

EVALUACIÓN DEL BIOINSUMO DE FIQUE (*Furcraea gigantea*) EN EL CONTROL DEL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA

EVALUATION OF BIO-PRODUCTS OF FIQUE (*Furcraea gigantea*) IN THE CONTROL OF POTATO LATE BLIGHT

AVALIAÇÃO DA BIO-PRODUTOS DE FIQUE (*Furcraea gigantea*) NO CONTROLE DA REQUEIMA DA BATATA

DAVID EDUARDO ÁLVAREZ S.¹, ANDRÉS MAURICIO HURTADO B.², CLAUDIA ELIZABETH SALAZAR G.³,
OSCAR ARANGO B.⁴, JULIÁN MARCELO ACOSTA M.⁵

RESUMEN

*Se evaluó el efecto de un bioinsumo elaborado a partir de jugo de fique (*Furcraea gigantea* Vent.) en el manejo de la enfermedad del tizón tardío causada por el patógeno *Phytophthora infestans* en dos cultivos experimentales de papa (*Solanum tuberosum* L.). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, en donde el factor A correspondió a las concentraciones: 5, 10 y 15 L.ha⁻¹ y el factor B al tiempo de fermentación: 2, 4 y 6 días (a 33°C) comparados con un testigo absoluto (agua) y un testigo comercial (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%). Los valores de severidad, incidencia y rendimiento determinaron que la aplicación de 15 L.ha⁻¹ bajo un tiempo de fermentación de 4 días fue el único tratamiento que mostró diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) con respecto al testigo absoluto pero con niveles de protección muy bajos. En un segundo ensayo se incrementaron las concentraciones evaluadas a 20, 30 y 40 L.ha⁻¹. Después de analizar estadística-*

Recibido para evaluación: 08/03/2011. **Aprobado para publicación:** 20/02/2013

- 1 I.A. candidato M.Sc. Auxiliar laboratorio de fitopatología. Investigador grupo TEA.
- 2 I.Q. Ph.D. Profesor Asociado, Director grupo de investigación TEA. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño.
- 3 I.A. M.Sc. Profesora Asistente. Programa de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.
- 4 I.A.I. M.Sc. Profesor Asistente. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño.
- 5 I.A.I. candidato M. Sc. Investigador grupo TEA.

Correspondencia: ahurtado@udenar.edu.co

mente los tratamientos se determinó que no existen diferencias significativas que sustenten la acción del extracto vegetal en la protección del cultivo.

ABSTRACT

*The effect of a bio-product obtained from fique juice (*Furcraea gigantea* Vent.) in the management of late blight disease caused by *Phytophthora infestans* in two experimental crops of potato (*Solanum tuberosum* L.) was evaluated. A complete randomized block design with two factors was used, where the first factor corresponded to concentration: 5, 10 and 15 L.ha⁻¹ and the second factor was the fermentation time: 2, 4 and 6 days (33°C) compared with a control test (water) and a commercial control (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%). From results of the severity values, incidence and yield the 15 L.ha⁻¹ application and four days of fermentation showed a significant differences ($P \leq 0,05$) with respect to control test, but with very low levels of protection. In a second trial the concentrations tested were increased in 20, 30 and 40 L.ha⁻¹. After statistical analysis of treatments was determined that there are no statistics differences that prove the action of plant extract in crop protection.*

