
Eficacia de diez productos de protección para el control de *Botrytis* sp. en un cultivo de crisantemo (*Dendranthema* sp.) del Oriente antioqueño

Efficacy of ten protection products for the control of *Botrytis* sp. in chrysanthemum (*Dendranthema* sp.)

Andrés Felipe Guerra Quintero

Ingeniero agrónomo. Estudiante del doctorado en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Correo electrónico: andresguerraq@gmail.com.

Carlos L. Guerra

Magíster en Educación y Desarrollo Humano. Médico veterinario. Zootecnista. Docente de la Universidad Católica de Oriente (Rionegro, Antioquia, Colombia). Miembro del grupo de investigación Giaz de la misma universidad.

ORCID: [0000-0002-9657-6359](https://orcid.org/0000-0002-9657-6359).

Correo electrónico: cguerra@uco.edu.co.

Cómo citar este artículo:

Guerra Quintero, A. F. & Guerra, C. L. (2020). Eficacia de diez productos de protección para el control de *Botrytis* sp. en un cultivo de crisantemo (*Dendranthema* sp.) del Oriente antioqueño. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 31(46), 26-46.

Resumen

Dentro de la floricultura colombiana, el cultivo de crisantemo es uno de los más importantes, especialmente en el departamento de Antioquia donde es la flor más exportada. Debido a esto, importantes precauciones deben ser tomadas a la hora de cultivar las plantas, especialmente en la parte fitosanitaria. Dentro de los microorganismos que mayores problemas causan al crisantemo está *Botrytis* sp., causante del Moho Gris. Con el fin de buscar soluciones a la mencionada situación, se realizó un estudio en el cual se evaluó la capacidad protectora de 10 fungicidas (Polar 50 %, Altivo Extra, Águila, Timorex, Rutel, ADN Gard, Ecoswing, *Trichoderma* sp., Switch, y Minardi) en esquejes de crisantemo, en la empresa Flores Silvestres S.A. Para esto, se sembraron tres bandejas de 112 esquejes por tratamiento, usando la variedad susceptible *Handsome*, y realizando un día después de la siembra la aspersión con cada producto. Las bandejas se ubicaron en el bloque de confinamiento de la empresa, lugar con alto inóculo natural de *Botrytis* sp. Para el estudio, se generó una escala de severidad que permitiera la lectura adecuada de síntomas y signos. Las variables medidas fueron: porcentaje de plantas sanas por bandeja, valoración según la escala de severidad generada, y porcentaje de control de la esporulación. Los resultados indican que los productos Switch y Polar 50 % son los que mejor protegen los esquejes contra el ataque de *Botrytis* sp., seguido de los productos ADN Gard y Ecoswing. Los demás productos presentan un control regular, siendo adecuados para un plan de rotación de fungicidas.

Palabras clave

Botrytis, Crisantemo, protección, escala de daño.

Abstract

Within the Colombian floriculture, Chrysanthemum cultivation is one of the most important, especially in the department of Antioquia, in which it is the most exported flower. Because of this, important precautions must be taken when cultivating plants, especially in the phytosanitary part. In the microorganisms that cause greater problems to the Chrysanthemum, there is *Botrytis* sp., causing the gray mold. To look for solutions to the above situation, a study was carried out, which evaluated the protective capacity of 10 fungicides (Polar 50 %, Altivo Extra, Águila, Timorex, Rutel, ADN Gard, Ecoswing, *Trichoderma* sp., Switch and Minardi) in Chrysanthemum cuttings, in the company Flores Silvestres S.A. For this, three trays of 112 cuttings were sown by treatment, using the susceptible variety Handsome, making the sprinkling of each tray one day after the sowing. The trays were located in the confinement block of the company, a place with a high natural *Botrytis* sp. inoculum. For this study, a severity scale was generated that would allow the proper reading of symptoms and signs. The measured variables were: healthy plants percentage per tray, valuation according to the severity scale generated, and the sporulation control percentage. The results indicate that the products Switch and Polar 50 % are the ones that best protect the cuttings against the attack of *Botrytis* sp., followed by the products ADN Gard and Ecoswing. The other products present a regular control, being suitable for a fungicide rotation plan.

Key words

Botrytis, Chrysanthemum, protection, scale of damage.

Introducción

Durante las últimas décadas, la floricultura colombiana se ha logrado posicionar dentro de los mercados internacionales. La competitividad del sector ha llevado a producir flores de alta calidad, lo cual ha convertido al país en el segundo exportador a nivel global (Manrique *et al.*, 2014).

