

**EFFECTO DEL EXTRACTO VEGETAL DE *Heliopsis longipes*
SOBRE HONGOS FITOPATÓGENOS E ÍNDICES DE
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA**

SUSANA SOLIS GAONA

TESIS

Presentada como requisito parcial

**para obtener el grado de
maestro en ciencias en
parasitología agrícola**



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Diciembre de 2002

714685



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

EFFECTO DEL EXTRACTO VEGETAL DE *Heliopsis longipes* SOBRE HONGOS
FITOPATÓGENOS E ÍNDICES DE CRECIMIENTO VEGETAL DEL
CULTIVO DE PAPA

TESIS
POR

SUSANA SOLIS GAONA

TESIS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

COMITE PARTICULAR:

ASESOR PRINCIPAL:



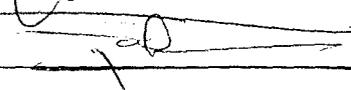
MC. Alberto Flores Olivas

ASESOR :



Dr. Alfonso Reyes López

ASESOR:

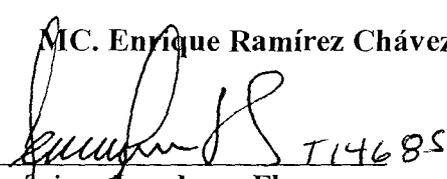


Dr. Jorge Molina Torres

ASESOR:



MC. Enrique Ramírez Chávez



Dr. Jerónimo Landeros Flores

Subdirector de postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Diciembre de 2002

DEDICATORIA

A DIOS

A LAS PERSONAS QUE AMO

FAMILIA:

PADRES

Sra. Ma. Ines Gaona Morales

Sr. Santiago Solís Charles

HERMANOS y FAMILIA

Aere, Flavio, Anía, Dulce, Santiago, Reynaldo y Gela.

A TI AMOR (J.O.C.P)

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por los conocimientos adquiridos

A MI CUERPO DE ASESORES: Dr. Alberto Flores, Dr. Molina Torres, Dr. Alfonso Reyes y MC. Enrique Ramírez por su apoyo, valiosa colaboración y amistad

AL PRODUCTOR COOPERANTE SR. DAVID CABELLO por su disponibilidad

A LA EMPRESA Biocampo, S.A DE C.V. por su colaboración

A TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON EN ESTE TRABAJO

COMPENDIO

Efecto del extracto vegetal de *Heliopsis longipes* sobre hongos fitopatógenos e índices de crecimiento del cultivo de papa.

**POR
SUSANA SOLÍS GAONA**

**MAESTRÍA
PARASITOLOGIA AGRICOLA
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE DEL 2002**

MC. Alberto Flores Olivas - Asesor-

Palabras clave: afinina, *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, auxinas, citocininas, giberelinas

En el presente trabajo de investigación se obtuvo primeramente el extracto de *Heliopsis longipes* cuyo ingrediente principal es la afinina, este proceso se llevo a cabo en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN) Unidad Irapuato.

Se realizó la aplicación en campo del extracto de *H. Longipes* en el rancho Bayonero, Arteaga, Coah. México. Con el objetivo de evaluar, en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el efecto sobre la incidencia de enfermedades causadas por los patógenos de suelo *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Verticillium* spp. Los

tratamientos evaluados fueron: un testigo (T1), el extracto de *Heliopsis longipes* (Asteraceae) cuyo principal ingrediente activo es afinina a 150 ppm/ha (T2), afinina a 250 ppm/ha (T3), afinina a 300 ppm/ha (T4); el extracto comercial Sedric 650 a base de enzimas a 5 L/ha (T5), Sedric 650 a 7 L/ha (T6), Sedric 650 a 10 L/ha (T7); y la bacteria *Bacillus subtilis* a 3 L/ha (T8). Se realizaron cuatro aplicaciones de afinina, tres de Sedric y dos de *B. subtilis*. Los muestreos fueron dos: el primero en tallos a los 45 días después de la siembra y el segundo al momento de la cosecha en tubérculos. La menor incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* AG3 a los 45 días de la siembra se dio con Sedric a 10 L/ha con 17.35 y 8.18 por ciento menos que el testigo respectivamente. A la cosecha la severidad se redujo en un 5.6 por ciento con Sedric a 7 L/ha, 5.0 por ciento con *B. subtilis*. La incidencia al momento de la cosecha disminuyó 11.5 por ciento con Sedric (10 L/ha) y 7.5 por ciento con *B. subtilis* respecto al testigo. Con relación a marchitez vascular ocasionada por *Verticillium* spp y *Fusarium solani*, afinina (300 ppm) y *B. subtilis* tuvieron un 0 por ciento de incidencia de la enfermedad a los 45 días de la siembra. Al momento de la cosecha, Sedric (7 L/ha) disminuyó marchitez vascular 2.5 por ciento respecto al testigo.