RESUMO

*Evaluo-se o efeito do bioinsumo do fique (*F. gigantea* Vent.) no manejo da doença *Phytophthora infestans* em duas culturas experimentais de batata (*Solanum tuberosum* L.), na pesquisa utilizou-se um desenho de blocos casualizados num arranjo fatorial, sendo o fator A as concentrações 5, 10 e 15 L.ha⁻¹ e o fator B o tempo de fermentação 2, 4, 6 dias com temperaturas de 33°C; os anteriores fatores foram comparados com um control e absoluto além de um controle comercial (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%). Os valores de severidade da incidência e o rendimento, determinaram que a aplicação de 15 L.ha⁻¹ com un tempo de fermentação de 4 dias; foi o único tratamento que obter diferenças estatísticas significativas ($P \leq 0,05$) em relação ao controle, embora com níveis da proteção muito baixos. Numa segunda pesquisa incrementou-se as concentrações avaliadas no primeiro ensaio, em 20, 30 e 40 L.ha⁻¹. Nesta pesquisa não se apresentavam diferenças estatísticas dos extractos vegetais avaliados na proteção da cultura da batata.*

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la enfermedad conocida como “gota ó tizón tardío” de la papa (*Solanum tuberosum* L.), causada por el patógeno *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, se reporta como el principal limitante para la producción de éste tubérculo [1, 2], causando anualmente pérdidas de cosecha entre el 10 y el 15 por ciento del total de la producción mundial [3].

En Colombia, dada la importancia que tiene el cultivo de papa en las zonas agrícolas de clima frío, se ven afectadas alrededor de 168.736 hectáreas sembradas [4], en donde el agricultor por tradición utiliza el control químico

PALABRAS CLAVES:

Extracto vegetal, *Solanum tuberosum* L., *Phytophthora infestans*.

KEYWORDS:

Plant extract, *Solanum tuberosum* L., *Phytophthora infestans*.

PALAVRAS-CHAVE:

Extrato vegetal, *Solanum tuberosum* L., *Phytophthora infestans*.

como la única alternativa para el manejo del tizón tardío [5], realizando hasta 15 aspersiones de fungicidas protectantes y sistémicos para controlar la enfermedad en cada ciclo del cultivo [6].

El manejo de *P. infestans* basado en el uso de productos químicos, ha incrementado en el patógeno la presión de selección, identificándose aislamientos en diferentes zonas paperas de Colombia con preocupantes niveles de sensibilidad a las moléculas sistémicas comúnmente utilizadas como Cymoxanil [7] y Metalaxyl-M [6], al mismo tiempo, estos productos sintéticos tienen impacto sobre la salud humana y sobre el equilibrio normal del medio ambiente [8, 9, 10].

La forma más adecuada de enfrentar la enfermedad es mediante la utilización de todas las técnicas que conducen al manejo integrado del problema fitopatológico [6], esto encamina a los investigadores a considerar los antiguos métodos de manejo, dentro de estos, la utilización de extractos vegetales que permiten una producción agrícola más sostenible y menos contaminante [8, 9].

El extracto de la planta de fique (*Furcraea* spp.) obtenido como un sub producto de la agroindustria de la fibra natural denominada cabuya, está siendo evaluado recientemente en la búsqueda de un uso potencial, ya que este residuo líquido al carecer de un manejo adecuado genera graves problemas de contaminación en las fuentes hídricas de las zonas fiqueras de Colombia. Diferentes investigaciones tendientes a evaluar el potencial fungicida de este extracto vegetal, han reportado buenos resultados en laboratorio sobre los fitopatógenos *Colletotrichum gloeosporoides*, *Sclerotinia sclerotiorum* [10], *Fusarium* spp. [11] y *Phytophthora infestans* [12, 13].

Pruebas a nivel *in vitro* desarrolladas en la Universidad de Nariño, demostraron que el extracto fermentado de la especie *Furcraea gigantea* Vent. presenta un efecto de inhibición ante el Oomyceto *Phytophthora infestans*, atribuido a la gran cantidad de metabolitos secundarios presentes en esta *agavaceae*, recomendando la evaluación de este bioinsumo en pruebas *in situ* para confirmar los resultados obtenidos en laboratorio, teniendo en cuenta los estimativos calculados como concentración efectiva cincuenta (EC_{50}) y concentración letal del bioinsumo (CL) [12, 13].

