

Evaluación de caldo super cuatro y agroplux en el control de *Peronospora destructor* en cebolla de bulbo

Assessment of the Effect of "Caldo Super Cuatro" and "Agroplux" in the Control of *Peronospora Destructor* in Onion Bulb Crops

Jorge Daniel Rodríguez Lagos¹ y Jorge Velandia Monsalve²

Resumen

El cultivo de cebolla de bulbo es muy importante en la economía de muchos agricultores de Boyacá y otros departamentos del país; sin embargo, es afectado por varias enfermedades, entre las cuales se destaca el mildew veloso, como una enfermedad que causa grandes pérdidas económicas por sus efectos devastadores; además, la dependencia exclusiva del control químico, hace que la contaminación ambiental y los costos de producción aumenten. Por esta razón, se evaluaron 10 tratamientos consistentes en cuatro concentraciones de caldo super cuatro (5%, 10%, 20% y 30% de CS₄) y cuatro de Agroplux (5%, 10%, 15% y 20% de Ap), un testigo químico (metalaxil + mancozeb) y uno absoluto, cada uno con tres repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales de 9 m², donde fueron sembradas plántulas de cebolla Yellow granex, con un diseño en bloques

Abstract

Onion bulb crops are very important into the agricultural economics from Boyacá and other departments from Colombia. These crops are affected by several diseases, highlighting the condition known as "Downey mildew" caused by *Peronospora destructor*, a disease that causes devastating effects on the crops and high economic losses. In addition, its control is based exclusively in chemical treatment, a dependent condition that can lead in higher inversions in production and in environmental pollution. For this reason, the treatments "caldo super cuatro" and "agroplux" were evaluated. Ten treatments were developed using four different concentrations from "caldo super cuatro" (5%, 10%, 20%, and 30%), four different concentrations of "agroplux" (5%, 10%, 15% and 20%), one chemical witness (metalaxil + mancozeb), and one absolute chemical

¹ Ingeniero Agrónomo, Programa Ingeniería Agronómica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Correo: jdri41@yahoo.com

² Profesor asociado, Programa Ingeniería Agronómica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Correo: jvelandia@tunja.uptc.edu. co

al azar. Las aplicaciones se hicieron decenalmente y con esta misma frecuencia fueron medidas la incidencia y severidad de la enfermedad. Se registró la temperatura, humedad relativa y precipitación; en la cosecha se determinó el rendimiento y se hizo un análisis económico. Al final, la incidencia fue del 100% y la severidad no presentó diferencias estadísticas, pero fue menor con el químico y los tratamientos de Ap. Con la aplicación de CS₄ al 20% se obtuvo mayor producción, ingreso neto y rentabilidad. Además, el desarrollo de la enfermedad dependió directamente de la precipitación y se pudo concluir que los biopreparados tienen potencial para el control del mildew veloso y aumento de la rentabilidad del cultivo de cebolla de bulbo.

Palabras clave: incidencia, severidad, producción.

treatment, each one with three reruns. The total of experimental units was 30, with an area of 9 m², where the seedlings of Yellow granex - onion were planted, randomizing the planting action. The temperature, relative humidity, precipitation were registered, assessing their performance. An economic analysis was done. At the end, the incidence was of 100% and the severity had not statistical differences, but it was lower when chemical treatments and agroplux were used. By using CS₄ 20% there were better indicators than with other treatments. The development of the disease depended directly on the precipitation. Bio-preparations have the potential to control P. destructor and to increase the profitability of onion bulb crop.

Key words: incidence, severity, yield.

Introducción

En el país fueron cultivadas 11.020 ha en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) y se obtuvo una producción mayor a las 230.000 t; el 45% del área sembrada y el 55% de la producción correspondieron al departamento de Boyacá, ocupando el primer lugar en la producción de esta liliácea en el 2004. En éste departamento, se dispone de dos distritos de riego: Gachaneca en el valle de Samacá y Usochicamocha en Duitama, que cubre una extensión de 7.335 ha y beneficia a cerca de 3.800 usuarios, de las cuales 525 ha con 260 productores de cebolla de bulbo corresponden a cultivo de minifundio y principal fuente de empleo rural (Melo et al., 2006). La disponibilidad de riego ha facilitado las siembras de cebolla durante todo el año, pero se ha incrementado la incidencia de problemas fitosanitarios como el mildew veloso, causado por *P. destructor*, que afecta la producción del cultivo hasta en un 100% cuando no se realizan prácticas de manejo.

P. destructor tienen la capacidad de mantenerse en variedades de cebollas perennes, en cebollas cultivadas infectadas y en residuos de cosecha. Las esporas sexuales (Oosporas) pueden sobrevivir en el sustrato, siendo capaces de infectar las plántulas de cebolla de futuras siembras. Este hongo produce esporangios que son transportados por el viento para infectar nuevas áreas de plantas. Las esporas son producidas durante el periodo de la noche, cuando la humedad relativa es alta y las temperaturas moderadas (4 a 25 °C); la temperatura óptima para esporulación es de 13°C. Una vez que la enfermedad invade la parte superior de las hojas, ésta se puede establecer en partes más bajas o la hoja entera puede ser atacada y muere (Agrios, 2001; Brester, 2001).

