



## Evaluación de bio-insumos contra el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa

### Bio-inputs evaluation against potato's late blight (*Phytophthora infestans*)

Galo Eduardo Carranza-Arévalo<sup>1</sup>; Alex Adrián Arequipa-Santo<sup>1</sup>;  
Cintia Magaly Alvarez-Proaño<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Ambato. Sector El Tambo-La Universidad, via Cevallos-Quero, Cevallos, Tungurahua, Ecuador. Email: [educarranza@hotmail.es](mailto:educarranza@hotmail.es), [ge.carranza@uta.edu.ec](mailto:ge.carranza@uta.edu.ec)

Recepción: 23/11/2017; Aceptación: 05/01/2019

### Resumen

Se evaluó el efecto de dos bio-insumos en el manejo de la enfermedad del tizón tardío causada por el patógeno *Phytophthora infestans* en un cultivo experimental de papa y en un aislamiento *in vitro* de *P. infestans*. Para el experimento en campo se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones y para el experimento *in vitro* se utilizó un Diseño Completamente al Azar con diez repeticiones. Se evaluaron cuatro tratamientos; T1 (extracto de *A. americana*), T2 (extracto de *A. americana*+*E. tenacellus*), T3 (extracto de *E. tenacellus*) y T4 (testigo absoluto). Durante la experimentación *in vivo* los valores de incidencia (16,82%) y severidad (19,6%) más bajos se obtuvieron con la aplicación de T2, lo cual fue corroborado con una experimentación *in vitro*, en la cual se obtuvieron los mejores valores de inhibición micelial (65,12%), velocidad de crecimiento radial (3,06 mm/día), número de conidios (2,96\*10<sup>6</sup>) y viabilidad de los conidios (54,07%). La mencionada actividad anti fúngica de los bio-insumos en estudio se atribuye a la acción de metabolitos secundarios como los compuestos terpénicos, fenoles, alcaloides, flavonoides y taninos presentes en los mismos.

**Palabras clave:** bio-insumos; tizón tardío; *Solanum tuberosum* L.; *Phytophthora infestans*.

### Abstract

The effect of two bio-inputs for the treatment of the late blight disease caused by the pathogen *Phytophthora infestans* in an experimental potato crop and in an *in vitro* isolation of *P. infestans* was evaluated. For the field experiment the Randomized Complete Blocks Design (RCBD) with 4 repetitions was used and for the *in vitro* experiment a Completely Random Design with 10 repetitions was used. Four treatments were evaluated; T1 (Extract of *A. americana*), T2 (Extract of *A. americana* + *E. tenacellus*), T3 (Extract of *E. tenacellus*) and T4 (Absolute control). During the *in vivo* experimentation, the lowest incidence (16,82%) and severity (1,6%) values were obtained with the application of T2, which was corroborated

**Forma de citar el artículo:** Carranza-Arévalo *et al.*, 2019. Evaluación de bio-insumos contra el tizón tardío (*phytophthora infestans*) de la papa. Anales Científicos 80 (1): 132- 137 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i1.1208>

Autor de correspondencia: Galo Eduardo Carranza-Arévalo. Email: [ge.carranza@uta.edu.ec](mailto:ge.carranza@uta.edu.ec)  
© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

by an *in vitro* experiment, in which the best values for mycelial inhibition (65,12%), radial growth rate (3,06 mm/day), number of conidia ( $2,96 \cdot 10^6$ ) and conidia's viability (54,07%). The aforementioned antifungal activity of the bio-inputs under study is attributed to the action of secondary metabolites such as terpene compounds, phenols, alkaloids, flavonoids and tannins present in them.

**Keywords:** bio-inputs; late blight; *Solanum tuberosum* L.; *Phytophthora infestans*.

## 1. Introducción

El tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary es la enfermedad más importante en el cultivo de la papa causando pérdidas anuales de entre 10% y 15% de la producción (Cooke et al., 2011) .. En la zona andina del país se ven afectados 29 635 ha dedicadas al cultivo de este tubérculo, afectando considerablemente el rendimiento del rubro papa, alcanzando un rendimiento promedio de 14,26 T.ha<sup>-1</sup> según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2016), rendimiento bajo en relación a las 44,6 T.ha<sup>-1</sup> alcanzadas por Estados Unidos (FAO, 2017).