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del bioinsumo de fique (*F. gigantea*) en el manejo del patógeno *Phytophthora infestans* a nivel de campo en cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.).

MÉTODO

Se establecieron dos cultivos experimentales de papa (Ensayo 1 y 2.), el primero evaluado entre los meses de febrero a mayo y el segundo desde agosto a noviembre del 2010, en el Centro Internacional de Producción Limpia-Lope del SENA, Municipio de Pasto, ubicado a 2.526 msnm, temperatura promedio 13°C, humedad relativa 80% y precipitación promedio anual de 1.000 mm.

Obtención y fermentación del bioinsumo de fique

Hojas de fique de la variedad "negra común" (*F. gigantea*) colectadas en el Municipio de El Tambo (Nariño), fueron transportadas a la planta piloto de la Universidad de Nariño, en donde se realizó la extracción del jugo mediante un molino de rodillos y posterior filtrado mediante unidad de filtro prensa; 90 litros del extracto de fique fueron distribuidos en canecas de 30 litros para su fermentación a 33°C por un lapso de: 2, 4 y 6 días. Esta fracción final fue sometida a pasteurización (65°C por 30 minutos) con el objeto de detener la fermentación natural del extracto y garantizar su durabilidad.

Evaluación del bioinsumo de fique

En el primer ensayo, para determinar la efectividad del bioinsumo de fique se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, en donde el factor A correspondió a las concentraciones: 5, 10 y 15 L.ha⁻¹ del bioinsumo de fique, concentraciones extrapoladas de ensayos a nivel *in vitro* [12, 13]; el factor B correspondió a tres tiempos de fermentación del bioinsumo: 2, 4 y 6 días (Cuadro 1), comparados con un testigo comercial (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%) y un testigo absoluto (agua); para un total de once tratamientos y cuatro repeticiones.

La unidad experimental consistió en parcelas de 30 metros cuadrados, en donde se trazaron cinco surcos a 1,20 m de distancia y 5 metros de largo, los tubérculos se sembraron a una distancia de 0,40 m entre plantas.

Las aplicaciones de los diferentes tratamientos se realizaron diez días después de emergido el cultivo con intervalos de 8 días hasta la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad, momento a partir del cual las aplicaciones se realizaron cada 5 días.

Las variables incidencia y severidad de la enfermedad se determinaron tomando diez plantas al azar por unidad experimental. Para esto, se marcó una hoja por planta

Cuadro 1. Tratamientos evaluados, Ensayo 1

Tratamiento*	Tiempo de fermentación (días)	Concentración (L.ha ⁻¹)
T1	0	5
T2	0	10
T3	0	15
T4	4	5
T5	4	10
T6	4	15
T7	6	5
T8	6	10
T9	6	15
TC	-	-
TA	-	-

* TC: Tratamiento comercial (Mancozeb+Cymoxanil) y TA: Tratamiento absoluto (agua).

indicadora, tomada como referencia en el total de evaluaciones, realizadas con un intervalo de diez días [14].

Para determinar el grado de severidad (%) se utilizó la escala grafica modificada de Clive [16] (Figura 1).

Paralelamente se evaluó la incidencia de la enfermedad, la cual corresponde al número de individuos afectados en la población (10 plantas) expresado en porcentaje.

Al finalizar el ciclo fisiológico del cultivo, se evaluó el rendimiento de las parcelas experimentales, tomando el peso total de tubérculos cosechados en los surcos centrales de cada parcela y transformando el valor en t.ha⁻¹.

Para el segundo ensayo se tomó como criterio de selección, los tratamientos que mostraran diferencias estadísticas respecto al testigo absoluto, descartando tiempos de fermentación y concentraciones del bioin-

sumo de fique que no presentaran un efecto fungicida hacia el patógeno *Phytophthora infestans*.

Los resultados fueron evaluados mediante análisis de varianza y prueba de significancia de Tukey (0,05) mediante el paquete estadístico InfoStat® [16]. Los datos en porcentaje se transformaron mediante la fórmula $\arccoseno \sqrt{x}$.