Para el control de la enfermedad es indispensable el uso de fungicidas, principalmente en forma preventiva a través de protectantes, y con curativos cuando el patógeno se ha establecido y causa daños notables. Dependiendo de las

condiciones ambientales, la frecuencia de aplicación varía entre 7 a 10 días (Bayer Crop Science, 2008). Sin embargo, el uso de fungicidas químicos puede causar resistencia en el patógeno; por tanto, es necesario buscar otras alternativas de manejo más amigables con el medio ambiente, entre las cuales pueden estar la aplicación de los biopreparados caldo super cuatro y agroplux.

El caldo súper cuatro y el Agroplux contienen una gran cantidad de microelementos necesarios para la nutrición equilibrada de las plantas de cebolla, la cual, al estar muy bien nutrida, impide la acumulación de sustancias nutritivas para los patógenos (azúcares y aminoácidos libres) en la sabia o citoplasma (Restrepo, 2000), por lo cual, la planta se hace más resistente al ataque de plagas. También, se ha encontrado que la principal causa de la inhibición del desarrollo de los patógenos por acción de los biofertilizantes sería el efecto fungistático, principalmente por la presencia de la bacteria *Bacillus subtilis*, que sintetiza sustancias antibióticas, además está relacionada con la síntesis de algunos nutrientes, vitaminas y aminoácidos (Santos, 2001).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de los biopreparados caldo super cuatro y agroplux, en el control del hongo *P. destructor* y en el rendimiento de un cultivo de cebolla de bulbo; también se determinó la factibilidad económica de la aplicación de estos biopreparados, con el fin de generar una alternativa ecológica de manejo del mildew veloso.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en la granja La María de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede central Tunja, la cual está localizada a una latitud de 5° 33´ norte y una longitud de 73° 24´ oeste y se encuentra a una altura de 2.690 msnm. La temperatura promedio fue de 13,9 °C, la temperatura mínima de 8,4

°C, la temperatura máxima de 18,2°C y la humedad relativa del 77,89%.

Se utilizó un diseño en bloques al azar, con 10 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales (UE). Los tratamientos correspondieron a 4 concentraciones de caldo super cuatro (5%, 10%, 20% y 30% de CS₄) y 4 de Agroplux (5%, 10%, 15% y 20% de Ap), un testigo químico (metalaxil + mancozeb 3 mL·L⁻¹) y uno absoluto. Cada UE estuvo compuesta por una parcela de 3 x 3 m (9 m²). En estas parcelas fueron trasplantadas plántulas del híbrido de cebolla Yellow Granex, con entre surcos de 20 cm (14 surcos/parcela) y 15 cm entre plantas (20 plantas/surco). El análisis de suelos arrojó los siguientes resultados: textura franco arcillosa; pH= 5,3; MO= 3,17%; Ca= 7,95; Mg= 3,73; K=0,76; Na=0,36 cmol·kg⁻¹de suelo; P=27,9, Fe= 98,9; Mn=6,11 y Zn=2,19 mg·kg⁻¹de suelo. La fertilización se realizó con base en las recomendaciones de la quinta aproximación del ICA (1992).

Los biopreparados fueron aplicados vía foliar, con aspersora de espalda de 20 L. Las aplicaciones se hicieron cada 10 días desde el trasplante, para un total de once; éstas se aplicaron con un adherente. El control químico a base de metalaxil + mancozeb se aplicó cada 10 días, a partir de los 30 días después del trasplante. El experimento tuvo una duración de 120 días.

Decenalmente fueron evaluadas las siguientes variables: **Incidencia (%)**: mediante la siguiente fórmula: % de incidencia= (Número de plantas enfermas/Número de plantas evaluadas) 100. **Severidad (%)**: el porcentaje de área foliar afectado fue evaluado con la escala de Horsfall y Barrat (1945). **Efecto de los factores ambientales sobre el desarrollo de la enfermedad**: para lo cual se llevó un registro diario de la temperatura, precipitación y humedad relativa. **Producción (kg·ha⁻¹)**: la cosecha se hizo en los ocho surcos

centrales de cada parcela, los bulbos cosechados se clasificaron en las calidades Yumbo (71 a 90 mm de diámetro) y Colosal (91 a 110 mm) y se extrapolaron a hectárea. **Análisis económico**: se determinó el ingreso total, ingreso neto, costo total, costos directos, costos indirectos, margen bruto, punto de equilibrio monetario, rentabilidad (%) y relación ingreso costo.