El sector floricultor colombiano posee ciertas ventajas comparativas y competitivas que lo convierten en un importante actor en el mercado global de flores. Algunas de estas características son la ubicación geográfica, la luminosidad, el clima tropical y la topografía, y en algunas regiones del país son claves en el proceso de producción, pues permiten que el cultivo sea de calidad, diverso en las especies y tamaños, y con colores intensos. Estos elementos ayudan a mantener una estabilidad en el proceso productivo a lo largo del año, permitiendo desarrollar ventajas frente a competidores internacionales, que deben hacer uso de invernaderos y sistemas artificiales de producción, los cuales finalmente encarecen el precio del producto (Manrique *et al.*, 2014).

El cultivo de crisantemo es uno de los cultivos de flor de corte de mayor importancia en Colombia. Su producción está mayoritariamente orientada, en un 98 %, a la exportación, ya que la mayoría de los cultivos se establecen con este

fin. Así, la totalidad de zonas que se dedican a la exportación poseen toda la infraestructura necesaria para un crecimiento rápido y sano de la flor, libre de plagas y enfermedades que puedan ser impedimento para la exportación del material (Pardo, 2009).

La flor del crisantemo se produce de forma tardía en su ciclo de vida cuando la máxima inversión monetaria ha sido hecha por el cultivador. Debido a eso, si la venta de las flores es la principal entrada de dinero, todas las precauciones se deben tomar para preservar la calidad de la flor (Singh y Milne, 1974). Entre estas está la lucha contra las pérdidas causadas por problemas fitosanitarios.

Una de las enfermedades más conocidas en crisantemo es el moho gris, cuyo agente causal es el hongo *Botrytis cinerea*, el cual es un hongo fitopatógeno con estilo de vida necrofílico (Fekete *et al.*, 2011). Este organismo causa un daño extensivo en condiciones de pre y poscosecha, y se sabe que infecta a más de 200 especies de plantas alrededor del mundo (Williamson *et al.*, 2007). *B. cinerea* no posee hospederos específicos, y su virulencia varía dependiendo del hospedero (Derckel *et al.*, 1999).

Así, esta enfermedad se vuelve importante para los cultivos de flores bajo invernadero, causan-

do moho gris, manchas foliares y podredumbre. Debido a esto, las flores pueden resultar dañadas antes de la cosecha, pero en general la enfermedad es más importante en el periodo de poscosecha (Magie, 1963). La enfermedad es especialmente dañina cuando las flores se cultivan en áreas abiertas con condiciones invernales de alta humedad.

La enfermedad del moho gris es encontrada principalmente en zonas templadas, pero puede ocurrir en cualquier lugar donde se encuentren plantas susceptibles (Chase, 2000). La susceptibilidad al moho gris de los órganos de las plantas, especialmente flores y frutos, incrementa con la edad y la madurez. Los factores que aceleran la senescencia, como el etileno, incrementan la susceptibilidad, mientras que aquellos que la disminuyen, como el calcio, citoquininas y giberelinas, aumentan la resistencia (Elad, 1997).

Esta enfermedad es más seria cuando las temperaturas están entre los 2 y los 7 °C, poca circulación del aire, altas humedades, y un lento crecimiento de las plantas son factores que contribuyen a generar brotes de *Botrytis* sp. (Chase, 2000). Una vez se ha introducido el patógeno en los cultivos, puede sobrevivir en sustrato orgánico, hojas muertas caídas, y en diversos tejidos de plantas que son componente de la biota del filoplano, esto debido a que forma estructuras de latencia, como son los esclerocios (Molina, Zaldúa, González y Sanfuentes 2002).

La enfermedad del moho gris es de difícil control, por lo que son necesarias diferentes medidas para su manejo, medidas como el control biológico, la aplicación de fungicidas protectores y

sistémicos, el manejo de residuos poscosecha, así como adecuadas técnicas de almacenamiento, realización oportuna de prácticas culturales, y el uso de variedades resistentes. Los avances en estas medidas han llevado a mejorar, en una gran medida, el manejo y control de la enfermedad (Clavijo y Cruz, 1997).

El control químico del moho gris se realiza principalmente en las etapas antes y después de la cosecha, y a pesar de que sigue siendo la principal forma de disminuir su incidencia, ha limitado la eficacia en el control de la enfermedad. Esto es debido a que ya se ha generado resistencia en las poblaciones de *B. cinerea* a varias familias de botricidas, donde se incluyen los benzimidazoles, los fenilcarbamatos y las dicarboximidias (Leurox, 2007; Elad y Stewart, 2007; Nobre *et al.*, 2006).

La aplicación de fungicidas en la etapa de floración es el método de control más usado contra *Botrytis* sp. en diferentes cultivos (Helbing, 2001). Principalmente, porque en esta fase la planta es más susceptible al ataque. La mayor parte de estos fungicidas se usan de forma preventiva, siendo un programa regular de aspersiones con productos preventivos la mejor estrategia de control (Montaño, 2005).

Hoy en día se presenta un problema de persistencia del moho gris en los cultivos de flores, como crisantemo, con una apreciación negativa del público sobre el uso de fungicidas químicos por los riesgos toxicológicos que sus residuos pueden ocasionar a la salud humana y el ambiente (Yong, 2004).

