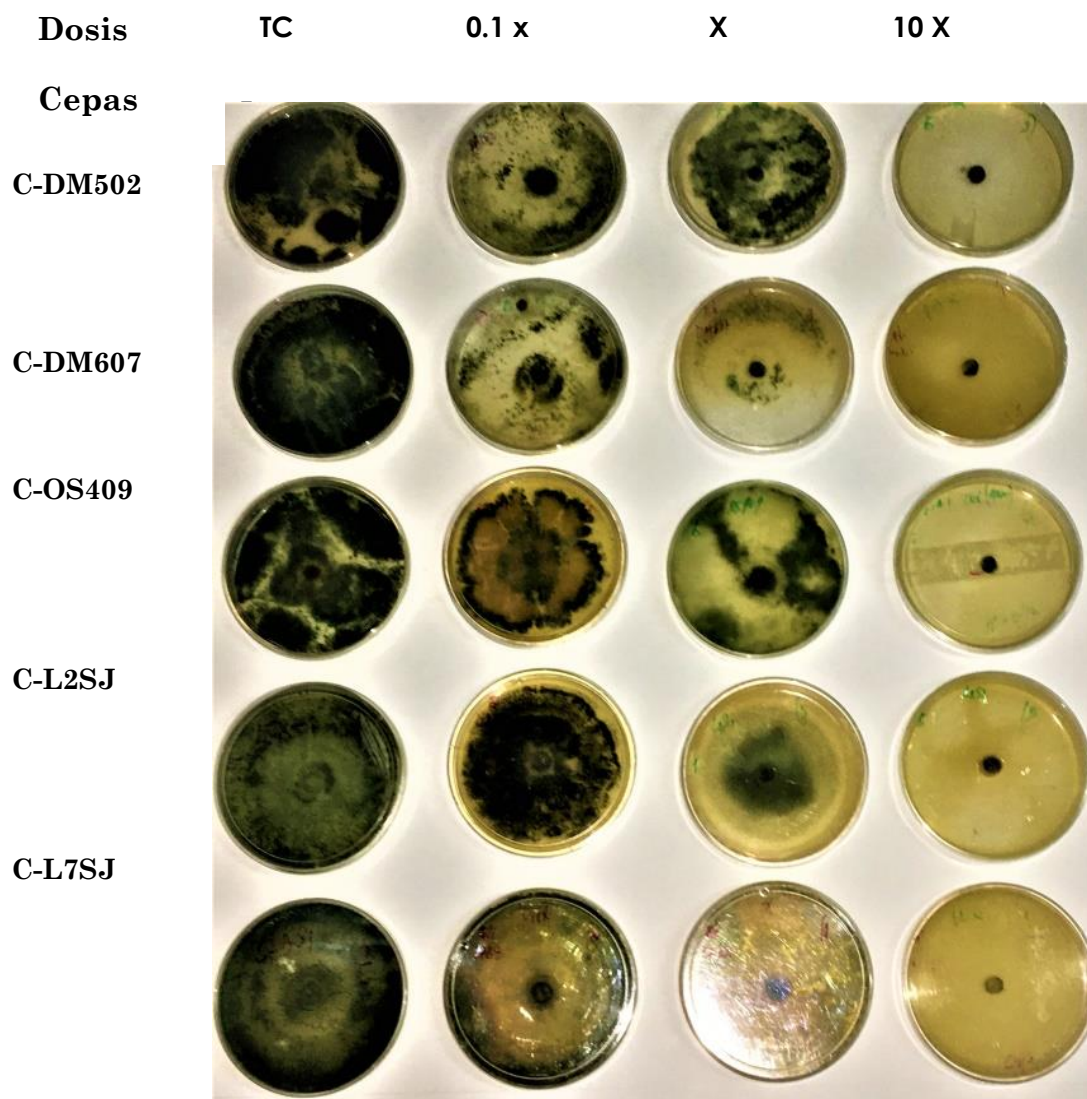


Figura 3. Efectos de distintas concentraciones del ingrediente activo Glifosato sobre el crecimiento micelial, de cinco cepas de *Trichoderma* spp a los siete días de la siembra en evaluaciones *in vitro*.

En la Figura 4 se pueden observar los porcentajes de inhibición de las distintas cepas de *Trichoderma* spp a diferentes dosis del herbicida Paraquat. A 0,1 de la dosis de uso, la cepa C-DM607 fue la que menor inhibición presentó, seguida de la cepa C-L2SJ, siendo ambas las más tolerantes a esta dosis respecto a las otras cepas ensayadas. Considerando la dosis de uso, las cepas C-DM 607 y C-DM502 fueron las que presentaron menor inhibición respecto al resto de las cepas. Cuando la dosis ensayada fue de 10 veces la dosis de uso, el porcentaje de inhibición fue alto (mayor al 85 %) y la cepa que presentó menor inhibición fue C-DM502, mientras que el resto de la cepas presentaron un porcentaje de inhibición superior al 95 % (Figura 4).

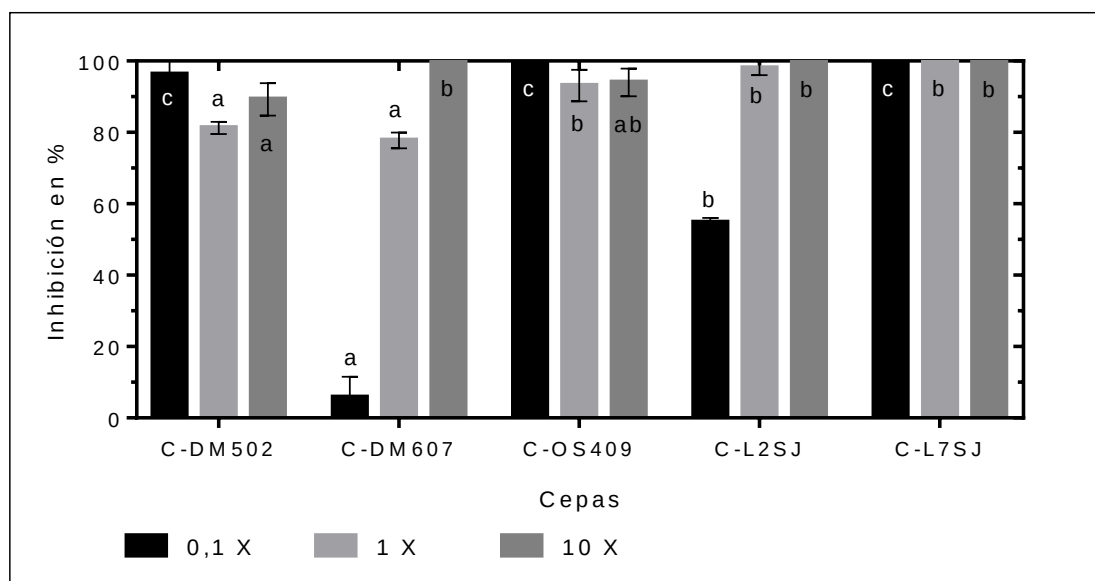


Figura 4. Porcentaje de inhibición de cinco cepas de *Trichoderma* spp a distintas dosis del principio activo Paraquat. Las barras indican el valor medio de las cinco repeticiones $\pm$ error estándar de la media. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test de Duncan ($p > 0.05$). Las comparaciones se realizaron entre las cepas para cada dosis ensayada.