Se realizó un análisis de varianza convencional (Anova) para determinar la presencia de diferencias significativas. Se utilizó el test de Tukey para determinar los mejores tratamientos con una confiabilidad del 95%; también fue necesaria la prueba de correlaciones de Pearson para determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre la enfermedad. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS v. 8.1e

Resultados y discusión

Incidencia. El anova mostró que los tratamientos tuvieron efectos estadísticos en el control de la incidencia de P. destructor a los 90 y 100 DDT (días después del trasplante) y no tuvo diferencias estadísticas a los 110 y 120 DDT. La incidencia de la enfermedad fue menor con la aplicación de los tratamientos, con diferencias altamente significativas en comparación con el testigo absoluto a los 90 y 100 DDT. La incidencia de la enfermedad fue menor con la aplicación de metalaxil + mancozeb y de agroplux al 5%, 10% y 15% a los 90 DDT, y con agroplux al 10% y 15% a los 100 DDT, siendo estadísticamente iguales entre sí y menores en comparación con las aplicaciones de caldo super cuatro en las diferentes concentraciones y agroplux al 20%, y testigo absoluto, con diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo con la prueba de Duncan. La incidencia de la enfermedad fue similar a los 110 y 120 DDT. La aparición de los primeros síntomas de la enfermedad fue tardía debido a la escasa precipitación en los primeros 90 DDT ver (Figura 1 y Tablas 1 y 2).

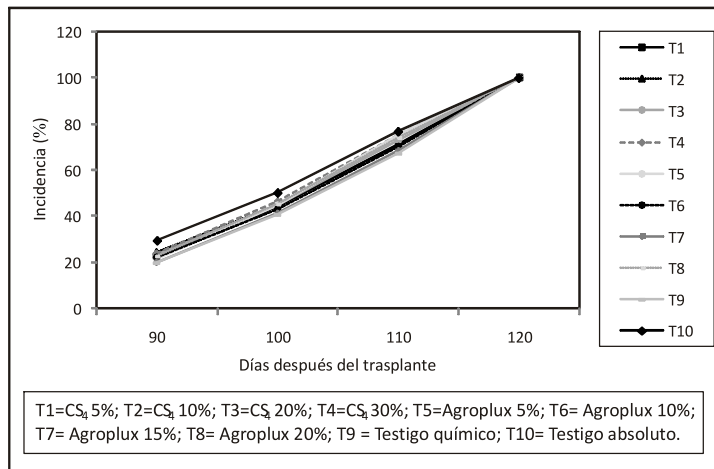


Figura 1. Incidencia de *P. destructor* en cebolla de bulbo bajo la aplicación de Caldo super cuatro y Agroplux

Severidad. La aplicación de los tratamientos no tuvo efectos estadísticos en el control de la severidad de la enfermedad durante el experimento. Con la aplicación de los tratamientos la severidad fue un poco menor en comparación con el testigo absoluto, que siempre mostraron mayor tejido infectado a los 90, 100 y

110 DDT, y fue menor a los 120 DDT ver (Figura 2; Tabla 1). Aunque no hubo diferencias en la severidad de *P. destructor* durante el experimento, se pudo apreciar que el ataque de la enfermedad fue menor al 10% y 20% de agroplux, a los 90, 100 y 110 DDT ver (Figura 1; Tabla 1).

Tabla 1. Severidad e Incidencia de *P. destructor* en cebolla de bulbo bajo la aplicación de Caldo super cuatro y Agroplux

Tratamientos	SEVERIDAD (DDT)				INCIDENCIA (DDT)			
	90	100	110	120	90	100	110	120
CS ₄ 5%	1,66	5,33	22,67	53,33	23,08 bcd	44,24 bc	71,45	100
CS ₄ 10%	3,33	6,33	26,67	53,33	24,61 b	44,72 bc	70,58	100
CS ₄ 20%	1,66	5	22,33	50	23,44 bc	45,02 bc	72,78	100
CS ₄ 30%	2,66	6	24,67	53,33	23,84 b	46,29 b	75,14	100
Ap 5%	1,66	4,67	21,67	50	21,6 bcd	44,96 bc	75	100
Ap 10%	2	4,67	20	50	22,29 bcd	43,3 bcd	70,31	100
Ap 15%	2	5,67	24	50	20,11 cd	41,21 cd	68,36	100
Ap 20%	0,66	3,67	18,67	53,33	22,77 bcd	45,33 b	74,33	100
T. Químico	2,66	5,67	23,33	50	19,83 d	40,5 d	67,07	100
T. Absoluto	3a	6	26,67	53,33	29,3 a	50,06 a	76,74	100
Significancia	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns
CV (%)	56,11	26,23	21,66	13,22	7,66	4,55	5,81	0

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey (95%); ns: no diferencias estadísticas; **: diferencias altamente significativas.