Por tradición, los agricultores utilizan productos químicos para el control de esta enfermedad, lo que ha generado diversos inconvenientes, tales como los elevados costos de producción y por ende de reducción en la rentabilidad del cultivo, el desarrollo de resistencia del patógeno y, en consecuencia, el riesgo que estos representan para la salud de productores y consumidores, además del daño al medio ambiente (Carranza-Arévalo, 2017). Por estos motivos, en la actualidad se ha incrementado el interés en la búsqueda de alternativas más seguras que permitan mitigar el impacto negativo de este tipo de productos (Villacis-Aldaz et al., 2017).

Una estrategia que ha resultado satisfactoria para reducir la utilización de agroquímicos costosos y potencialmente peligrosos, ha sido el manejo integrado de plagas y dentro de esta opción, el uso de sustancias de origen natural, consideradas seguras para la salud humana, el medio ambiente, y aceptadas por los consumidores (Centurión et al., 2013). Una de las propuestas para reducir el uso de productos químicos para el control de enfermedades en plantas es el uso de extractos vegetales (Chirinos et al., 2013), que poseen compuestos como los flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos (Hernández et al.,

2007) los cuales le proporcionan importantes características a los extractos, como son antiapetitivos, antivirales, antimicrobianos o repelentes, que permiten su utilización para proteger los cultivos e incrementar la calidad y su producción alimentaria, ya que tienen la propiedad de ser menos tóxicos y más fácilmente degradables en relación a los agroquímicos.

Por este motivo, la presente investigación ha tenido como objetivo evaluar la actividad antifúngica de bio-insumos como alternativa al control químico de tizón tardío de la papa.

## 2. Materiales y métodos

Se estableció un cultivo experimental de papa variedad chaucha amarilla, evaluado durante los meses de enero hasta abril, en la granja experimental docente "Querochaca" de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, Tungurahua – Ecuador, a 2865 m s.n.m., temperatura promedio de 14,5 °C y 75% de humedad relativa. La experimentación *in vitro* se realizó en el laboratorio de biología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, a condiciones de temperatura (24 °C) y humedad (80%) controladas.

### Obtención de bio-insumos

Se recolectó muestras de *Agave americana* y *Estrobilurus tenacellus* en la zona central andina del país. Posteriormente, se utilizó el equipo de arrastre de vapor (Clevenger) para obtener los extractos acuosos del material vegetal y fúngico (1 kg de material vegetal/fúngico: 1 L de agua), los que se fermentó por seis días a 15 °C y se aplicó vía foliar con intervalos de 8 días, con un total de 15 aplicaciones, hasta los 120 días.

### Evaluación de bio-insumos *in vivo*

Se determinó tomando 10 plantas al azar por unidad experimental. La determinación

de la incidencia (%I) de la enfermedad de determinó mediante la fórmula (%I) y para la severidad (%S) se utilizó la escala gráfica propuesta por James y Clive, 1971 (Alvarez *et al.*, 2013). Para la determinación del área foliar, se utilizó el *software* libre ImageJ (Versión 1.45) y el rendimiento se determinó tomando el peso total de tubérculos cosechados en los surcos centrales de cada parcela y transformando el valor en T.ha<sup>-1</sup>.

### Evaluación de bio-insumos *in vitro*

Se utilizó el método de APD envenenado con los extractos obtenidos, al 100% de concentración, posteriormente se colocaron explantes de 0,5 cm de diámetro de *P. infestans* y se incubó a 23±2°C y 80% de humedad. Se evaluó a las 144 horas posteriores a la inoculación, los siguientes parámetros: porcentaje de inhibición micelial (% IM) mediante la fórmula propuesta por Martínez *et al.*, 1996). La Velocidad de Crecimiento Radial (VCR) se determinó mediante la fórmula, utilizando la relación de Arango-Bedoya *et al.*, 2014. A las 144 horas posteriores a la incubación se determinó: el Número de Conidios (C), empleando una Cámara de Neubauer y, finalmente, se determinó el Porcentaje de Viabilidad de las Conidias (%VC), empleando la fórmula.