En la Figura 5, se visualiza el crecimiento de las distintas cepas de *Trichoderma* spp en medios control (sin herbicidas) y con distintas concentraciones de Paraquat; al respecto, cabe destacar la coloración verde del medio de cultivo, producida por el herbicida.

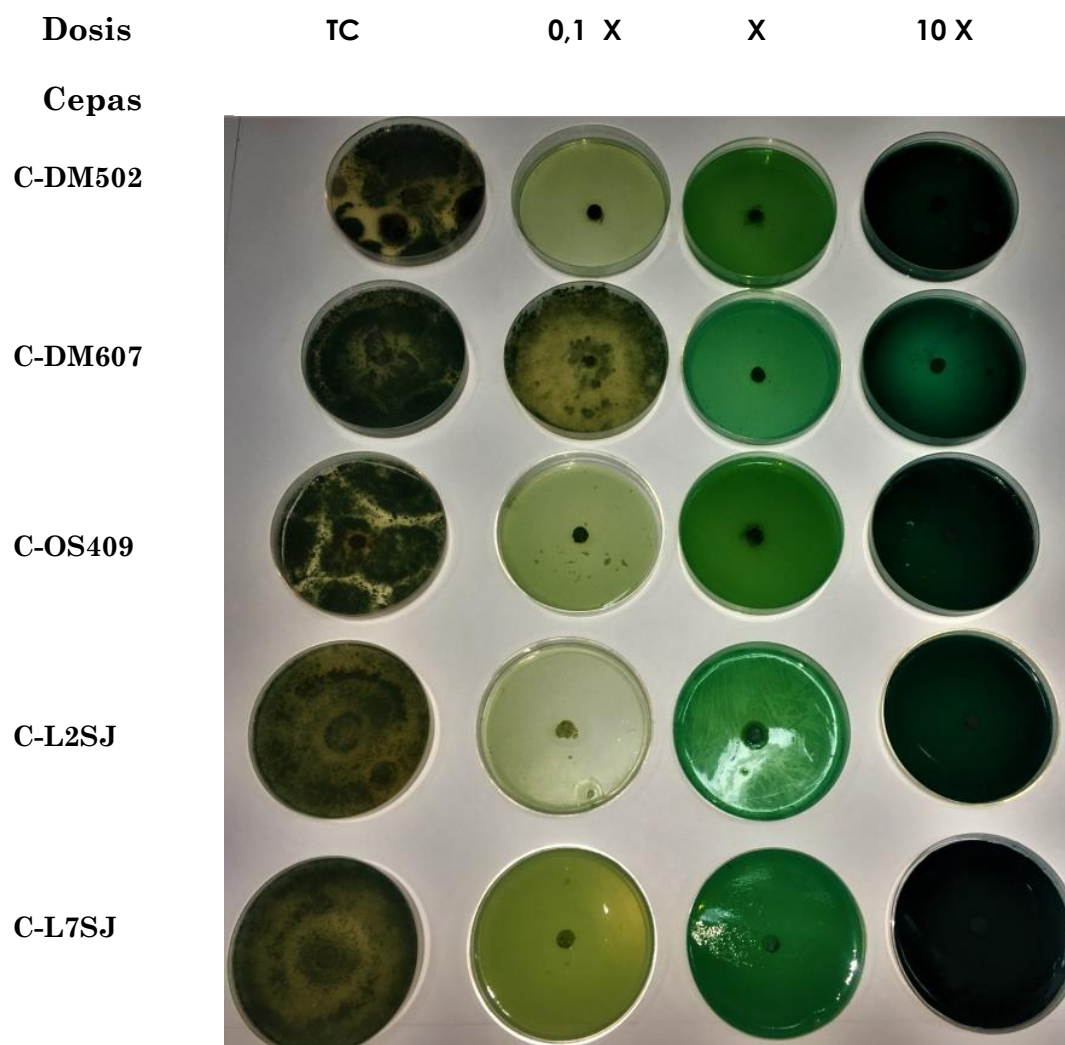


Figura 5. Efectos del herbicida Paraquat sobre el crecimiento micelial, de cinco cepas de *Trichoderma* spp a los siete días de la siembra en evaluaciones *in vitro*.

En la Figura 6, se puede diferenciar la inhibición del crecimiento micelial de las 5 cepas de *Trichoderma* spp expuestas a distintas dosis del herbicida Picloram.

A la dosis de 0,1 x la dosis de uso, las cepas C-DM607 y C-L7SJ fueron las que presentaron menos inhibición, mientras que C-OS409 presentó una baja inhibición la cual no se diferenció estadísticamente de las dos mencionadas anteriormente. A la dosis de uso, la inhibición del crecimiento micelial no varió significativamente entre las cepas, evidenciándose entre 62 y 78 % de inhibición.

A dosis 10 veces superiores a la de uso, la cepa que menor inhibición presentó fue C-L2SJ (80,5 %), seguida de C-L7SJ (86,5 %) y de C-DM502 (94,7 %), mientras que C-DM607 y C-OS409 presentaron 100 % de inhibición (Figuras 6 y 7).

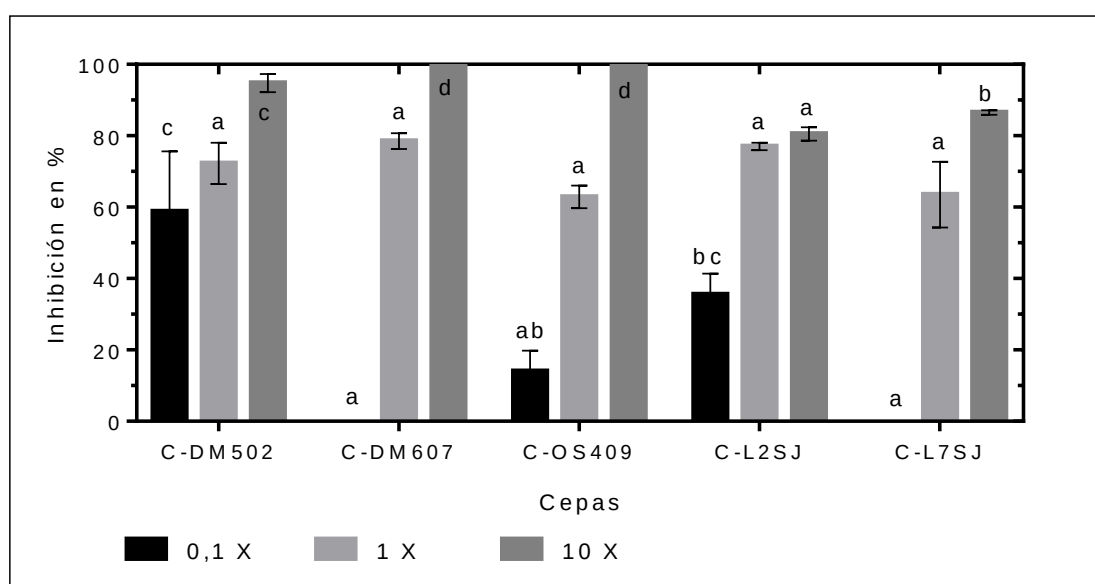


Figura 6. Porcentaje de inhibición de cinco cepas de *Trichoderma* spp a distintas dosis del principio activo Picloram. Las barras indican el valor medio de las cinco repeticiones $\pm$ error estándar de la media. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test de Duncan ($p > 0.05$). Las comparaciones se realizaron entre las cepas para cada dosis ensayada.