Tabla 2. Registro de las condiciones ambientales durante el experimento

DDT	T°C AMB	T°C MÍN	T°C MÁX	HR (%)	Lluvia (mm)
10	11,89	8,04	16,4	81,24	12,6
20	12,4	8,32	17,36	78,83	6,9
30	12,94	8,46	17,94	76,93	9,4
40	13,26	9,02	18,62	76,58	24,8
50	13,26	9,06	18,8	78,62	64,1
60	13,13	9,52	17,68	80,1	47,1
70	13,45	9,48	18,44	79,23	56,4
80	12,86	8,16	17,64	78,97	7,3
90	13,34	8,32	18,62	77,84	25
100	12,89	6,56	19,64	68,8	3,9
110	12,8	6,7	18,86	79,16	28,3
120	13,41	9,12	17,86	78,48	13,3

Las aplicaciones de Agroplux superaron las aplicaciones de caldo super cuatro en el control de la incidencia y severidad de *P. destructor* en cebolla, muy similar al testigo químico. El Agroplux posee un alto contenido de nutrientes minerales (Fundases, 2008) muy superior al que tiene el CS₄, caracterizado por Granados y González (2004). Dentro de su composición se destaca una buena concentración de microelementos, principalmente Zn y Mn, que son cofactores enzimáticos muy importantes en la biosíntesis de los precursores de la clorofila y la fotosíntesis, que además evitan la acumulación de azúcares reducidos, aumentan la producción de sacarosa y almidón, disminuyen la acumulación de ácidos orgánicos, disminuyen la respiración y aumentan la síntesis proteica, situación que acelera el metabolismo celular y, en consecuencia, la resistencia a los fitopatógenos, pues se induce el proceso de proteosíntesis, evitando la producción de azúcares y minerales solubles y de aminoácidos libres, que atraen a los fitoparásitos (en este caso *P. destructor*), cumpliéndose el principio de la trofobiosis (Restrepo, 2000).

El control de la incidencia y severidad de *P. destructor* fue un poco mejor con las aplicaciones de caldo súper cuatro y Agroplux, en comparación con el testigo absoluto, posiblemente debido al alto contenido de macro y micro-nutrientes que pudieron complementar la fertilización de la

cebolla y mejorar su resistencia al ataque de patógenos, de acuerdo con la teoría de la trofobiosis (Restrepo, 2000), quien afirma que las defensas orgánicas de los vegetales dependen de una nutrición equilibrada que impide la formación de sustancias nutritivas vitales (azúcares y aminoácidos libres) para la propagación de fitopatógenos y plagas (Pinheiro y Barreto, 1996; Penteado, 1999; Santos, 2001). Entre los microelementos se encuentran el Cu, Zn y Mn, los cuales son registrados por sus propiedades fungicidas contra un gran número de fitopatógenos, entre ellos *P. destructor* (Agrios, 2001; Brester, 2001).

Al Cu presente en el CS₄ y en el Agroplux se le han atribuido importantes efectos fungicidas cuando es aplicado en forma de sulfato, hidróxido u oxiclórico, controlando fitopatógenos pertenecientes a los oomicetos, royas y deuteromycetos, entre otros, y presenta alta actividad bactericida. Adicionalmente, el Agroplux puede combatir el mildew veloso debido a que, en su composición, también presenta fitoalexinas, repelentes e inhibidores, compuestos aromáticos y terpenoides halogenados que tienen acción fungistática (Disebi, 2008).

El Mn al hacer parte de algunos fungicidas tiene la capacidad de penetrar en el interior celular de los hongos, inhibiendo la biosíntesis de ergosterol

al bloquear la desmetilación del C-14 del lanostenol, en su paso a ergosterol, junto con otros posibles lugares de actuación, como la inhibición parcial de la síntesis de proteínas (Barbera, 1994).

Estos biopreparados se caracterizan por su alto contenido de microorganismos. según Méndez y Viteri (2007) el CS₄ el agroplux presenta un alto contenido de bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, lactobacillus y un representativo contenido de actinomicetos, que son reconocidos no sólo en términos de su participación en la mineralización de la materia orgánica (Sylvia et al., 2005), sino también por la producción de antibióticos que contribuyen al control biológico de varios fitopatógenos del

suelo (Brock et al., 1994), razón por la cual, este biofertilizante tiene potencial para controlar el mildew veloso.

Por eso, este biofertilizante nutre la planta de cebolla, la fortalece, la hace más vigorosa y permite que los procesos de proteosíntesis sean mayores a los de proteólisis, en tanto que, se sintetizan también mayor cantidad de fitoalexinas y se aumenta la resistencia al ataque de patógenos, especialmente oomicetos (García et al., 2007), entre ellos P. destructor. Por otro lado, aplicando Agroplux en dilución al follaje, se estimula el crecimiento vegetal al producir fitohormonas, que se traduce en plantas con mayor vigor, desarrollo y mayor rendimiento (Fundases, 2008).