En el mismo experimento se evaluaron también los ocho tratamientos sobre los índices de crecimiento vegetal y rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*). Los muestreos de planta completa para cuantificar peso seco y determinar tasa de asimilación neta (TAN), relación de área foliar (RAF), Índice de eficiencia de crecimiento de tubérculo (IECTub), Coeficiente de partición de biomasa de tubérculo, tallo, hoja y raíz (CPB) y tasa de crecimiento relativo de tubérculo y vástago (TCR) fueron tres: el primero a los 54 días después de la siembra; el segundo a los 67 días

después de la siembra; el tercero a los 83 días después de la siembra; y al momento de la cosecha el rendimiento de tubérculos. No resultó diferencia significativa para los índices de crecimiento vegetal, respecto a rendimiento los tubérculos de primera calidad tuvieron diferencia significativa al 0.01 con afinina a 300 ppm/ha (T4).

Además se realizó un análisis de cuantificación de tres fitohormonas posiblemente contenidas o estimuladas con el extracto de *H. longipes* (afinina) por medio de pruebas biológicas, lo cual se hizo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, obteniéndose 96.55 µg/L de auxinas, 2.8118 µg/L giberelinas y 0.975 µg/L de citocininas, suficientes para considerar que este extracto puede ser estimulante de crecimiento en llenado de tubérculos.

ABSTRACT

**Effect of the vegetable extract of *Heliopsis Longipes* on fungi pathogens of potato
and on indexes of growth of crop.**

**BY
SUSANA SOLÍS GAONA**

**MASTER IN SCIENCE
AGRICULTURAL PARASITOLOGY
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DECEMBER 2002**

MC. Alberto Flores Olivas- Advisor-

Key words: affinin, *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, auxins, cytokinins, gibberellins

The present research work, as first instance the of *Heliopsis longipes* extract was obtained where the main bioactive component is the affinin. This process it was carried out at the Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN) Unidad Irapuato.

We carry out the field application of the extract of *H. longipes* (Asteraceae) in the Bayonero ranch, at Arteaga, Coah. México. With the objective of evaluating, in potato (*Solanum tuberosum*), the effect of the incidence of diseases incidence

caused by the soil pathogens *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* and *Verticillium* spp. The evaluated treatments were: a control (T1); three concentrations of the extract of *Heliopsis longipes* (Asteraceae) whose main active ingredient is affinin a 150 ppm/ha (T2), affinin to 250 ppm/ha (T3) and affinin to 300 ppm/ha (T4); Sedric 650, a commercial preparation to 5 L/ha (T5), Sedric 650 to 7 L/ha (T6), Sedric 650 to 10 L/ha (T7); and *Bacillus subtilis* to 3 L/ha (T8). Field experimental applications included: affinin, four applications; Sedric 650, three applications; and *B. subtilis* two applications. Incidence of the diseases was evaluated in two samples, in from: the first in stems 45 days after from sowing and second in tubers at harvest. The lower incidence and severity of *Rhizoctonia solani* AG3 at 45 days after from sowing was: with Sedric 650 to 10 L/ha with 17.35 and 8.18 per cent lower incidence than control respectively. At harvest comparative damage decrease was: Sedric 650 (7 L/ha) 5.6 per cent; *B. subtilis* 5.0 per cent; The incidence at harvest reflected a relative decrease: Sedric 650 (10 L/ha) 11.5 per cent and *B. subtilis* 7.5 per cent compared with the control. In relation to vascular wilt by *Verticillium* spp and *Fusarium solani*, affinin (300 ppm/ha) and *B. subtilis* showed zero per cent incidence of the disease 45 days after from sowing. At harvest, Sedric (7 L/ha) decreased in vascular wilt of 2.5 per cent lower than the control.