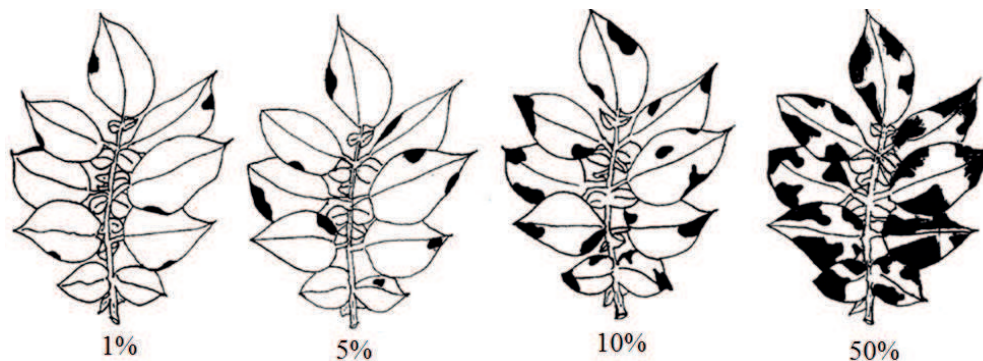
RESULTADOS

Ensayo 1

Incidencia de la enfermedad. Esta variable de evaluación no presentó diferencias estadísticas en los tratamientos en donde se aplicó bioinsumo de fique (Cuadro 2). La presencia del patógeno en las parcelas experimentales se incrementó de manera aditiva desde los 33 días después de sembrado el cultivo con 0,4% de incidencia hasta los 1,7 meses con un promedio del 12%. Después de este período la incidencia de la enfermedad se incrementó de manera exponencial hasta afectar el total de plantas del cultivo a los 2,7 meses (Figura 2). En las parcelas en las cuales se aplicó un fungicida comercial con las moléculas Mancozeb + Cymoxanil la presencia del patógeno fue evidentemente menor, aun con alta presión de inoculo por causa de los tratamientos colindantes (Figura 2).

La enfermedad en esta evaluación coincidió con el inicio de una temporada de alta humedad relativa y fuerte precipitación en la zona de estudio a partir de los 2,1 meses después de sembrado el cultivo, favoreciendo el proceso de infección y diseminación del patógeno *P. infestans* en las unidades experimentales.

Severidad de la enfermedad. El análisis estadístico determinó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 2), destacándose que el testigo

Figura 1. Escala de severidad propuesta por James Clive

Cuadro 3. Incidencia, severidad y rendimiento de la parcela experimental, Ensayo 2. (4,1 meses)

Tratamiento**	Concentración(L.ha ⁻¹)	Incidencia* (%)	Severidad* (%)	Rendimiento*(t.ha ⁻¹)
T1b	20	87,0b	85,9b	8,3b
T2b	30	68,5b	85,7b	8,3b
T3b	40	60,5b	84,7b	9,0b
TC	-	0,15a	9,20a	17,5a
TA	-	85,0b	90,1b	7,6b

*Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas (LSD, P<0,01).

** TC: Tratamiento comercial (Mancozeb+Cymoxanil) y TA: Tratamiento absoluto (agua).

Nuevamente los altos valores de incidencia de la enfermedad, obedecieron a condiciones climáticas favorables al patógeno (alta humedad relativa y pluviosidad), puesto que antes de los 2,5 meses el cultivo fue manejado bajo condiciones de lluvia moderada, tiempo en el cual no se observó incidencia del patógeno (Figura 4).

Severidad de la enfermedad. Los valores de severidad en el Ensayo 2., tan solo separaron estadísticamente al tratamiento con aplicaciones de producto comercial (TC). Sin embargo, se pudieron establecer porcentajes relativos de severidad menores en el tratamiento con la concentración más elevada del bioinsumo de fique al ser comparado con el testigo absoluto (TA), disminuyendo el porcentaje de 90,1% en el tratamiento TA a 84,7% en el tratamiento T3b (Cuadro 3).