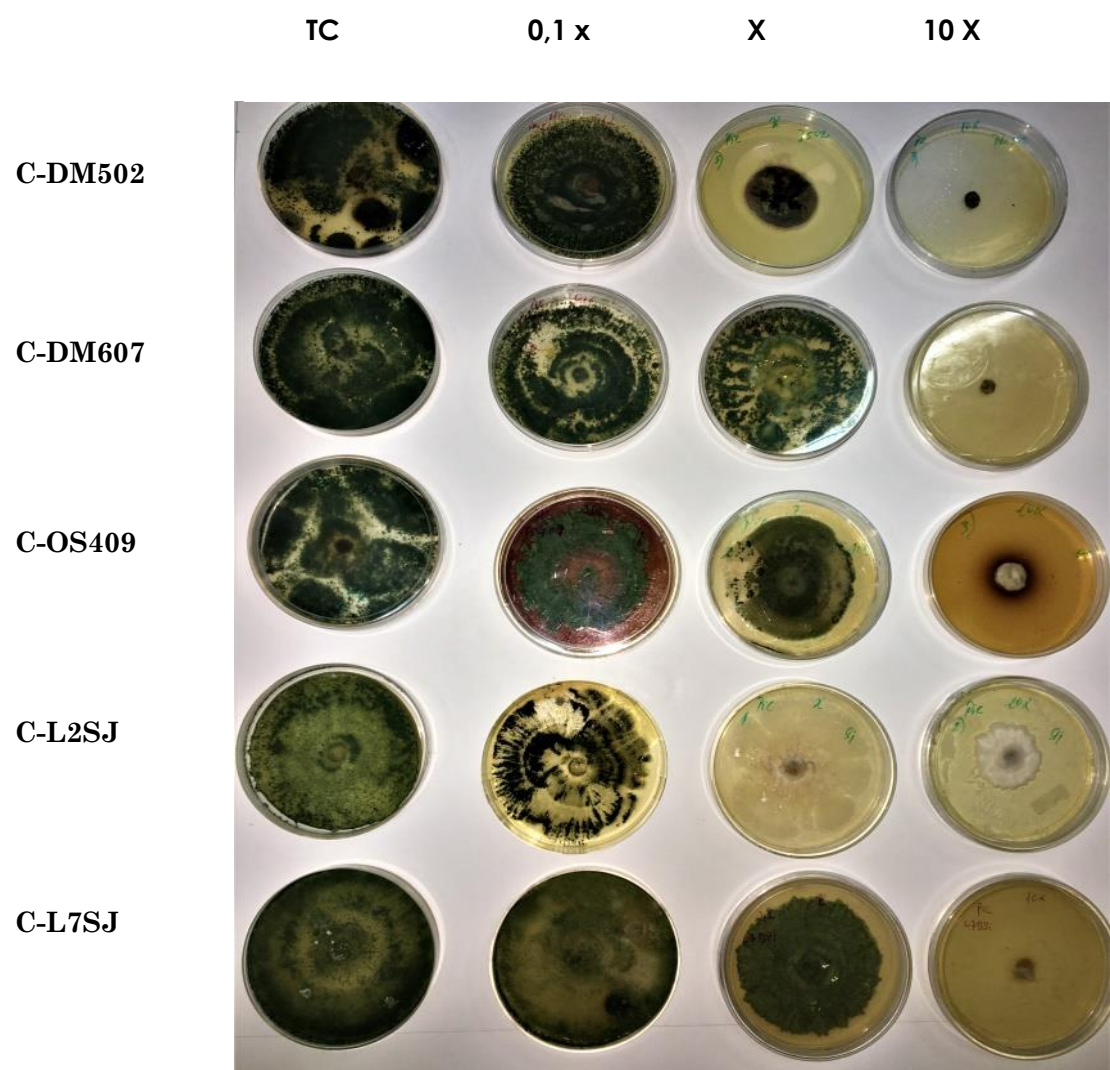


Figura 7. Efectos del herbicida Picloram sobre el crecimiento micelial, de cinco cepas de *Trichoderma* spp a los siete días de la siembra en evaluaciones *in vitro*.

Con respecto al efecto del herbicida hormonal 2,4-D, se visualiza la inhibición en el crecimiento micelial de las distintas cepas de *Trichoderma* en la Figura 8.

A la dosis más baja (0,1 X) las cepas C-DM607, C-OS409 y C-L2SJ fueron las que menor inhibición tuvieron (alrededor del 60%), lo cual se diferencia estadísticamente de las cepas C-L7SJ y C-DM502 en las cuales la inhibición fue del 79 y 100 % respectivamente.

Considerando la dosis de uso, las cepas C-OS409, C-L2SJ y C-L7SJ fueron las de menor inhibición, seguidas por C-DM607 y C-DM502. A la dosis de 10 veces la de uso (10 X) la inhibición de todas las cepas fue alta, cercana al 100 %, no encontrándose diferencias significativas entre las cepas (Figuras 8 y 9).