Por esto, el esfuerzo se encamina a buscar estrategias para la producción de flores sanas que cubran la demanda de adquisición, influenciadas tanto por las formas, tamaños, colores y aromas de las flores, como por el menor uso de agroquímicos como agentes de protección, fertilizantes y energía (Agrios, 2005).

En los últimos años, se ha venido intensificando la prospección de alternativas inocuas que permitan controlar adecuadamente las enfermedades poscosecha asociadas a *B. cinerea*. Es importante mencionar que existen experiencias como el uso de tratamientos térmicos (Fallik *et al.*, 1993), la inmersión en soluciones de bicarbonato potásico (Bombelli y Wright, 2006), y el empleo de agentes de control biológico (Kalogiannis *et al.*, 2006).

Bigre (1990) menciona que pulverizaciones de *Trichoderma harzianum* tuvieron cierto efecto contra *B. cinerea*, teniendo un control menor al presentado con el producto Iprodione. El uso de productos biológicos se vuelve una alternativa al control químico, pues es más ecológico, pero tienen el problema de tener una menor eficacia, la cual dependerá mucho de las condiciones ambientales.

Hua Chen (2007) demostró que *Bacillus subtilis* inhibe significativamente la germinación de esporas y la elongación de los tubos germinativos de *B. cinerea* en un ensayo *in vitro*, usando placas Petri con agar. Igualmente, Touré, Ongena, Jacques y Tidiane (2004) hicieron ensayos donde aisló la bacteria de frutos de fresa, realizando siembras en medio de cultivo PDA a 20 °C junto con patógenos fungosos para observar el gra-

do de desarrollo de antagonismo con cada uno. Se observó entonces que el porcentaje de inhibición del crecimiento de *B. cinerea* fue del 70 %.

Con base en esto, se buscó realizar un estudio cuyo objetivo principal fue evaluar la eficacia que poseen diversos productos en la protección de plantas de crisantemo contra el hongo *Botrytis* sp.

Materiales y métodos:

Localización del estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la empresa Flores Silvestres S. A., localizada en el municipio de El Carmen de Viboral, departamento de Antioquia, Colombia, en el laboratorio de Biorregulación y Manejo Integrado de Plagas, así como en el área de confinamiento.

Metodología general

Para el control de *Botrytis* sp. existe una amplia gama de productos químicos y biológicos, de los cuales se presentan diferentes niveles de eficacia en su protección. Para poder determinarla, se siguió un proceso lógico, el cual se menciona a continuación:

Obtención de la cepa del hongo:

Inicialmente, se comenzó con la recolección de material vegetal con la sintomatología característica de infección por *Botrytis* sp., seleccionando la variedad susceptible *Handsome*, del tipo pompón, como el material para realizar los ensayos.

Posteriormente, este se transportó hasta el laboratorio de Biorregulación y Manejo Integrado de Plagas de la empresa Flores Silvestres S. A., don-

de se realizó el proceso de aislamiento. Para esto, se usaron cámaras húmedas (características: Material de plástico, estériles, con servilletas húmedas en el fondo, y cerradas), dejando el material vegetal en su interior hasta obtener esporulación.

Luego de esto, se tomó parte del micelio para realizar su siembra en cajas de Petri con agar PDA, incubando por 5 días a 20 °C, con estos aislamientos se realizaron pases a agar PDA para obtener cepas puras (incubación durante 5 días a 20 °C).

Escala de lectura:

Como herramienta dentro del estudio, se generó una escala de daño de *Botrytis*, usando esquejes de material Radiante, tipo pompón, colocando dos por cámara húmeda.

Este material se asperjó con una solución de *Botrytis* preparada a partir de los aislamientos previamente obtenidos. Así, se desprendió parte del micelio (de 5 días) para depositarlo en un mortero estéril. Luego, se realizó la adición de 10 ml de agua estéril para obtener una suspensión, realizando entonces conteo de conidios con la Cámara de Neubauer. Con esto, se ajustó la concentración de la solución a 1×10^5 conidios/ml.

Teniendo la solución, el material se asperjó y se dejó incubar a 20 °C en el día, y a temperatura

ambiente en la noche. Tras 24, 48, 72 y 96 horas, se realizó la lectura del material, tomando fotografías ajustadas a la siguiente escala teórica de lectura:

- ✓ **Grado 0:** Material sin síntomas de afección por *Botrytis*.
- ✓ **Grado 1:** < 25 % del material con síntomas de afección por *Botrytis*.
- ✓ **Grado 2:** 26–50 % del material con síntomas de afección por *Botrytis*.
- ✓ **Grado 3:** 51–100 % del material con síntomas de afección por *Botrytis*.
- ✓ **Grado 4:** < 50 % del material esporulado.
- ✓ **Grado 5:** 51-100 % del material esporulado.