Rendimiento de la parcela experimental. La afección tardía de la enfermedad (2,9 meses) permitió que las plantas lograran finalizar la formación de tubérculos y

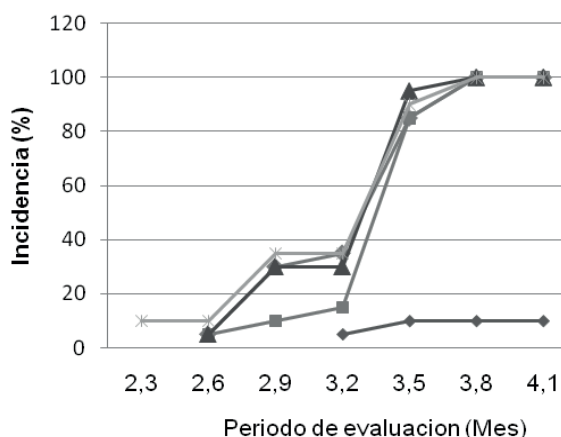
translocar fotoasimilados a estas zonas, por lo cual fue posible calcular la variable rendimiento de parcela experimental en el segundo ensayo. En el Cuadro 3, se consignaron los valores en t.ha⁻¹ de cada tratamiento cosechado, indicando que no existen diferencias estadísticas en el peso de tubérculos por unidad de área en los tratamientos con aplicación de bioinsumo de fique y el comparador absoluto; sin embargo la tendencia observada en esta variable, puede mostrar un posible efecto de protección debido al tiempo de manifestación de la enfermedad.

Los anteriores resultados de incidencia y severidad de la enfermedad así como rendimiento de la parcela experimental de los dos cultivos experimentales (Ensayo 1 y 2.), no muestran un efecto consistente del bioinsumo de fique en el control de la enfermedad del tizón tardío de la papa, contrario a los resultados de inhibición micelial a nivel *in vitro* en los cuales éste bioinsumo presentaba un efecto fungicida en medios

de cultivo enmendados con diferentes concentraciones del extracto vegetal [12, 13].

Distintos autores indican que el uso de extractos o fermentos de algunas especies vegetales como cebada (*Hordeum vulgare* L.), trigo (*Triticum Sativum* Lam.), arroz (*Oryza sativa* L.), ajo (*Allium sativum* L.), pimienta (*Capsicum chinense* Jacq.), clavo de olor (*Syzygium aromaticum* L.), entre otros, también han dado resultados exitosos bajo condiciones de laboratorio e invernadero, pero no hay claras evidencias de su eficacia en el campo [8, 17].

Esta reducción la eficacia del bioinsumo de fique, posiblemente se deba a una degradación de tipo físico-químico, causada por las condiciones de campo abierto [18]. La luz, la temperatura, el pH en las zonas tratadas de la planta, la precipitación, y otros factores ambientales pueden ejercer influencia negativa en los principios activos del producto natural aplicado [19]. Esto, puede advertir la necesidad de reducción del intervalo entre aplicaciones en la etapa inicial de ocho a cinco días, con el objeto de mejorar el efecto residual del extracto

Figura 4. Incidencia de *P. infestans*, Ensayo 2

vegetal y disminuir las diferencias encontradas al compararlo con el testigo comercial el cual tiene un tiempo de persistencia alrededor de una semana.