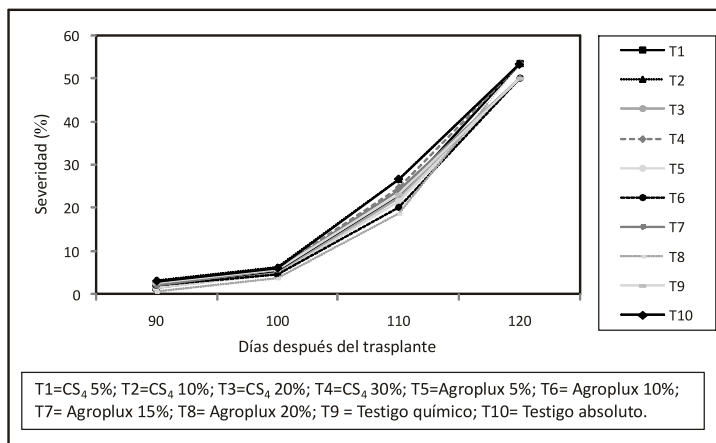


Figura 2. Severidad de P. destructor en cebolla de bulbo bajo la aplicación de Caldo super cuatro y Agroplux

Efecto de los factores ambientales. La alta incidencia y severidad de P. destructor, en todos los tratamientos, se explica porque en los últimos 30 días del ciclo del cultivo las condiciones ambientales, como las frecuentes precipitaciones, alta humedad relativa y temperaturas moderadas (Tabla 2), fueron favorables al crecimiento y desarrollo del patógeno, aumentaron la producción de esporas del hongo e invadieron todo el cultivo de cebolla (Agris, 2001; Brester, 2001), ver Tabla

1, Figuras 1 y 2. Así mismo, la acción física de la lluvia también pudo lavar los biopreparados y el metalaxil y no permitió el efecto anti fúngico de estos productos.

Durante el experimento se registró una temperatura ambiente de 13,9 °C, humedad relativa del 77,89% y una precipitación acumulada de 300 mm, condiciones que fueron favorables para la enfermedad como lo reporta

Agrios (2001), Brester (2001) y Giraldo et al. (2002), por lo cual en el experimento se presentaron temperaturas para que *P. destructor* esporulara y produjera esporangios en las plantas de cebolla.

Correlaciones. La interacción de los factores ambientales con la incidencia y severidad se presentan en la tabla 3, en la cual se puede apreciar un alto grado de correlación de la precipitación con la incidencia (0,95) y severidad (0,97) en la enfermedad, menor en relación con la temperatura ambiente y humedad relativa. La correlación fue negativa cuando la temperatura fue alta, ya que altas temperaturas afectan la capacidad de esporulación del hongo y, por tanto,

el desarrollo de la enfermedad. La interacción de la temperatura máxima con la incidencia y la severidad fue negativa, ya que altas temperaturas afectan el crecimiento y esporulación de la enfermedad (Tabla 3).

Según Agrios (2001), se cumple el concepto de enfermedad, expresado en el clásico triángulo donde la interacción del hospedero, el patógeno y el ambiente dan como producto la enfermedad. Es así que el hospedero susceptible correspondió a las plantas de cebolla, acompañado de una considerable fuente de inóculo del patógeno *P. destructor* en un ambiente favorable para el patógeno, con las condiciones de humedad relativa, temperatura y precipitación ya enunciadas.

Tabla 3. Correlaciones de Pearson para la severidad e incidencia de la enfermedad y las variables climáticas

	Incidencia	Severidad	Precipitación	HR	T° AMB	T° MAX	T° MIN
Incidencia	1	0.96*	0.95*	0.48 ns	0.6 ns	-0.77 ns	0.55 ns
Severidad		1	0.97*	0.37 ns	0.1 ns	-0.58 ns	0.31 ns
Precipitación			1	0.56 ns	0.13 ns	-0.68 ns	0.36 ns
HR				1	0.39 ns	-0.79 ns	0.53 ns
T° AMB					1	-0.77 ns	0.97 *
T° MAX						1	-0.89 ns
T° MIN							1

ns: no diferencias estadísticas; * :diferencias significativas.

Cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de *P. destructor*, como se observó en esta investigación, sobre las hojas de cebolla se nota una cubierta gris que luego se torna oscura. Cuando las condiciones ambientales cambian (condición también observada), es común que la hoja se doble por el punto donde inició la infección y se seque desde allí hasta el ápice. La enfermedad se manifiesta a través de lesiones elípticas grandes a lo largo de la hoja, frecuentemente invadidas por hongos, como *Alternaria porri* y *Stemphyllium sp.*, que comienzan a esporular en abundancia sobre las partes lesionadas, lo que genera un color oscuro que enmascara los síntomas del mildew (DANE, 2001). Es así que en las plantas de cebolla,

además de observarse la presencia de *P. destructor*, también se encontraron los anteriores patógenos mencionados que conforman el complejo amarillera; sin embargo, no fueron tenidos en cuenta en la determinación del efecto de los tratamientos sobre su control.

Por todo lo anterior, el CS₄ y el Agroplux tienen potencial fungicida para el control del mildew veloso en cebolla; no obstante, bajo las condiciones climáticas presentadas durante el experimento, donde la agresividad del patógeno es muy alta, estos biofungicidas resultan poco eficientes.