### Tratamientos en estudio

**Tabla 1:** Tratamientos usados para el estudio de bio-insumos contra tizón tardío de la papa

Tratamiento	Descripción
T1	Extracto acuoso de <i>Agave americana</i>
T2	Extracto acuoso ( <i>Agave americana</i> + <i>Estrobilurus tenacellus</i> , relación 1:1)
T3	Extracto acuoso de <i>Estrobilurus tenacellus</i>
T4	Testigo absoluto

### Diseño experimental

Para el ensayo *in vivo* se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con repeticiones y para el experimento *in vitro*

se utilizó un Diseño Completamente al Azar con 10 repeticiones.

### Análisis estadístico

Para la interpretación de los resultados de la investigación se utilizó el Análisis de Varianza (ADEVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey 5%, aplicando el Software Estadístico INFOSTAT 2017.

## 3. Resultados y discusión

### Experimento *in vivo*

El tratamiento T2 (extracto acuoso de *Agave americana* + *Estrobilurus tenacellus*, relación 1:1) reveló menor %I y %S durante los tres muestreos realizados, a los 30 días (%I: 11,25 y S: 12,5), 60 días (%I: 13,15 y %S: 14,9), 90 días (%I: 14,75 y %S: 16,8) y 120 días (%I: 16,82 y %S: 19,6). Según Bolívar *et al.* (2009) el efecto de prevención a *P. infestans* puede ser debido al contenido de metabolitos secundarios de los extractos aplicados. Los compuestos terpénicos, fenólicos y alcaloides (Tabla 2) son capaces de actuar sobre diferentes mecanismos químicos y metabólicos y afectar la permeabilidad de la membrana del patógeno, provocando trastornos metabólicos e inhibición del crecimiento micelial (Gende *et al.*, 2008).

**Tabla 2:** Screening fitoquímico de los tratamientos en estudio

Compuesto	<i>A. americana</i>	<i>E. tenacellus</i>	<i>A. americana</i> + <i>E. tenacellus</i>
Aceite esencial	-	+	+
Alcaloides	+	-	+
Cetonas	+	+	+
Fenoles	++	+	++
Flavonoides	++	+	++
Saponinas	+++	++	+++
Taninos	+	++	++
Terpenos	++	++	+++

Presencia: (+) baja, (++) moderada, (+++) alta, (-) nula.