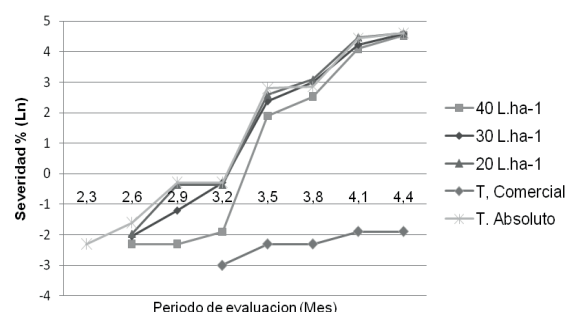
Asimismo, en este tipo de productos vegetales se indica la falta de sensibilidad a bajas concentraciones del compuesto(s) o principio(s) activo(s) del extracto evaluado [8]. En el caso del bioinsumo de fique, alcaloides y saponinas dentro de los metabolitos secundarios reportados como compuestos con propiedades fungicidas de interés [12], los cuales hacen parte de la fracción orgánica del bioinsumo, representando menos del 8% del volumen total del extracto [20].

Los factores mencionados, pudieron incidir en la manifestación del potencial biocida del extracto vegetal sobre el patógeno, ya que la expresión de la enfermedad (incidencia y severidad) en esta investigación estuvo determinada por las condiciones agroclimáticas favorables para *P. infestans*; la variación de temperatura y humedad relativa en la zona de estudio hizo que este patógeno se desarrolle adecuadamente, esporule y libere las esporas, las cuales germinan y penetran en el tejido, produciendo nuevamente la enfermedad [21, 22]. La aparición de esporangios sobre los tejidos en el altiplano de Pasto requieren de una humedad relativa de 80% y una temperatura de 8 a 14°C [14], condiciones agroclimáticas en la zona de estudio entre el mes 1,4 y 2,6 en el primer y segundo ensayo respectivamente.

En esta investigación, solo se pudo destacar un discreto efecto preventivo en el segundo ensayo en las parcelas experimentales con las aplicaciones más altas del bioinsumo (40 L.ha⁻¹) en cinco días con relación al testigo absoluto, sin igualar el efecto encontrado en el tratamiento comercial (Figura 4 y 5); determinándose que una vez que el patógeno entra en el tejido de las plantas tratadas con bioinsumo de fique el desarrollo de la enfermedad se asemeja a los valores de severidad e incidencia del testigo absoluto aun con períodos de aplicaciones del bioinsumo de cinco días.

Finalmente, hay que destacar que el ataque de *P. infestans* presentó un comportamiento inverso en relación al rendimiento por hectárea en los cultivos experimentales, puesto que este patógeno dirige su ataque principalmente al follaje, destruyendo los tejidos de las hojas, disminuyendo la fotosíntesis debido a la reducción de la superficie fotosintética de la planta, afectando la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el follaje y la capacidad de ser trasladada a los tubérculos [22].

Figura 5. Severidad de *P. infestans*, Ensayo 2



CONCLUSIONES

No fue posible establecer un efecto evidente del bioinsumo de fique (*Furcraea gigantea* Vent.) bajo las concentraciones evaluadas en el manejo de la enfermedad de la gota o tizón tardío de la papa en el altiplano de Pasto.

Los valores de incidencia y severidad del patógeno *P. infestans* incrementados a través del tiempo determinaron que el bioinsumo de fique no presenta un efecto fungicida curativo en condiciones de campo abierto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, por la financiación del presente proyecto. A la Universidad de Nariño y al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Pasto.

REFERENCIAS

- [1] CASTRO, I. y CARRERO, C. Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa. 1ed. Valdivia (Chile): Interciencias, 2011, 72 p.
- [2] SHU-GUO, F. Advances in epidemiology and disease management measures of potato late blight. J. Biotechnol., 136 (S), 2008, p. S217 – S231.
- [3] CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). Potato statistics. [online]. Available: <http://www.cipotato.org/potato/stats.asp> [citado 5 de Noviembre de 2011].
- [4] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 2011. Bogotá (Colombia): Editorial JL, 2012, 205 p.
- [5] FAO. Gestión de las plagas y enfermedades de la papa. [online]. Available: <http://www.pota->