Rendimiento. Los tratamientos tuvieron efectos estadísticos en la producción de bulbos de

tamaño colosal, aunque no lo tuvieron en la producción de bulbos en la categoría yumbo y peso total. El peso de los bulbos en la categoría colosal fue mejor en los tratamientos con caldo super cuatro, en la concentración del 20%, seguido de agroplux al 10% y 15%, sin diferencias estadísticas entre sí, superando al caldo super cuatro al 10% y 30% con diferencias estadísticas significativas; con este tratamiento, caldo super cuatro al 20%, también se registró el mayor peso de los bulbos de la calidad yumbo y peso total (Tabla 4). Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Méndez y Viteri (2007) al registrar un mayor peso total de bulbos con cada uno de los tratamientos de bocashi. suplementado con caldo super cuatro, caldo rizósfera y fertilizante, y con los resultados de Granados y González (2004), encontrando

bulbos de mayor peso y tamaño en los tratamientos con caldo súper cuatro y de rizósfera, como biofertilizante, y la mezcla de éstos. Dichos autores afirman que el caldo súper cuatro presenta alta diversidad de nutrientes, aunque en bajo contenido; también encontraron niveles poblacionales representativos de bacterias, fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, que lo hacen apto como complemento de la nutrición vegetal, razón por la cual en la presente investigación el mayor rendimiento total y calidad Colosal se obtuvo con aplicación de caldo super cuatro. De otra parte, el CS₄ al 30% tuvo resultados desfavorables que se debieron posiblemente a una fitotoxicidad, pues Granados y González (2004) recomiendan aplicaciones de este biofertilizante en bajas concentraciones pero con mayor frecuencia.

Tabla 4. Rendimiento Total, Colosal y Yumbo de cebolla de bulbo bajo la aplicación de Caldo super cuatro y Agroplux

Tratamientos	Rendimiento Total (kg·ha ⁻¹)	Colosal (kg·ha ⁻¹)	Yumbo (kg·ha ⁻¹)
CS ₄ 5%	12146,34 a	519,73 ab	11626,61 a
CS ₄ 10%	9562,26 a	71,14 b	9491,12 a
CS ₄ 20%	12850,56 a	1244,58 a	11605,98 a
CS ₄ 30%	9172,32 a	78,39 ab	9093,93 a
Ap 5%	8229,48 a	335,34 ab	7894,14 a
Ap 10%	12222 a	905,96 ab	11316,04 a
Ap 15%	12152,16 a	1043,27 ab	11108,89 a
Ap 20%	9265,44 a	424,69 ab	8840,75 a
T. Químico	12041,58 a	527,50 ab	11514,08 a
T. Absoluto	9917,768 a	643,21 ab	9274,55 a
Significancia	ns	*	ns
CV (%)	25,8	37,8	23,34

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey (95%); ns: no diferencias estadísticas; *: diferencias significativas.

De acuerdo con los análisis de suelos, el contenido de Mn, Cu y Zn son bajos y con la aplicación de los biopreparados caldo súper cuatro y agroplux se suplementó la deficiencia de algunos elementos menores. Gonçalves et al., (2004) evaluaron el efecto de CS₄ preparado en condiciones aeróbicas y anaeróbicas en el rendimiento de cebolla de bulbo, pero no

encontraron diferencias estadísticas con el testigo. Ellos lo explican debido a que el área experimental estaba en transición del manejo convencional al orgánico.

Werner (1996), aplicó sulfato de manganeso al 0,5% y 2,5%, y aumentó el crecimiento de plantas y bulbos de cebolla, bajo la sugerencia

de probar con dosis mayores. En los biopreparados caldo super cuatro y agroplux el contenido de nutrimentos puede influir en la producción de cebolla de bulbo, como lo ha demostrado los trabajos de Gupta et al. (1985), Lal y Maurya (1983) y recomendaciones del ICA (1992), con las aplicaciones de Zn, así como los trabajos de Rao y Deshpande (1973) con las aplicaciones de Cu y B. Gran parte de estos suministros pueden ser suplidos con aplicaciones de CS₄ y Agroplux, los cuales también pueden aumentar los rendimientos y la calidad en la cosecha, aún más considerando la función fisiológica en el proceso de fotosíntesis, división celular, inducción de hormonas, asimilación del N y P (Gómez et al., 2007).

Análisis económico. Al hacer el análisis de rentabilidad de cada uno de los tratamientos se puede establecer que con las aplicaciones de caldo super cuatro al 20% se obtuvo la mayor rentabilidad, junto con los tratamientos de caldo super cuatro al 5% y agroplux al 10% y 15%; con los demás tratamientos la rentabilidad fue negativa. La aplicación de CS₄ al 20% fue más rentable debido a que presentó el mayor ingreso neto (\$1.094.130/ha), ingreso total (\$13.472.849/ha), margen bruto (\$2.237.919/ha). No obstante, también presentó el mayor costo directo (\$12.378.719/ha), indirecto (\$11.234.930/ha) y total (\$12.378.719/ha); sin embargo, la relación ingreso/costo fue mayor (1,088). El punto de equilibrio monetario fue de \$12.378.719/kg (Tabla 5). Además, la rentabilidad, se debió a un mayor rendimiento total de cebolla, influenciado principalmente por la calidad Yumbo, ya que la calidad Colosal aunque tiene mayor precio de venta (\$1.500/kg), la producción fue muy baja (Tabla 4).