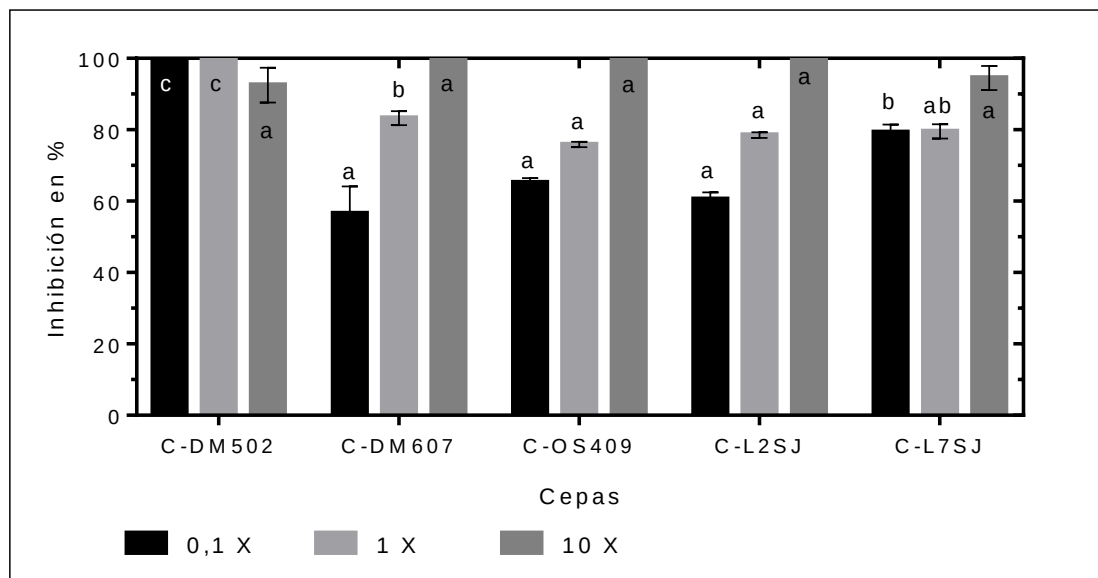


Figura 8. Porcentaje de inhibición de cinco cepas de *Trichoderma* spp a distintas dosis del principio activo 2,4-D. Las barras indican el valor medio de las cinco repeticiones $\pm$ error estándar de la media. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según el test de Duncan ($p > 0.05$). Las comparaciones se realizaron entre las cepas para cada dosis ensayada.

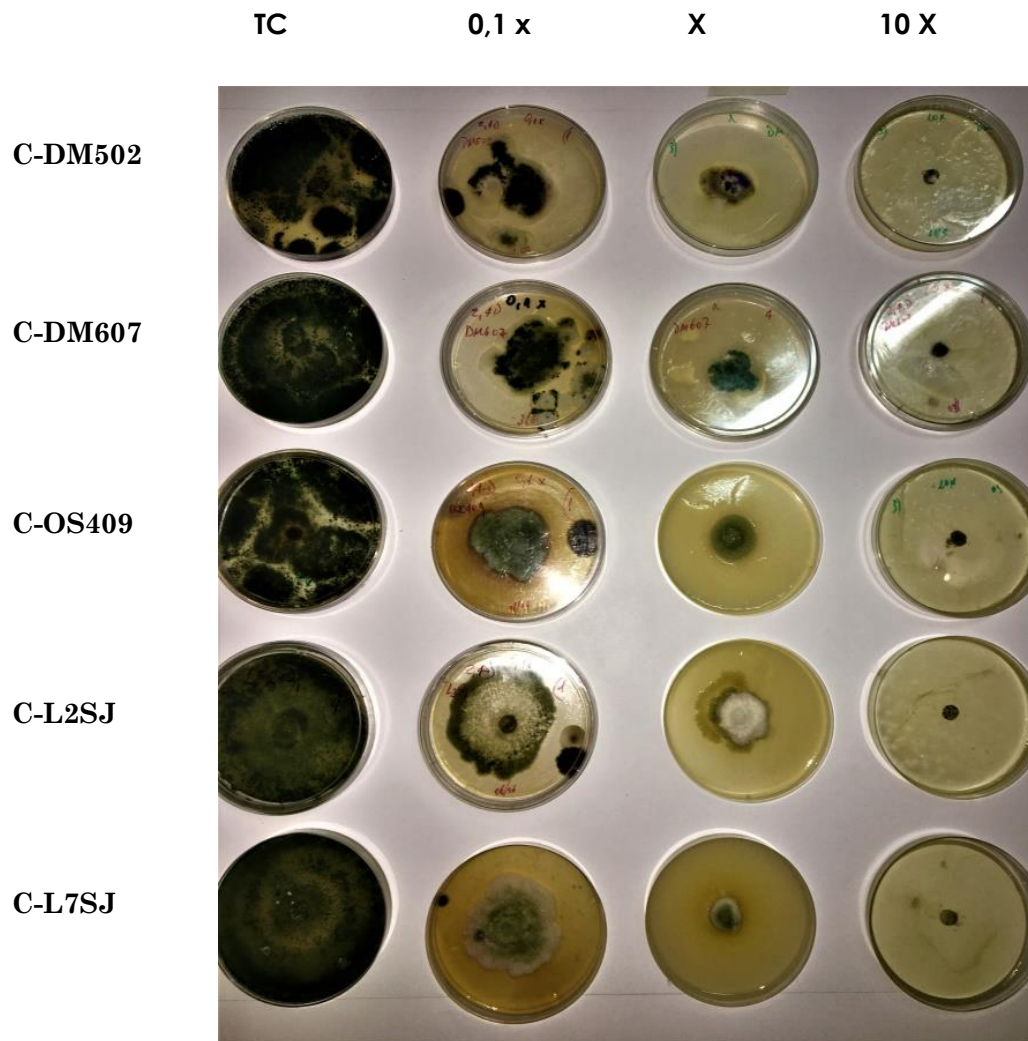


Figura 9. Efectos del herbicida 2,4-D sobre el crecimiento micelial de cinco cepas de *Trichoderma* spp a los siete días de la siembra en evaluaciones *in vitro*.

Las características culturales de las colonias que presentaron las diferentes cepas evaluadas variaron en cuanto a la forma de los bordes, la textura del micelio y la coloración en los distintos tratamientos respecto al testigo, evidenciándose el efecto de los herbicidas y dosis no solo en la inhibición del crecimiento, sino también en la forma y textura de la colonia (Figura 10).

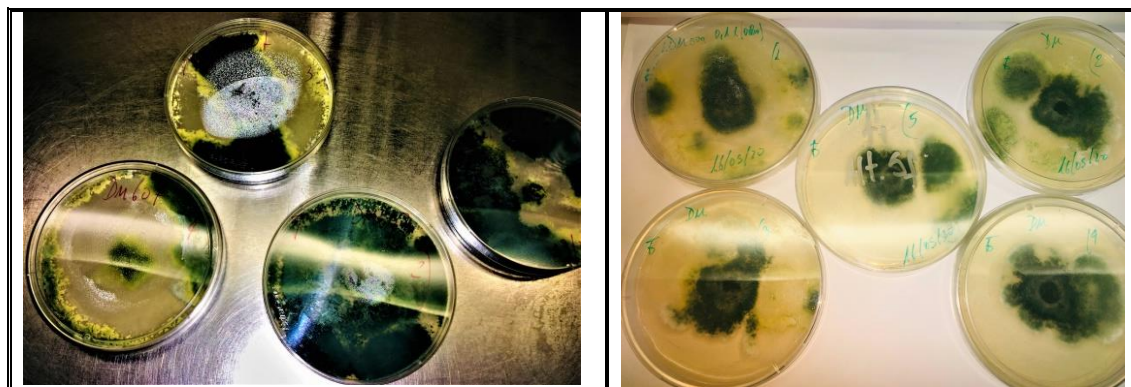


Figura 10. A) Ceba: C-DM607; Tratamiento control, cambios de tonos verde-amarillentos. B) Ceba: C-DM502; P.A.: Glifosato; T 0,1 X (dosis 0,8 ml), se notó un desarrollo de la colonia marcada por halos de gama amarilla seguido por el verde propio del género *Trichoderma*.