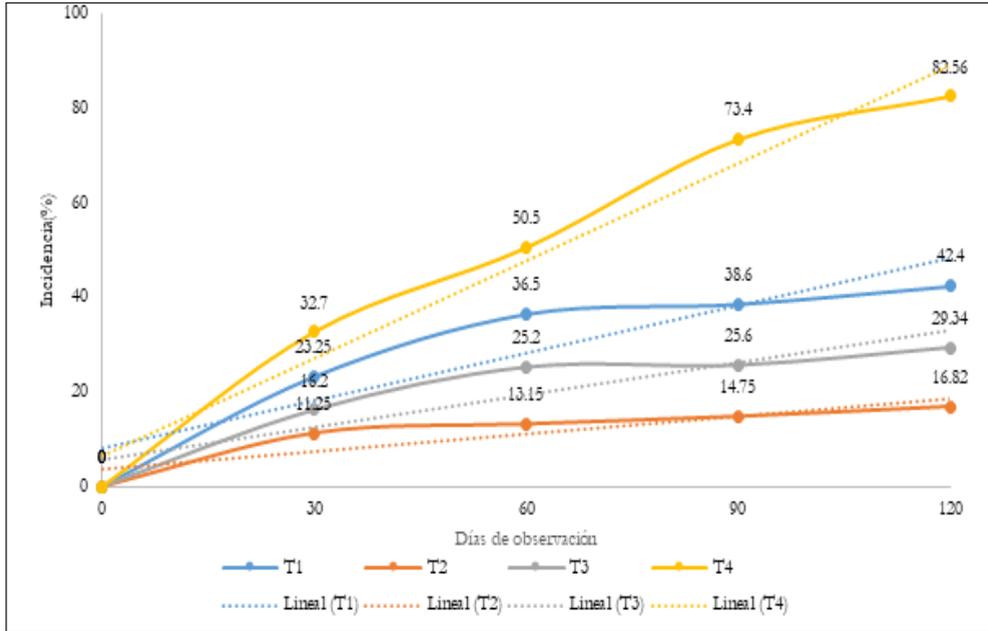


Figura 1: Curva de incidencia (%) de *P. infestans*

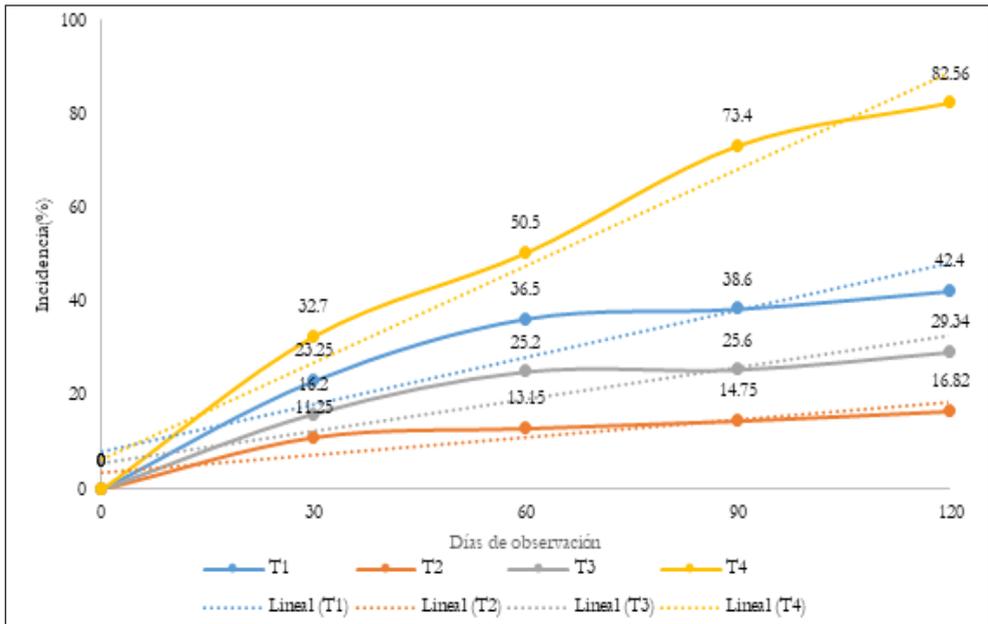
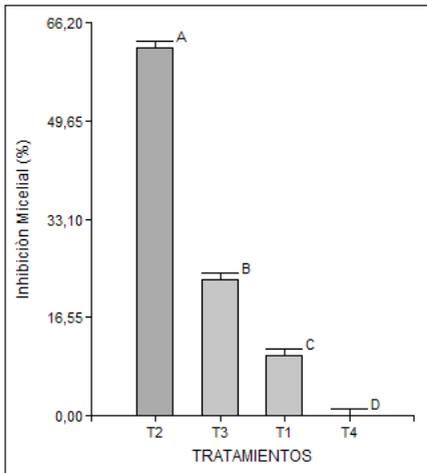


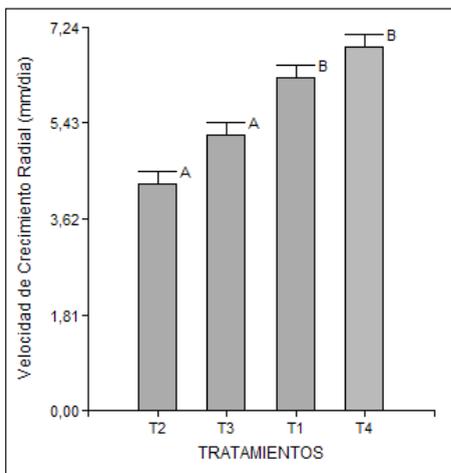
Figura 2: Curva de severidad (%) de *P. infestans* en el cultivo de papa

**Experimento *in vitro***



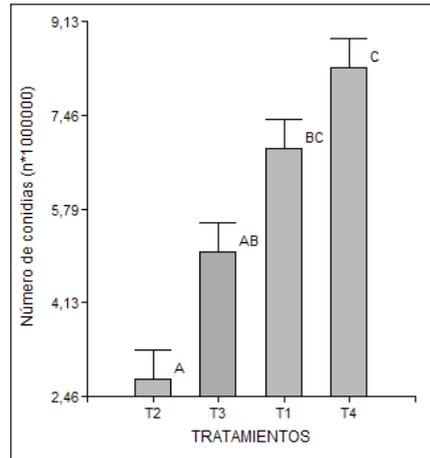
**Figura 3:** Efecto de bio-insumos en la inhibición micelial (%) de *P. infestans*.