Partiendo del hecho de que los costos de producción para cebolla de bulbo en Samacá (Boyacá) están representados en 81,1% por los fertilizantes y fungicidas, y en Tibasosa (Boyacá) alcanzan un 75,21% (Granados y González, 2003), porcentajes que son demasiado altos, con los resultados obtenidos en este trabajo, donde el CS₄ al 20% generó mayor rentabilidad, sin duda la utilización del caldo super cuatro se convierte en una excelente alternativa económica como biofertilizante para que los agricultores puedan aumentar los rendimientos de bulbo y controlar el mildew vellosa, con reducción en la frecuencia de aplicación de fertilizantes y fungicidas.

Así mismo, debe ser llevado a cabo un análisis económico donde se tenga en cuenta el valor agregado del bulbo de cebolla producido con biofertilizantes. De esta manera la rentabilidad será mucho mayor y la adopción de esta práctica por los agricultores será más efectiva, con lo cual se espera que el valor agregado sea representativo, pues se presume que la calidad fisiológica sea mayor con menores niveles de contaminación ambiental.

De esta manera, otros autores afirman que la principal causa de la inhibición del desarrollo de los patógenos por acción de los biofertilizantes sería el efecto fungistático, principalmente por la presencia de la bacteria *Bacillus subtilis* (originaria del rumen de bovinos), la cual hace parte del caldo super cuatro, y que sintetiza sustancias antibióticas; además está relacionada con algunos nutrientes, vitaminas y aminoácidos (Santos, 2001).

En síntesis, el CS₄ en la presente investigación, mostró efecto fungicida y permitió control sobre *P. destructor*, tal como fue reportado por Méndez y Viteri (2007).

Tabla 5. Indicadores económicos en cebolla de bulbo bajo la aplicación de CS₄ y Agroplux

Tratamiento	Ingreso total	Tcosto	Tdir	Tindir	Mbruto	RIC	PEM	Ineto	Rent
Significancia	ns	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns
CS ₄ 5%	12406203 a	12336907 c	11194360 c	1142547 a	1211843 a	1,006 a	12336907 c	69296 a	0,56 a
CS ₄ 10%	9597832 a	12269420 g	11128876 g	1140544 g	-1531044 a	0,782 a	12269420 g	-2671588 a	-21,77 a
CS ₄ 20%	13472849 a	12378719 a	11234930 a	1143789 a	2237919 a	1,088 a	12378719 a	1094130 a	8,84 a
CS ₄ 30%	9211515 a	12286929 f	11145866 f	1141063 f	-1934351 a	0,750 a	12286929 f	-3075415 a	-25,03 a
Ap 5%	8397148 a	12223795 i	11084606 i	1139189 i	-2687458 a	0,687 a	12223795 i	-3826647 a	-31,30 a
Ap 10%	12674979 a	12333228 d	11190790 d	1142438 d	1484189 a	1,028 a	12333228 d	341751 a	2,77 a
Ap 15%	12673795 a	12332874 e	11190446 e	1142428 e	1483349 a	1,028 a	12332874 e	340921 a	2,76 a
Ap 20%	9477786 a	12250595 h	11110610 h	1139985 h	-1632824 a	0,774 a	12250595 h	-2772809 a	-22,63 a
T. Químico	12305328 a	12362885 b	11219566 b	1143319 b	1085762 a	0,995 a	12362885 b	-57557 a	-0,47 a
T. Absoluto	10239385 a	10402131 j	9317030 j	1085101 j	922355 a	0,984 a	10402131 j	-162746 a	-1,56 a

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey (95%);
ns: no diferencias estadísticas; **: diferencias altamente significativas.

Tcosto: costo total; Tdir: costos directos; Tindir: costos indirectos; Mbruto: margen bruto; RIC: relación ingreso costo; PEM: punto de equilibrio monetario; Ineto: ingreso neto; Rent: Rentabilidad.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir que: la aplicación de agroplux y caldo super cuatro presentan efecto sobre el control de P. destructor en cebolla de bulbo. El caldo súper

cuatro al 20% favorece el crecimiento y llenado de bulbo; por tanto, la producción total y calidad Colosal es mayor. De igual forma, este tratamiento es una alternativa técnica y económica factible porque presenta la mayor rentabilidad en el cultivo de cebolla de bulbo.