*Evaluación de la eficacia de productos protectantes contra *Botrytis* sp.:*

Para la evaluación, se implementó una gama de productos diversos, que van desde químicos, extractos biológicos, hasta agentes microbianos. Cada uno de estos productos corresponde a un tratamiento usado; igualmente, se tuvo un tratamiento como testigo relativo, en el cual no se hizo la aplicación de ninguna clase de producto. La tabla 1 resume los productos evaluados:

Tabla 1. Tratamientos implementados en el estudio.

Tratamiento	Forma	Dosis	Ingrediente Activo
T1–Polar 50 %	Químico	0,3 g/L	Complejo Polioxin

T2–Áltivo Extra	Químico	1 ml/L	Fenhexamida Fludioxonil
T3–Águila	Químico	1,5 g/L	Metiram
T4–Timorex	Biológico	2 ml/L	Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i>
T5–Rutel	Químico	2 ml/L	Polioxin B
T6–ADN Gard	Biológico	1,5 ml/L	CaO, Zn, Mg soluble en HCl, AA org.
T7–Ecoswing	Biológico	1,5 ml/L	Extracto de <i>Swinglea glutinosa</i>
T8 – <i>Trichoderma</i>	Biológico	1 ml/ L	<i>Trichoderma</i> sp.
T9 – Switch	Químico	0,6 g/L	Fludioxonil Ciprodinil
T10–Minardi	Químico	0,7 g/L	Boscalid Ciprodinil
T11–Testigo Relativo	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia.

Como material de evaluación, se hizo uso de esquejes de crisantemo tipo pompón, variedad susceptible *Handsome*, material que no había sido previamente tratado con ningún tipo de producto. Así, se realizó la siembra de bandejas de 112 esquejes, las cuales se colocaron en el bloque de confinamiento de la empresa Flores Silvestres S. A., área con condiciones de alta humedad y temperatura ideales para el desarrollo de la enfermedad.

Para cada tratamiento en el estudio, se realizaron tres repeticiones, tres bandejas por cada uno. Esto llevó a que se tuvieran once tratamientos con tres repeticiones cada uno. Un día después de la siembra, se realizó la aspersión de las bandejas correspondientes con cada uno de los productos protectantes según el tratamiento. Para este estudio, no se realizó la aspersión del ma-

terial con solución de *Botrytis* sp., esto debido a que el bloque de confinamiento presentaba naturalmente una carga de inóculo del hongo lo suficientemente alta para ser significativa en el estudio. Igualmente, se realizó la observación de la capacidad infectiva del inóculo en el área de estudio, principalmente con las bandejas con el tratamiento testigo, considerando así la presencia de infección como señal de confiabilidad del presente trabajo.

Cinco días después de la aspersión con los productos fungicidas, se realizó la lectura del material usando la escala de lectura previamente organizada, observando síntomas y signos de la enfermedad. Así, cada esqueje en cada bandeja se observó detalladamente, anotando el grado de daño que se presentaba.

Además, se evaluó el porcentaje de control de la esporulación de cada tratamiento, usando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Control} = \frac{\text{No. total esquejes grados 4 - 5} - \text{No. total esquejes grados 4 - 5 testigo relativo tratamiento}}{\text{No. total esquejes grados 4 - 5 testigo relativo}} \times 100$$

Ecuación 1

Para el análisis de los datos, se hizo uso de la estadística descriptiva, complementando con análisis de varianza usando el programa R-Project® para determinar si existen diferencias significativas, y usando el test de Tukey para discernir las diferencias.

Resultados y discusión

Escala de daño

Usando la metodología propuesta, se generó la escala de daño para esquejes de crisantemo, la cual se expone en las figuras 1-6.

Con esta escala, es posible apreciar la forma de evolución de la infección causada por el hongo *Botrytis* sp., comenzando con leves manchas en las hojas de los esquejes, las cuales van avanzando por los tejidos hasta necrosarlos completamente. Posteriormente continuará el proceso de esporulación del hongo, donde el material vegetal se llenará de conidióforos con alta cantidad de conidias.



Grado 0: Esquejes sin afección por *Botrytis* sp.



Grado 1: Esquejes con 0.25 % del área con afección por *Botrytis* sp.



Grado 2: Esquejes con 26.50 % del área con afección por *Botrytis* sp.



Grado 3: Esquejes con 51 100 % del área con afección por *Botrytis* sp.



Grado 4: Esquejes con 0 50 % de esporulación.



Grado 5: Esquejes con 50 100 % de esporulación.

Figuras 1-6. Grados de la escala de severidad para esqueje de crisantemo.

Fuente: Elaboración propia.

Estas observaciones coinciden con el comportamiento habitual del hongo en la naturaleza, lo que permite que la escala de severidad obtenida sea adecuada y usable en la práctica.