En la Tabla 3 se puede observar un resumen de la tolerancia a la inhibición -considerándose un valor umbral menor a 50 % de inhibición- de las diferentes cepas evaluadas a distintos herbicidas y concentraciones. Es así que tanto las dosis de 0,1 y la dosis de uso, no producen inhibición superior al 50 % en la mayoría de las cepas evaluadas. Para el caso de Paraquat, solo la cepa C-DM607 fue la que se inhibe menos de 50 % a la dosis de 0,1 X, lo que demuestra la alta inhibición producida por este herbicida y la tolerancia de esta cepa.

Considerando el herbicida Picloram la dosis de 0,1 X inhibe menos de 50 % en las cepas C-DM607; C-OS49; C-L2SJ y C-L7SJ, mientras que a dosis mayores ninguna cepa crece al 50 % de su potencial o más. Todas las concentraciones ensayadas del herbicida 2,4-D, produjeron inhibición superior al 50 % por lo cual deja en evidencia la alta toxicidad de este formulado para las cepas de *Trichoderma*, por lo cual habría que considerar el impacto de la incorporación de este herbicida en un planteo de control biológico de enfermedades que utilicen cepas de *Trichoderma*.

Tabla 3. Resumen de la tolerancia de las diferentes cepas de *Trichoderma* a los distintos herbicidas ensayados. Se consideró solo las cepas que fueron inhibidas menos de 50 % lo cual está representado por la X, mientras que las inhibiciones superiores están marcadas con (-).

Cepas	Glifosato			Paraquat			Picloram			2,4-D		
	0,1 X	1 X	10 X	0,1 X	1 X	10 X	0,1 X	1 X	10 X	0,1 X	1 X	10 X
C-DM502	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C-DM607	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
C-OS409	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
C-L2SJ	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
C-L7SJ	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-

En el presente estudio, se evaluó *in vitro* el efecto de cuatro herbicidas de uso común (Paraquat, Glifosato, 2,4-D y Picloram) sobre cinco cepas nativas del biocontrolador *Trichoderma* spp aislado de suelos arroceros. Los resultados obtenidos demostraron que los tratamientos *in vitro* con los herbicidas, inhibieron significativamente el desarrollo de las colonias de *Trichoderma*; sin embargo, dicho grado de inhibición estuvo estrechamente relacionado con las concentraciones utilizadas y los tipos de herbicidas. Con respecto al herbicida 2,4-D, las distintas cepas de *Trichoderma* también manifestaron un comportamiento diferenciado, similar a lo determinado por Jayaraj y Radhakrishnan (2000) y Reyes et al. (2012).

El herbicida Paraquat fue el que más afectó el crecimiento en las cepas a las tres concentraciones evaluadas, aunque existieron diferencias significativas entre estas en cuanto a los porcentajes de inhibición, para cada cepa por separado, coincidiendo con lo expresado por Harman (2003).

Las características culturales de las colonias de *Trichoderma* variaron respecto al testigo en los tratamientos en cuanto a la forma de los bordes, la textura del micelio y la coloración. El grado de susceptibilidad de los hongos a los herbicidas está relacionado con su capacidad para degradar y mantener concentraciones bajas del contaminante en el micelio (Chan Cupull et al. 2014).

Teniendo en cuenta las perspectivas de la agricultura y el desafío de producir alimentos para una población creciente con menos impacto ambiental, se deben realizar las pruebas de compatibilidad de productos químicos y biológicos, lo que resultará de gran importancia para el manejo eficaz de un sistema agrícola.

Los herbicidas que se utilizan comúnmente para controlar las malezas en diversos cultivos, pueden afectar a numerosos microorganismos del suelo que son responsables de numerosos procesos biológicos esenciales para la producción de los cultivos, o que poseen acción antagonista hacia patógenos de importancia económica. Algunos autores (Zain et al., 2013a, 2013b) determinaron que la aplicación de herbicidas al suelo causa impactos transitorios en el crecimiento de la población microbiana, cuando se aplica a la dosis recomendada o incluso tan alta como el doble (2X) de la tasa de aplicación recomendada. Entre las alteraciones causadas se mencionan los cambios en sensibilidad y tolerancia de los hongos saprobios del suelo hacia un plaguicida, lo cual causa una adaptación especie-cepa dependiente, lo que pudo haber ocurrido con la tolerancia a Paraquat de la cepa C-DM607.

El presente trabajo aporta información necesaria dentro del marco de una estrategia integrada de protección de plantas. De igual manera resalta la necesidad de conocer los plaguicidas químicos o compuestos metálicos a utilizar de manera de no afectar a cepas de *Trichoderma*

con potencial uso antagonista y las cuales se encuentran adaptadas al agroecosistemas en el cual se desea utilizar.

Por otro lado, la evaluación de aislamientos fúngicos nativos para tolerar y degradar a los herbicidas es primordial en la selección de cepas para futuras investigaciones encaminadas a la remediación de suelos contaminados con estos agentes químicos.

Conclusiones

El comportamiento de las cinco cepas de *Trichoderma* con los herbicidas utilizados fue similar a las concentraciones inferiores. Sin embargo, a medida que la concentración se incrementó, el nivel de tolerancia varió entre los herbicidas y cepas, lo que fue evidenciado a través de la inhibición del crecimiento micelial.

Los herbicidas 2,4-D, y Paraquat fueron los que mayor inhibición presentaron en comparación a los demás herbicidas ensayados por lo cual se debería considerar el impacto de su incorporación en un planteo de control biológico de enfermedades que utilicen cepas de *Trichoderma*.

Se encontraron diferencias respecto a la inhibición del crecimiento micelial producido por los distintos herbicidas en las diferentes cepas evaluadas. La cepa C-DM607 fue la que presentó la inhibición en presencia de los herbicidas Glifosato, Paraquat y Picloram por lo cual tendría un uso potencial como agente de control biológico en cultivos de arroz.