Literatura Citada

- Agrios, G.N. 2001. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Limusa, S.A. Uthea, México. 838 p.
- Barbera, C. 1994. Principales grupos de fungicidas. Mecanismos de acción. Phytoma España 62: pp. 7-10.
- Bayer Cropscience, 2008. Cenicilla (Mildeo vellosa) de la cebolla: una enfermedad limitante. Disponible en periódico "El Labriego", febrero – marzo. 4 p.
- Brester, J. 2001. Las cebollas y otros alliums. . Editorial Acricbia. S.A. Zaragoza, España. pp. 21-43.
- Brock, T., M. Madigan., J. Martinko. y J. Parker. 1994. Biology of microorganisms. Seventh edition. Prentice Hall, New Jersey. 909 p.
- Dane. 2001. Primer censo del cultivo de cebolla larga. Región de la laguna de Tota Boyacá. En: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/ena/Cebolla_Boyaca_Reg_Laguna_Tota.pdf, consulta: diciembre 2008.
- Disebi. 2008. Efectos beneficiosos del uso de Agroplux en los cultivos agrícolas comprobados por Disebi.

- En: <http://www.disebi.com/efectos-agroplus.php> ; consulta: diciembre 2008.
- Fundases 2008. Agroplus. En: <http://www.fundases.com/> Consulta: diciembre 2008.
- García. F.; M. Medina; J. Guarín; C. Roa. 2007. La disponibilidad de nutrientes para las plantas, consecuencias de interacción química, biológica y bioquímica. *Cultura científica* 5, 21-28.
- Giraldo, S.L., C. García. y F. Restrepo. 2002. Influencia de la luz y la temperatura en la germinación de esporangios de *Peronospora sparsa* Berkeley, en rosa cultivar 'Charlotte'. *Agronomía Colombiana* 20 (3), 31-37.
- Gómez, M.I., H. E. Castro., C. J. Gómez. y O. F. Gutiérrez. 2007. Optimización de la producción y calidad en cebolla cabezona (*Allium cepa*) mediante el balance nutricional con magnesio y micronutrientes (B, Zn y Mn), Valle Alto del Río Chicamocha, Boyacá, *Agronomía Colombiana* 25(2), 339-348.
- Gonçalves P., W.J.F. Hernandez y F. Debarba. 2004. Avaliação de biofertilizantes, extratos vegetais e diferentes substâncias alternativas no manejo de tripes em cebola em sistema orgânico. *Horticultura Brasileira*. 22(3), 659-662.
- Granados, N.M. y A.R. Gonzales. 2004. Caracterización química y biológica de los Biopreparados Caldo Súper 4 y Caldo Rhizosfera aplicados al cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en condiciones controladas en Tunja-Boyacá. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de ingeniería agronómica. Tunja, 88 p.
- Gupta, V.K., H. Raj. y S.P. Gupta 1985. A note on effect of zinc concentration of onion (*Allium cepa* L.). *Haryana J. Hort. Sci.* 12(1), 141-142.
- Horsfall, J.C. y R.W. Barrat. 1945. An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology*, 1, pp. 35-655.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia técnica N.º 25. Corpoica, C.I. Tibaitatá. 56 p.
- Lal, S. y A.N. Maurya. 1983. Effects of zinc on onions. *Haryana J. Hort. Sci.* 10(3), 231-235.
- Melo, L., M.M. Melo. y L. F. Rodríguez. 2006. Competitividad del sistema agroalimentario de la cebolla de bulbo con enfoque de cadena productiva en el Distrito de riego del Alto Chicamocha (Boyacá). *Agronomía Colombiana* 24(2), 367-377.
- Méndez, M.J., y S. E. Viteri. 2007. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. *Agronomía Colombiana* 25(1), 168-175.
- Penteado, S.R. 1999. Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável. Campinas, 79 p.
- Pinheiro S. y S.B. Barreto. 1996. MB-4: Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Florianópolis: Fundação Juquira candiru, Mibasa, 273 p.
- Rao, V.J.M. y R. Deshpande. 1973. Effect of micronutrients (copper and boron) on the growth and yield of onion (*Allium cepa*). *Indian Agr. Res.* 5(4).
- Restrepo, J., 2000. Teoría de la trofobiosis. Colección 'Agricultura orgánica para principiantes'. Editorial SIMAS, Managua, Nicaragua. 103 p.
- Santos, A.C.V.A. 2001. Ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti e fitoprotetor em lavouras comerciais. In: Hein, M. (org.) Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu, Agroecológica. pp. 91-96.
- Sylvia, D.M., J.J. Fuhrmann., P.T. Hartel. y D. Zuberer. 2005. Principles and applications of soil microbiology. 2a edición. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 640 p.
- Werner, H. 1996. Efeito de níveis de manganês na adubação foliar de cebola. In: Repecem: Reunião de Pesquisa de cebola no Mercosul, 1., Ituporanga. Resumos Ituporanga: Epagri, 53 p.

Fecha de Recepción: 02 de marzo de 2009
 Fecha de Aceptación: 15 de abril de 2009