Evaluación de la eficacia de PPC contra Botrytis

Usando la escala de daño, se obtuvo el número total de esquejes en cada uno de los grados de afección y/o esporulación, datos que se exponen en la tabla 2. En el anexo 1 se puede ver los esquejes observados en las diferentes bandejas de los tratamientos.

Tabla 2. Número de esquejes totales obtenidos para cada repetición según los grados de la escala de lectura.

		Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
T1-Polar 50 %	R1	96	15	-	-	-	-
	R2	92	17	2	-	-	-
	R3	86	23	2	1	-	-
	Total	274	55	4	1	=	=

T2–Altivo Extra	R1	88	22	1	-	1	-
	R2	91	19	1	-	1	-
	R3	77	32	1	-	2	-
	Total	256	73	3	=	4	=
T3–Águila	R1	74	32	3	1	2	-
	R3	89	20	2	-	-	-
	R4	88	17	1	-	4	-
	Total	251	69	6	1	6	=
T4–Timorex	R1	91	16	4	-	1	-
	R2	83	29	-	-	-	-
	R3	95	16	1	-	-	-
	Total	269	61	5	=	1	=
T5–Rutel	R1	81	29	1	-	1	-
	R2	83	27	1	-	1	-
	R3	80	25	6	-	1	-
	Total	244	81	8	=	3	=
T6 – ADN Gard	R1	85	25	1	-	-	-
	R2	93	14	2	-	1	-
	R3	91	19	1	-	-	-
	Total	269	58	4	=	1	=
T7–Ecoswing	R1	94	16	2	-	-	-
	R2	91	19	2	-	-	-
	R3	83	29	-	-	-	-
	Total	268	64	4	-	-	-
T8–Trichoderma	R1	88	15	5	-	2	-
	R2	93	16	1	-	2	-
	R3	81	29	1	-	-	-
	Total	262	60	7	-	4	-
T9–Switch	R1	95	13	3	-	-	-
	R2	101	8	2	-	-	-
	R3	90	20	2	-	-	-
	Total	286	41	7	-	-	-
T10–Minardi	R1	78	31	1	-	-	-
	R2	82	29	-	-	-	-
	R3	96	16	-	-	-	-
	Total	256	76	1	-	-	-
T11–Testigo Relativo	R1	73	31	2	-	6	-
	R2	73	31	2	-	5	-
	R3	61	41	2	-	7	-
	Total	207	103	6	-	18	-

Fuente: Elaboración propia.

Para un mejor entendimiento de los datos, las figuras 7 y 8 resumen los valores más significativos encontrados.

En la figura 7, se puede apreciar el porcentaje total de plantas sanas por tratamiento, siendo que el testigo relativo es el que obtiene el menor valor, 61,98 %, a diferencia de Switch, el cual obtiene un valor de 85,63 %. Tratamientos como Polar 50 % (82,04 %), ADN Gard (81,02 %) y Timorex (80,06 %), igualmente obtuvieron un porcentaje de plantas sanas altos, mientras que los demás obtuvieron valores más regulares, que oscilan entre 70 y 80 %.

Dentro de la evaluación, es importante que el tratamiento tenga la capacidad de proteger efectivamente el material tratado, siendo los primeros mencionados los que mejor cumplen con esta función.

En la figura 8, se aprecian los porcentajes que cada tratamiento obtuvo según los cinco grados de severidad organizados. En general, todos los tratamientos obtuvieron mayores valores en grado 1, con bajos porcentajes en los demás. Este resultado es muy adecuado, pues permite decir que cada tratamiento permite reducir las altas afecciones del material, así como la esporulación. Igualmente, cada uno presenta diferencias.

Así, el testigo relativo, más los tratamientos de Minardi, Rutel y Altivo Extra son los que mayor porcentaje presentaron en grado 1, con la peculiaridad de que Minardi no presenta esporulación. Tratamientos como Altivo Extra, Águila, Timorex, Rutel, ADN Gard y *Trichoderma* presentan esporulación, lo que resta en su capacidad protectora.

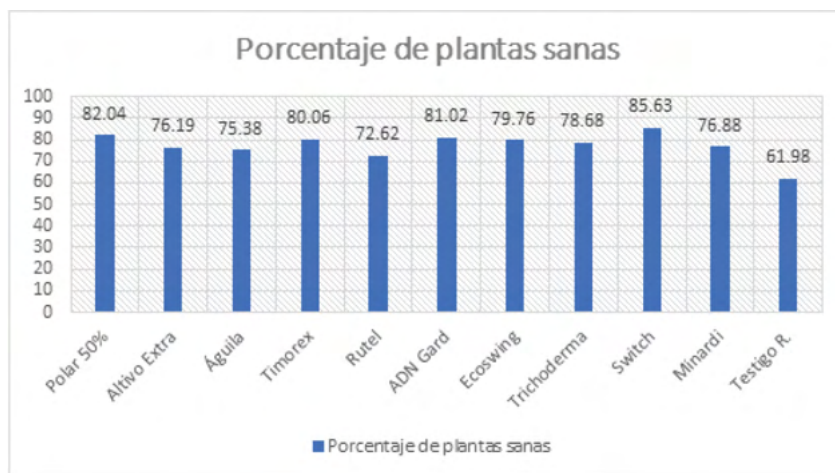


Figura 7. Porcentaje de plantas sanas de los tratamientos implementados.