La aplicación de los bio-insumos de *A. americana*+*E. tenacellus* en relación 1:1 permitió inhibir el crecimiento micelial en 65,12% en relación al testigo.



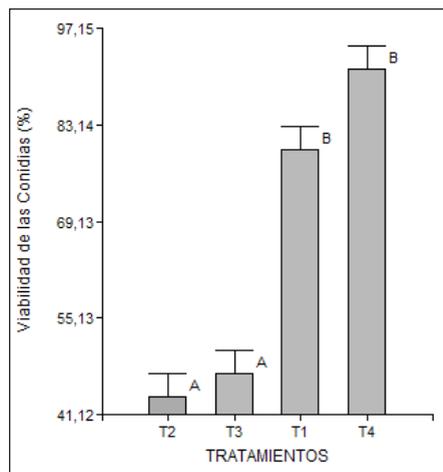
**Figura 4:** Efecto de bio-insumos en la velocidad de crecimiento radial (mm/día) de *P. infestans*.

La velocidad de crecimiento radial se redujo en 3,06 mm/día durante la experimentación *in vitro*, lo cual influye en el desarrollo de la enfermedad.



**Figura 5:** Efecto de bio-insumos en el número de conidios de *P. infestans*.

El número de conidios fue considerablemente reducido con la aplicación de T2, tratamiento en el cual se determinó la presencia de  $2,96 \cdot 10^6$  conidios.



**Figura 6:** Efecto de bio-insumos en la viabilidad de conidios (%) de *P. infestans*.

El uso de los bio-insumos de *A. americana*+*E. tenacellus* en relación 1:1 permitió reducir de forma considerable la viabilidad de los conidios. Se determinó que se redujo 54,07% la viabilidad de los conidios.

#### 4. Conclusión

El uso de los bio-insumos de *A. americana* + *E. tenacellus* en relación 1:1 permite prevenir la incidencia de *P. infestans* en el cultivo de papa. Los experimentos realizados *in vitro* e *in vivo* permitieron afirmar que el uso de bio-insumos permiten prevenir la actividad patógena de *P. infestans* debido a los diferentes mecanismos de acción de metabolitos secundarios como los compuestos terpénicos, fenoles, alcaloides, flavonoides y taninos.

#### 4. Literatura citada

- Álvarez, D.; Hurtado, A.; Salazar, C.; Arango, O. 2013. Evaluación del bioinsumo de fique (*Furcraea gigantea*) en el control del tizón tardío de la papa. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 11(2): 29–36.
- Arango-Bedoya, O.; Hurtado, A.; Pantoja, D.; Santacruz, L. 2014. Actividad inhibitoria del aceite esencial de *Lippia origanoides* H.B.K sobre el crecimiento de *Phytophthora infestans*. *Acta Agronómica* 64 (2): 116–124.
- Bolívar, K.; Sanabria, M.; Rodríguez, D.; Camacaro, M.; Ulacio, D.; Cumana, L.; Crescente, O. 2009. Potencial efecto fungicida de extractos vegetales en el desarrollo *in vitro* del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. y de la antracnosis en frutos de mango. *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 175–181.
- Chirinos, J.; Olivares, B.; Guevara, E. 2013. Efectividad biológica de extractos vegetales en el control *in vitro* de la bacteria fitopatógena *Xanthomona*. *Multiciencias* 13 (2): 115–121.
- Cooke, L.R.; Schepers, H.T.A. M.; Evenhuis, A.; Wander, J. G. N.; Hermansen, A.; Naerstad, R.; Shaw, D. S. 2011. Epidemiology and Integrated Control of Potato Late Blight in Europe. *Potato Research* 54: 183–222.
- FAO [Food and Agriculture Organization]. 2017. El mundo de la papa: América del Norte - Año Internacional de la Papa 2008. Disponible en [http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/america\\_del\\_norte.html](http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/america_del_norte.html)
- INEC [Instituto Nacional de Estadísticas y Censos]. 2016. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. Quito. Disponible en [//www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion ESPAC 2016.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion ESPAC 2016.pdf)
- Villacís-Aldaz, L.; León-Gordon, O.; Santana-Mayorga, R.; Mangui-Tobar, J.; Carranza-Arévalo, G.; Pazmiño-Miranda, P. 2017. Antifungal (*in vitro*) activity of plant extracts for the control of anthracnose (*Colletotrichum acutatum*). *Selva Andina Biosphere* 5 (1):