Bibliografía

- Argumedo-Delyra, R., Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R., Peña-Cabriales, J. P. 2009. El género fúngico *Trichoderma* y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos. Rev. Int. Contam. Ambient. 25 (4) 257-269.
- Burdyn, L, Gutiérrez, S.A., Kruger, D. 2016. Protección del cultivo. En: Capítulo X, p.:63-75. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas del Cultivo de Arroz. Eds. <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Paginas/GUIA.BPA.ARROZ.CTES%202016.pdf>.
- Castellanos González, L., Lorenzo Nicao, M.E., Muiño, B.L., Hernández Pérez, R., Guillen Sánchez, D. 2015. Efecto *in vitro* de plaguicidas comerciales sobre *Trichoderma harzianum* cepa A- 34. Rev. FCA UNCUIYO 47(2): 185-196.
- Chan Cupull, W., Heredia Abarca, G., Rodríguez Vázquez, R., Arias Mota, R.M. 2014. Toxicidad *in vitro* de los herbicidas atrazina y paraquat sobre el crecimiento vegetativo y la esporulación de hongos saprobios del suelo. Rev. Int. Contam. Ambie. 30 (4):393-406.
- Chakraborty, U., Sarkar, B., Chakraborty, B.N. 2003. Combined application of *Bradyrhizobium japonicum* and *Trichoderma harzianum* on root rot disease of soybean. J. Mycol. Pl. Pathol., 33: 21-25.
- Desai, S.A., Srikant, K. 2004. Effect of fungicides, insecticides and weedicides on the growth and sporulation of native *Trichoderma harzianum* Rifai. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 17:57-62.
- Duncan, D.R, Paxton, J.D. 1981. Trifluralin enhancement of *Phytophthora* root rot of soybean. Plant Dis 65:435-43.
- Dluzniewska, L. 2008. The effect of foliar fertilizers on the development and activity of *Trichoderma* spp. Polish J. of Environ. Stud. 17(6):869-874.
- Harman, G. 2003. *Trichoderma harzianum*, *T. viridis*, *T. koningii*, *T. hamatum* (Deuteromycetes: Moniliales). En: <http://www.ibun.unal.edu.co/r2r7e.html>.
- InfoStat versión 2017. Di Rienzo, F., Casanoves, F., Balzarini, M.N., Gonzales, L., Tablada, M. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Jaimes Suárez, Y.Y., Moreno Velandia, C.A., Cotes Prado, A.M. 2009. Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis*. Acta Biológica Colombiana 14(3):111.119.

- Jayaraj, J., Radhakrishnan, N.V. 2000. Tolerance of *Trichoderma harzianum* to certain herbicides *in vitro*. Indian Journal of Weed Science 32: 74-76.
- Meriles, J.M., Vargas Gil, S., Haro, R.D., March, G.J., Guzmán, C.A. 2006. Glyphosate and previous crop residue effect on deleterious and beneficial soil-borne fungi from peanut-corn-soybean rotation. J. Phytopathol. 154:309-316.
- Mondino P., Vero, S. 2006. Control Biológico de patógenos de plantas, Departamento de Publicaciones, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 158 p.
- Muiño, B.L., Sáenz, M., Stefanova, M., Pomas, A., Díaz, I. 2001. Compatibilidad de *Trichoderma* spp con plaguicidas y fertilizantes en el cultivo del tabaco. Fitosanidad 5(2):3-9.
- Pereira, J., Chaves, G., Zambilin, L., Matsuoka, K., Silva-Acuña, R., Ribeiro do Vale, F. 1996. Controle integrado de *Sclerotinia sclerotiorum*. Fitopatologia Brasileira, 21: 254–260.
- Reyes, Y., Infante, D., García-Borrego, J., Del Pozo, E., Cruz, A., Martínez, B. 2012. Compatibilidad de *Trichoderma asperellum* Samuels con herbicidas de mayor uso en el cultivo del arroz. Rev. Protección Veg. 27(1):45-53.
- Rollán, M. C., Mónaco, C., Lampugnani, G., Urrutia, M.I. 2015. Effects of post-emergent herbicides on *Trichoderma harzianum*, a potential biocontrol agent against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean cropping. Acta Agronomica Hungarica 55(3):355-362.
- Samaniego-Fernández, L.M., Harouna, M., Corbea, O., Rondón-Castillo, A.J., Placeres-Espinosa, I. 2018. Aislamiento, identificación y evaluación de cepas autóctonas de *Trichoderma* spp. antagonistas de patógenos del suelo. Rev. Protección Veg. 33(3):1-11.
- Santoro, P.H., Akimi Cavaguchi, S., Talita Moretto, S., Zorzetti, J., Oliveira Janeiro Neves, P.M. 2014. *In vitro* sensitivity of antagonistic *Trichoderma artroviride* to herbicides. Brazilian Archives of Biology and Technology 57(2):238-243.
- Sarkar, S., Narayanan, P., Premkumar, R., Balamurugan, A., Premkumar, R. 2010. The *in vitro* effect of certain fungicides, insecticides and biopesticides on mycelial growth of the control fungus *Trichoderma harzianum*. Turk J. Biol. 34:399-403.
- Schuster, A., Schmoll, M. 2010. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. Appl Microbiol Biotechnol. 87(3):787-799.
- Zain, M.N.M., Mohamad, R.B., Sijam, K., Mahbub, M., Awang, Y. 2013a. Effects of selected herbicides on soil microbial populations in oil palm plantation of Malaysia: a microcosm experiment. Afr. J. Microbiol Res. 7:367-374.

- Zain, M.N.M., Mohamad, R.B., Sijam K., Mahbub, M., Awang, Y. 2013b. Effect of selected herbicides in vitro and in soil on growth and development of soil fungi from oil palm plantation. *Int. J. Agric. Biol.* 15:820-826.
- Weaver, M.A., Krutz, L. J., Zablotowicz, R. M., Reddy, KN. 2007. Effect of glyphosate on soil microbial communities and its mineralization in a Mississippi soil. *Pest Manag. Sci.* 63:388-393.

Anexo I-Tabulación de los diámetros tomados a los 2; 5; 7 días posteriores a la siembra, Tablas A; B; C; D.

Ingrediente	Dosis (ml)												Testigo		
	(0.1X) 0.8				(X) 4				(10X) 40						
GLIFOSATO()															
TABLA A	Diámetro de colonia (cm)														
C-DM502	Días de control														
	2	5	7	Pro	2	5	7		2	5	7		2	5	7
	2	2,9	8	4	0,9	3	3	2					3	5,7	8
	1,5	2,9	3,5	3		2	2	2					2,5	5,8	8
	1,5	2,6	4,5	3		1,5	1,9	2	1,2	1,3	1,3	1	3,9	6,5	8
	1,4	2,4	3,6	2	1	1,1	2,1	1							
	1,3	2,5	4,2	3	1	1,9	2	2							
	3			3		2		2		1		1			
C-DM607	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	2,5	7,5	7,3	6	1,1	4,9	8	5					7,9	8	8
	2,6	5,5	2,2	3	1,4	2,1	2,6	2					7,8	8	8
	2,9	6,1	2,2	3	1,3	1,7	2,1	2					6,9	8	8
	2	3,4	2,1	3	1,4	1,8	3,4	2					7	8	8
	2	5,5	5,5	4	1,4	3,3	5,6	3					5,6	8	8
	4			4		3		3							
C-OS409	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,9	3,9	5,6	4	0,9	2,1	3,2	2					1,8	4	7
	1,8	3,7	5,3	4	0,8	2,2	3	2					1,9	3,3	7
	1,7	4	5,2	4	0,9	2,9	4,3	3					1,3	2,1	6
	1,6	2,7	3,9	3	0,9	2,3	3,2	2							
	1,5	2,1	3,3	2	0,8	2,3	3,7	2							
	3			3		2		2							
C-L2SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,7	4,4	5,8	4	1,1	1,8	2,1	2					1,2	3,3	8
	1,7	3,4	7,1	4	1,1	1,5	2	2					1,1	3,3	8
	2	4,9	6	4	1,1	1,8	2,6	2					1,1	3,5	8
	2	4,8	6,4	4	0,9	2	2,5	2							
	2	4,1	6,4	4	0,9	1,6	2,5	2							
	4			4		2		2							
C-L7SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	4,2	5,7	7	6	1,5	3,1	4,4	3					1,7,	3,5	8
	6	6	7	6	1,2	1,9	3,9	2					3	5	8
	4,2	7,1	8	6	1	1,7	2,,6	1					2,2	3,7	8
	3,1	5	6,7	5	1,4	2,6	3,6	3					2,6	4,07	8
	3,9	6,7	8	6	1	2,4	3,6	2							