Fuente: Elaboración propia.

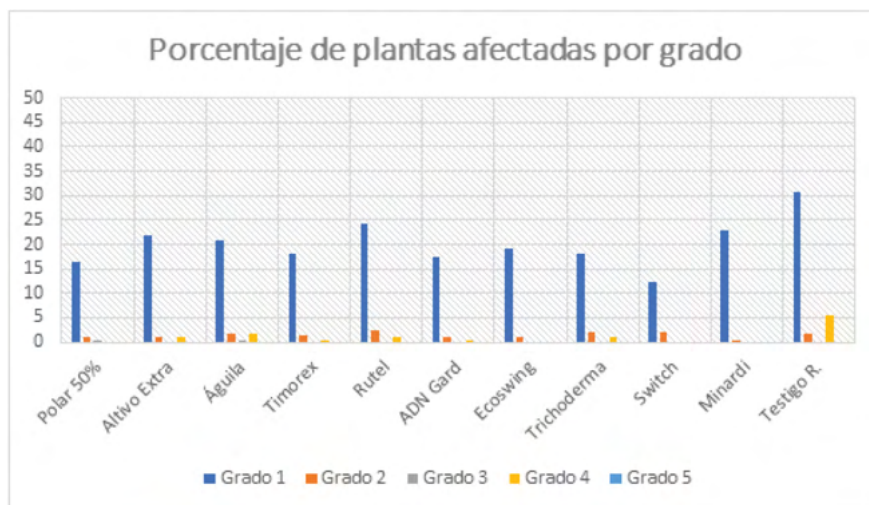


Figura 8. Porcentajes comparativos obtenidos por los tratamientos en la lectura con la escala de severidad de daño.
Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis estadístico, se le asignó un valor representativo de 0 a 100 a cada grado de la escala de severidad (exceptuando el grado 0), esto con el fin de otorgar a cada repetición un valor numérico para realizar el análisis de varianza correspondiente.

Así, al grado 1 le corresponde un valor de 20, al grado 2 de 40, al grado 3 de 60, al grado 4 de 80, y al grado 5 de 100; estos valores representan a la vez la severidad de los síntomas y signos. La tabla 3 resume los datos a implementarse en el análisis de varianza.

Tabla 3. Calificación de las repeticiones por tratamiento implementado.

	R1	R2	R3
T1	300	420	600
T2	560	500	840
T3	980	480	700
T4	560	580	360

T5	700	660	820
T6	540	440	420
T7	400	460	580
T8	660	520	620
T9	380	240	480
T10	660	580	320
T11	1200	1100	1460

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los datos no cumplen con los supuestos estadísticos (*homocedasticidad y normalidad*), se realizó una transformación logarítmica, implementando el test de Shapiro-Wilk para alcanzar la normalidad de los datos. En cuanto a la homocedasticidad, la prueba de Bartlett indicó que, con los datos transformados, se alcanzaba el supuesto estadístico.

Así, se realizó el análisis de varianza con los datos transformados, encontrando que existen diferencias significativas según los resultados que arroja el proceso. En la tabla 4, se pueden ver los mencionados resultados del análisis.

Tabla 4. Análisis de varianza con los datos transformados.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr (>F)	FT
Trat	10	3,449	0,345	4,938	0,00087	2,3
Resid	22	1,536	0,0698			
Tot	32	4,985				

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el test de Tukey, se obtuvo los resultados que se presentan en la tabla 5:

Tabla 5. Resultados de la comparación de medias realizada con el Test de Tukey.

Trat.	Valor	Media transf.	Media real
T1	a	6,045	440
T2	ab	6,425	633
T3	ab	6,537	720
T4	a	6,192	500
T5	ab	6,584	727
T6	a	6,14	467
T7	a	6,162	480
T8	ab	6,392	600
T9	a	5,865	367
T10	a	6,207	520
T11	b	7,126	1253
Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas.			

Fuente: Elaboración propia.

Según lo anterior, no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos de Polar 50 %, Timorex, ADN Gard, Ecoswing, Switch y Minardi, pero estos presentan diferencias significativas con el testigo relativo. Los tratamientos Altivo Extra, Águila, Rutel y *Trichoderma* se encuentran en un intermedio de los resultados.

Según las medias reales, los mejores tratamientos en el estudio son Switch, Polar 50 %, ADN Gard y Ecoswing.