- to2008.org/es/lapapa/IYP-5es.pdf [citado 5 Noviembre de 2013].
- [6] JARAMILLO, S. Monografía sobre *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Medellín (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, 2004, 137 p.
- [7] GARCIA, H., MARIN, M., JARAMILLO, S. y COTES, J. Sensibilidad de aislamientos colombianos de *Phytophthora infestans* a cuatro fungicidas sistémicos. Agron. Colomb., 26 (1), 2008, p. 47 – 57.
- [8] DINIZ, L., MAFFIA, L., DHINGRA, O., CASALI, V., RICARDO, H. a MIZUBUTI, E. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. Fitopatol. Brasil, 31 (2), mar – abr, 2006, p. 171-179.
- [9] FOLLECO, J. y CASTAÑO, J. Evaluación *in vitro* de extractos vegetales sobre *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Agron., 14 (1), 2006, p. 37 – 50.
- [10] GOMEZ, J. Evaluación del extracto de fique en el desarrollo *in-vitro* de *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Penz & Sacc. y *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Memorias IV Seminario nacional, frutales de clima frío moderado. Medellín (Colombia), Corpoica, 2001, p. 183 - 188.
- [11] ACEVEDO, J. y SERNA. Optimización del proceso de extracción de material orgánico procedente de fique (*Furcraea* sp.) y observación del efecto biofungicida. Memorias IX Jornada de investigación. Medellín (Colombia): Universidad Pontificia Bolivariana, 2004, 102 p.
- [12] ÁLVAREZ, D., DELGADO, D., SALAZAR, C. y HURTADO, A. Evaluación de la sensibilidad del patógeno *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary al bioinsumo de fique (*Furcraea gigantea* Vent) *in vitro*. Memorias XII Congreso Internacional /XXXVII Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Mérida (México): 2010, 133 p.
- [13] ÁLVAREZ, D., SALAZAR, C., HURTADO, A., DELGADO, D. y ARANGO, O. Sensibilidad *in vitro* de *Phytophthora infestans* al extracto de fique (*Furcraea gigantea* Vent.) y fungicidas sistémicos. Rev. Bio. Agro., 9 (2), 2011, p. 96 – 104.
- [14] BETANCOURTH, C., PORTILLA, E. y SALAS, H. Evaluación de la reacción de nueve genotipos de papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*) al ataque de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. Agron. Colomb., 26 (3), 2008, p. 411-416.
- [15] CLIVE, J. A manual of disease assessment keys for plant diseases. Canada: Canadian Department of Agriculture, 1970, 50 p.
- [16] DI RIENZO, J., CASANOVES, F., BALZARINI, M., GONZALEZ, L., TABLANDA, M. y ROBLEDO, C. InfoStat versión 2012. Córdoba (Argentina): Universidad Nacional de Córdoba, 2012, 336 p.
- [17] PÉREZ, W. y FORBES, G. Manual técnico: El tizón tardío de la papa. Lima (Perú): Centro Internacional de la Papa (CIP), 2008, 41 p.
- [18] KIM, M., CHOI, G. and LEE, H. Fungicidal property of *Curcuma longa* L. rhizome-derived curcumin against phytopathogenic fungi in a greenhouse. J. Agric. Food Chem., 51 (1), 2003, p. 1578 - 1581.
- [19] SCHMUTTERE, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica*). Annu. Rev. Entomol., 35 (1), 1990, p. 271 - 297.
- [20] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Guía ambiental del subsector fiquero. Bogotá (Colombia): 2 Ed., 2006, 27-28 p.
- [21] AGRIOS, G. Plant pathology. 5 ed. United Kingdom: Academic Press, 2005, p. 948.
- [22] RODRÍGUEZ, L., CORCHUELO, G. y ÑUSTEZ, C. Densidad de población y su efecto sobre rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Parada pastusa). Agron. Colomb., 22 (1), 2004, p. 23 - 31.