Ingrediente	Dosis (ml)												Testigo		
	(0.1X) 0.8				(X) 4				(10X) 40						
PARAQUAT() TABLA B	Diámetro de colonia (cm)														
C-DM502	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
					1,1	1,5	1,6	1	1,4	1,6	1,6	2	3	5,7	8
					1,3	1,3	1,3	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	5,8	8
					1,1	1,9	2	2	1,1	1,1	1,1	1	3,9	6,5	8
					1,3	1,3	1,3	1							
					1,1	1,3	1,3	1							
	1,5	1,5	1,5	2	1,1	1,3	1,3	1							
	2				1				1						
C-DM607	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	3,4	7	8	6	0,9	1	2,2	1					7,9	8	8
	5,5	8	8	7	1	1,1	1,9	1					7,8	8	8
	4,4	8	8	7	0,8	1,1	1,2	1					6,9	8	8
	1,9	0,5	5,7	3	1	1,6	1,6	1					7	8	8
	6	8	8	7	1	1,9	2	2					5,6	8	8
	6				1										
C-OS409	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
					0,9	0,9	0,9	1	1,3	1,3	1,3	1	1,8	4	7
					1,5	1,5	1,5	2	0,8	0,8	0,8	1	1,9	3,3	7
													1,3	2,1	6
					1				1						
C-L2SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	2,1	3,1	3,5	3									1,2	3,3	8
	1	2,9	3,6	3									1,1	3,3	8
	4	3	3,6	4			0,8	1					1,1	3,5	8
	2,6	3,5	4	3											
	2,1	2,6	3,4	3											
	3				1										
C-L7BSJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
													1,7	3,5	8
													3	5	8
													2,2	3,7	8
													2,6	4,07	8

Ingrediente	Dosis (ml)												Testigo		
	(0.1X) 0,26			(X) 1,3			(10X) 13								
PICLORAM()															
TABLA C	Diámetro de colonia (cm)														
C-DM502	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,3	3,7	8	4	1	2,2	2,4	2					3	5,7	8
	1	5,2	2	3	1,1	1,1	1,3	1					2,5	5,8	8
	1	3,3	2,3	2	1,5	1,7	2	2					3,9	6,5	8
		4	2,9	3	1,5	3,1	3,9	3							
	1,1	5,9	4,2	4	1,2	1,4	1,5	1	1	1	1,1	1			
				3				2				1			
C-DM607	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	4,5	3,7	8	5	0,9	1	2,2	1					7,9	8	8
	2	8	8	6	1	1,1	1,9	1					7,8	8	8
	2,1	8	8	6	0,8	1,1	1,2	1					6,9	8	8
	2,4	6,2	8	6	1	1,6	1,6	1					7	8	8
	1,5	4	8	5	1	1,9	2	2					5,6	8	8
				5				1							
C-OSC409	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	2	4,7	6,3	4	1,2	1,9	2,4	2					1,8	4	7
	2,1	5,2	7,1	5	1,4	2,1	2,4	2					1,9	3,3	7
	1,9	3,3	4,1	3	1,1	1,7	2,3	2					1,3	2,1	6
	1,9	4	6,2	4	1,1	1,8	2,4	2							
	2,9	5,9	6,6	5	1,1	2,5	3,4	2							
				4				2							
C-L2SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,2	3,9	4,4	3	1,2	1,4	1,7	1	1	1,2	1,3	1	1,2	3,3	8
	1,1	3,6	6,2	4	1	1,3	2	1	1	1	1,2	1	1,1	3,3	8
	1,2	3,5	4,3	3	1	1,2	1,6	1	1,1	1,2	1,9	1	1,1	3,5	8
	1,6	3,7	4,5	3	1,2	1,4	1,9	2	1	1,1	1,9	1			
	1,5	4,5	6,4	4	1,2	1,9	2	2	1,2	1,2	1,5	1			
				3				1				1			
CL7SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	2,8	4,7	8	5	1,7	2,5	3,7	3	HIF	0,9	0,9	1	1,7,	3,5	8
	2,9	4	8	5	1,5	2,5	3,6	3	EN	0,8	1,1	1	3	5	8
	2,6	5	8	5	2	2,5	3,4	3	CRE		1,1	1	2,2	3,7	8
	2	6	8	5	1,9	2,9	3,9	3	HORI		1,2	1	2,6	4,07	8
	2,5	4,9	8	5						1,2	1,1	1			

Ingrediente	Dosis (ml)												Testigo		
	(0.1X) 0,6			(X) 3			(10X) 30								
24D()															
TABLA D	Diámetro de colonia (cm)														
C-DM502	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,9	2		2									3	5,7	8
	1,6	2,1		2					0,8	1	1,9	1	2,5	5,8	8
	0,9	2,2		2									3,9	6,5	8
	0,8	1,1		1											
	1,1	1,7		1											
				2								1			
C-DM607	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,8	2,6	2,7	2	0,9	1,1	1,9	1					7,9	8	8
	1,1	1,7	2,7	2	0,9	1	1	1					7,8	8	8
	1,2	2,1	2,9	2	0,8	1,1	1,4	1					6,9	8	8
	1,1	1,8	5,9	3	0,8	1,2	1,2	1					7	8	8
	1,2	1,9	3,2	2	0,9	1,3	1,2	1					5,6	8	8
				2				1							
C-OSC409	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	0,9	1,9	2,3	2	1,1	1,5	1,8	1					1,8	4	7
	0,8	1,9	2,5	2	0,9	1,3	1,7	1					1,9	3,3	7
	0,9	1,9	2,3	2	0,9	1,2	1,5	1					1,3	2,1	6
	1	2,1	2,5	2	1,1	1,9	1,7	2							
	1,1	1,9	2,5	2	0,8	1,4	1,7	1							
				2				1							
C-L2SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,1	2,2	3,5	2	1,1	1,5	1,8	1					1,2	3,3	8
	1,3	2,3	3,4	2	0,9	1,3	1,7	1					1,1	3,3	8
	1,1	2,1	2,7	2	0,9	1,2	1,5	1					1,1	3,5	8
	1,1	2,2	3,3	2	1,1	1,9	1,7	2							
	1,1	2,2	2,9	2	0,8	1,4	1,7	1							
				2				1							
C-L7SJ	Días de control														
	2	5	7		2	5	7		2	5	7		2	5	7
	1,2	1,3	1,9	1	1,1	1,3	1,3	1					1,7	3,5	8
	1,1	1,9	1,9	2	0,8	1	1,2	1					3	5	8
	1,1	1,3	1,6	1	0,9	1	1,9	1		1	1	1	2,2	3,7	8
	1,2	1,4	2	2	0,9	1	1,9	1		1,2	1,2	1	2,6	4,07	8
	1,2	1,3	1,8	1	1	1	1,9	1							