En cuanto al porcentaje de control de la esporulación, la figura 9 resume lo obtenido. En esta, los tratamientos Polar 50 %, Ecoswing, Switch y Minardi presentan un 100 % de control de la esporulación, siendo los mejores tratamientos en cuanto a este aspecto. Timorex y ADN Gard presentan valores de 94 %, lo que los vuelve tratamientos de muy alto control, con poca diferencia respecto a los cuatro anteriores.

El tratamiento Rutel presenta un porcentaje de control de 83 %, el cual comienza a ser bajo, así como los de los tratamientos Altivo Extra (78 %), *Trichoderma* (78 %) y Águila (67 %). Con estos, la probabilidad de que se presenten problemas de esporulación del hongo aumenta a niveles que no pueden ser aceptados dentro del enraizamiento del esqueje, pues supondría mayores pérdidas, lo cual afectará negativamente el proceso productivo.

Para unir los tres aspectos evaluados dentro del estudio (porcentaje de plantas sanas (% PS), valoración en la escala de severidad (VES), y porcentaje de control de la esporulación (% CE), se generó la tabla 6, en la cual se resumen las posiciones alcanzadas por cada tratamiento en el respectivo aspecto.

Trat.	% PS	VES	% CE	Total
Polar 50 %	2	2	1	5
Altivo Extra	8	8	4	20
Águila	9	9	5	23
Timorex	4	5	2	11
Rutel	10	10	3	23
ADN Gard	3	3	2	8
Ecoswing	5	4	1	10
<i>Trichoderma</i>	6	7	4	17
Switch	1	1	1	3
Minardi	7	6	1	14

Tabla 6. Valoración conjunta de los tratamientos según resultados del estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Según los totales encontrados, el orden de los tratamientos de mejor a peor sería el siguiente: Switch > Polar 50 % > ADN Gard > Ecoswing > Timorex > Minardi > *Trichoderma* > Altivo Extra > Águila = Rutel.

Finalmente, los productos Switch y Polar 50 % resultan ser los más adecuados para proteger las plantas contra la infección por *Botrytis* sp. Es igualmente importante resaltar que, de una forma general, los productos evaluados en el estudio presentan todos buenos niveles de control a pesar de no tener valoraciones más altas, lo que lleva a que sea necesario continuar realizando otros estudios bajo diversas condiciones, para así observar el potencial completo de cada uno.

En cuanto a la comparación de los tipos de productos, los resultados resaltan que aquellos de origen químico como Switch y Polar 50 % son los que mejor capacidad protectora poseen contra *Botrytis* sp, mientras que biológicos como ADN Gard, Ecoswing, Timorex y *Trichoderma* sp. tienen una menor capacidad. Sin embargo, las diferencias entre estos no son demasiado grandes, por lo que, bajo un uso adecuado, se vuelven una excelente alternativa al control químico unitario.

Conclusiones

Al analizar los resultados obtenidos, se concluye que el tratamiento Switch presenta los mejores resultados respecto a las observaciones realizadas (Porcentaje de plantas sanas, valoración en escala de severidad y porcentaje de control de la esporulación), siendo seguido por el producto Polar 50 %, el cual igualmente obtuvo resultados muy significativos para la protección contra *Botrytis* sp.

Los tratamientos con productos ADN Gard y Ecoswing presentan resultados altos, siendo también recomendados para protección contra *Botrytis* sp. Estos cuatro productos de alto efecto resultan ser ideales para un proceso de rotación de fungicidas protectantes, tanto por su alta capacidad de protección como por presentar diversos ingredientes activos con mecanismos de acción diversos

Anexos





Anexo 1. Diferentes grados de afección y esporulación encontrados en la observación de los tratamientos implementados.

Referencias bibliográficas

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5.^a ed.). Florida: Elsevier.
- Bigre, J. P. (1990). *Patología de los cultivos florales y ornamentales*. España: Mundi – Prensa.
- Bombelli, E. C. y Wright, E. R. (2006). Tomato fruit quality conservation during post-harvest by application of potassium bicarbonate and its effect on *Botrytis cinerea*. *Cien Inv Agr.*, 33(3): 197–203. DOI: <https://doi.org/10.7764/rcia.v33i3.346>.
- Chase, R. (2000). Preventing and controlling *Botrytis* Blight on greenhouse ornamental plants. *Cleary's Hort Talk*. 7(1).
- Clavijo, M. y Cruz, E. (1997). Control químico de *Botrytis cinerea* Pers. en clavel miniatura y evaluación de un método de predicción de la enfermedad en un cultivo comercial. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Bogotá.
- Derckel, J. P.; Baillieul, F.; Manteau, S.; Audran, J. C.; Haye, B. y Lambert, B. (1999). Differential induction of grapevine defences by two strains of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 89(3). 197-203. Recuperado de: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PHYTO.1999.89.3.197>.
- Elad, Y. (1997). Responses of plant to infection by *Botrytis cinerea* and novel means involved in reducing their susceptibility to infection. *Biol. Rev.* 72:381-422. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1017/S0006323197005057](https://doi.org/10.1017/S0006323197005057).
- Elad, Y. y Stewart, A. (2007). Microbial control of *Botrytis* spp. En Y. Elad; B. Williamson; P. Tudzynski y N. Delen, *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (p. 223-241). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2626-3_13.
- Fallik, E.; Klein, J.; Grinberg, S.; Lomaniec, E.; Lurie, S. y Lalazar, A. (1993). Effect of postharvest heat treatment of tomatoes on fruit ripening and decay caused by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, (77), 985–988. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1094/PD-77-0985](https://doi.org/10.1094/PD-77-0985).
-

-
- Fekete, E.; Fekete, E.; Irinyi, L.; Karaffa, L.; Árnayasi, M. y Asadollahi, M. (2011). Genetic diversity of a *Botrytis cinerea* cryptic species complex in Hungary. *Microbiol. Research*, 167(2012), 283-291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2011.10.006>.
- Helbing, J. (2001). Biological control of *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. in Strawberry by *Paenibacillus polymyxa* (Isolate 18191). *Journal of Phytopathology*, 149(5), 265-273. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2001.00609.x>.
- Hua Chen. (2007). Antagonistic effects of volatiles generated by *Bacillus subtilis* on spore germination and hyphal growth of the plant pathogen, *Botrytis cinerea*. *Biotechnology Letters*, 30(5), 919-923. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10529-007-9626-9>.
- Kalogiannis, S.; Tjamos, S. E.; Stergiou, A.; Antoniou, P. P.; Ziogas, B. N. y Tjamos, E. C. (2006). Selection and evaluation of phyllosphere yeasts as biocontrol agents against grey mould of tomato. *European Journal Plant Pathology*. 116 (1). 69-76. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9040-5>.
- Leroux, P. (2007). Chemical control of *Botrytis* and its resistance to chemical fungicides. En Y. Elad; B. Williamson; P. Tudzynski y N. Dellen, *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (p. 195-236). Dordrecht (Países Bajos): Springer. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/978-1-4020-2626-3_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2626-3_12).
- Magie, R. O. (1963). *Botrytis* disease control on gladiolus, carnations, and chrysanthemums. *Florida State Horticultural Society*. 76: 458-461. Recuperado de <http://journals.fcla.edu/fshs/article/viewFile/100815/96769>.
- Manrique Ramírez, L. N; Zuleta Zea, D.; Agudelo Ochoa, A. F.; Burgos Zuleta, S. A.; Jerez Cano, D.; Mejía Tabares, J. D.; Pereira Ruiz, M. P. y Palacio Trujillo, V. (2014). Floricultura colombiana en contexto: Experiencias y oportunidades en Asia Pacífico. *Revista Mundo Asia Pacifico*, 3(5): 52-79. DOI: <https://doi.org/10.17230/map.v3.i5.03>.
-

-
- Molina, G.; Zaldúa, S.; González, G. y Sanfuentes, E. (2002). Selección de hongos antagonistas para el control biológico de *Botrytis cinerea* en viveros forestales en Chile. *Revista Bosque*, 27(2). 126-134. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002006000200007>.
- Montaño, W. (2005). Evaluación de la incidencia de *Botrytis cinerea* sobre rosa cultivar Classy con aplicaciones de funguicidas químicos y *Trichoderma*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional. Bogotá.
- Nobre, S. A. M.; Maffia, L. A.; Mizubuti, E. S. G.; Cota, L. V. y Dias, A. P. S. (2006). Selection of *Clonostachys rosea* isolates from Brazilian ecosystems effective in controlling *Botrytis cinerea*. *Biological Control*, 34(2). 132-143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.04.011>.
- Singh, G. y Milne, K. S. (1974). Field evaluation of fungicides for the control of chrysanthemum flower blight. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 2(2), 185-188. doi: <https://doi.org/10.1080/03015521.1974.10425759>.
- Touré, Y., Ongena, M., Jacques, M. y Tidiane, A. (2004). Role of lipopeptides produce by GA1 in the reduction of grey mould caused by *Botrytis cinerea* on apple. *Journal of applied Microbiology*, 96(5). 1151-1160. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02252.x>.
- Pardo, L. A. (2009). Diagnóstico de la producción y comercialización de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*) en Colombia (Trabajo de grado). Escuela Agrícola Panamericana. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/50/1/AGN-2009-T027.pdf>.
- Williamson, B.; Tudzynski, B.; Tudzynski, P.; Van Kan, A. L. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathol.*, 8(5). 561-580. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x>.
- Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*, 25(2), 53-67. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193217832008>.
-