Anexo II-Análisis estadísticos

Principio activo Glifosato

Análisis de la varianza

0.1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0.1X	25	0.43	0.32	63.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5724.26	4	1431.07	3.81	0.0185
Cepas	5724.26	4	1431.07	3.81	0.0185
Error	7520.69	20	376.03		
Total	13244.95	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 376.0346 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.			
C-L7SJ	8.25	5	8.67	A		
C-L2SJ	20.75	5	8.67	A	B	
C-OS409	32.35	5	8.67	A	B	C
C-DM502	40.50	5	8.67		B	C
C-DM607	51.75	5	8.67			C

1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1X	25	0.39	0.26	26.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3028.82	4	757.21	3.14	0.0372
Cepas	3028.82	4	757.21	3.14	0.0372
Error	4825.08	20	241.25		
Total	7853.90	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 241.2540 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.			
C-DM607	45.75	5	6.95	A		
C-OS409	49.38	5	6.95	A	B	
C-L7SJ	54.75	5	6.95	A	B	C
C-L2SJ	70.75	5	6.95		B	C
C-DM502	72.50	5	6.95			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

10 X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10 X	25	0.17	0.00	3.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42.25	4	10.56	1.00	0.4307
Cepas	42.25	4	10.56	1.00	0.4307
Error	211.25	20	10.56		
Total	253.50	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 10.5625 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-DM502	96.75	5	1.45	A
C-L7SJ	100.00	5	1.45	A
C-OS409	100.00	5	1.45	A
C-L2SJ	100.00	5	1.45	A
C-DM607	100.00	5	1.45	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Principio activo Paraquat

Análisis de la varianza

0.1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0.1X	25	0.97	0.97	9.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34202.88	4	8550.72	175.40	<0.0001
Cepas	34202.88	4	8550.72	175.40	<0.0001
Error	975.00	20	48.75		
Total	35177.88	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.7500 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-DM607	5.75	5	3.12	A
C-L2SJ	54.75	5	3.12	B
C-DM502	96.25	5	3.12	C
C-OS409	100.00	5	3.12	C
C-L7SJ	100.00	5	3.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1X	25	0.76	0.71	6.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2002.49	4	500.62	16.05	<0.0001
Cepas	2002.49	4	500.62	16.05	<0.0001
Error	623.76	20	31.19		
Total	2626.26	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 31.1881 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-DM607	77.75	5	2.50	A
C-DM502	81.25	5	2.50	A
C-OS409	93.14	5	2.50	B
C-L2SJ	98.00	5	2.50	B
C-L7SJ	100.00	5	2.50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

10 X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10 X	25	0.40	0.28	6.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	477.25	4	119.31	3.38	0.0289
Cepas	477.25	4	119.31	3.38	0.0289
Error	706.76	20	35.34		
Total	1184.01	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 35.3380 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-DM502	89.25	5	2.66	A
C-OS409	94.00	5	2.66	A
C-L7SJ	100.00	5	2.66	B
C-L2SJ	100.00	5	2.66	B
C-DM607	100.00	5	2.66	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Principio activo Picloram

Análisis de la varianza

0.1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0.1X	25	0.65	0.58	86.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12801.24	4	3200.31	9.13	0.0002
Cepas	12801.24	4	3200.31	9.13	0.0002
Error	7009.84	20	350.49		
Total	19811.08	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 350.4919 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-L7SJ	0.00	5	8.37	A
C-DM607	0.00	5	8.37	A
C-OS409	14.26	5	8.37	A B
C-L2SJ	35.50	5	8.37	B C
C-DM502	58.75	5	8.37	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1X	25	0.29	0.15	16.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1077.26	4	269.32	2.02	0.1304
Cepas	1077.26	4	269.32	2.02	0.1304
Error	2667.49	20	133.37		
Total	3744.75	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 133.3745 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-OS409	62.90	5	5.16	A
C-L7SJ	63.50	5	5.16	A
C-DM502	72.25	5	5.16	A
C-L2SJ	77.00	5	5.16	A
C-DM607	78.50	5	5.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

10 X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10 X	25	0.88	0.86	3.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1487.25	4	371.81	36.39	<0.0001
Cepas	1487.25	4	371.81	36.39	<0.0001
Error	204.38	20	10.22		
Total	1691.63	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 10.2188 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-L2SJ	80.50	5	1.43	A
C-L7SJ	86.50	5	1.43	B
C-DM502	94.75	5	1.43	C
C-DM607	100.00	5	1.43	D
C-OS409	100.00	5	1.43	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Principio activo. 2,4 D

Análisis de la varianza

0.1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0.1X	25	0.82	0.78	11.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6272.56	4	1568.14	22.84	<0.0001
Cepas	6272.56	4	1568.14	22.84	<0.0001
Error	1373.03	20	68.65		
Total	7645.59	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 68.6515 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-DM607	56.50	5	3.71	A
C-L2SJ	60.50	5	3.71	A
C-OS409	65.23	5	3.71	A
C-L7SJ	79.25	5	3.71	B
C-DM502	100.00	5	3.71	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

1X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1X	25	0.91	0.89	3.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1855.78	4	463.94	51.81	<0.0001
Cepas	1855.78	4	463.94	51.81	<0.0001
Error	179.11	20	8.96		
Total	2034.89	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 8.9554 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-OS409	75.89	5	1.34	A
C-L2SJ	78.50	5	1.34	A
C-L7SJ	79.50	5	1.34	A
C-DM607	83.25	5	1.34	B
C-DM502	100.00	5	1.34	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

10 X

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
10 X	25	0.27	0.13	6.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	263.50	4	65.88	1.88	0.1539
Cepas	263.50	4	65.88	1.88	0.1539
Error	701.88	20	35.09		
Total	965.38	24			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 35.0938 gl: 20

Cepas	Medias	n	E.E.	
C-DM502	92.50	5	2.65	A
C-L7SJ	94.50	5	2.65	A
C-OS409	100.00	5	2.65	A
C-L2SJ	100.00	5	2.65	A
C-DM607	100.00	5	2.65	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)