In the same experiment we also evaluate the eight treatments on the indexes of vegetable growth and yield in potato (*Solanum tuberosum*). Complete plant samples were used to quantify dry weight and to determine: net assimilation rate (TAN); area relationship to foliate (RAF); efficiency of tuber growth index (IECTub); tubers, stems, leaf and root biomass partition coefficient (CPB); and,

tuber and foliage relative growth rate (TCR) went three: the first to 54 days after from sowing; the second to 67 days after from sowing; the third to 83 days after from sowing: and at harvest, the yield of tubers. There was not significant difference for the indexes of vegetable growth, regarding yield the tubers of first quality had significant difference at the 0.01 with afinina to 300 ppm/ha (T4).

Also carry out a quantification analysis of three phytohormones, contained possibly or stimulated with application of *H. longipes* extract (afinina), for the method of biological evidences, that which was made in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, being obtained 96.55 $\mu\text{g/L}$ of auxins, 2.8118 $\mu\text{g/L}$ gibberellins and 0.975 $\mu\text{g/L}$ of cytokinins, enough to consider that this extract can be stimulating of growth in enlargement of tubers.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
REVISION DE LITERATURA	4
Enfermedades fungosas bajo estudio en papa.....	4
Costra negra por <i>Rhizoctonia solani</i>	4
Síntomas	4
Control de enfermedades	5
Marchitez por <i>Verticillium</i> spp.....	6
Síntomas	6
Control	7
Marchitez por <i>Fusarium</i> spp.....	7
Síntomas	7
Control	8
Extractos vegetales y microbiológicos	9
Importancia.....	9
Extractos vegetales como funguicidas	9
Descripción del extracto de <i>Heliopsis longipes</i>	11
Características generales	11
Uso agrícola	12
Uso de fitohormonas en papa	12
ARTÍCULO 1: EFECTO DEL EXTRACTO VEGETAL DE <i>Heliopsis longipes</i> SOBRE HONGOS FITOPATÓGENOS DE PAPA	14
ARTÍCULO 2: ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS SOBRE INDICES DE CRECIMIENTO VEGETAL Y RENDIMIENTO DE PAPA	24
CONCLUSIONES GENERALES.....	35
LITERATURA CITADA.....	37
APÉNDICE	42

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
Cuadro A.1	Peso seco de órganos de planta de papa en tres muestreos a lo largo del ciclo 2001, rancho Bayonero, Arteaga, Coah., México.	42
Cuadro A.2	Rendimiento de papas Var. Gigant (total y por categorías), rancho Bayonero, Arteaga, Coah., México. Ciclo 2001.	43

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa se considera de importancia económica debido a que es un producto de consumo mundial, ocupando el 4 ° lugar (FAO 2001). En el ámbito nacional ocupa el 2° lugar y el estado de Coahuila, donde se llevo a cabo el experimento, presenta uno de los mayores rendimientos con un promedio de 39.8 ton/ha (SAGARPA 2001).

Pero a su vez los costos de producción son de los más altos y presenta una relación costo beneficio menor que en las otras regiones paperas del país, dado esto por las limitantes de producción como el costo por aplicaciones de agroquímicos que cubre de un 30 a 50% del presupuesto total (CONPAPA 1999) principalmente para el combate de enfermedades entre las que destaca *Phytophthora infestans* que requiere de intervalos de aplicación muy cortos y los patógenos de suelo *Rhizoctonia solani*, *Verticillium* spp y *Fusarium solani* (Alonso, 1996; Agrios, 1998; Nnudo *et al.*, 1979; Smith *et al.*, 1992).

Lo cual trae consecuencias además de económicas, como contaminación al medio ambiente, complicaciones a la salud humana (OMS 1998) por consumo de producto con residuos tóxicos y resistencia al ingrediente activo por las excesivas aplicaciones, por lo que es necesario investigar alternativas que permitan un buen control de las enfermedades además de mejorar la producción, calidad e inocuidad del cultivo.

Para esto valdría considerar el uso de extractos vegetales y productos microbiológicos (Nagtzaan *et al.*, 1998; Schmiedeknecht *et al.*, 1995; 1997).

Dentro de este concepto, el extracto vegetal de *Heliopsis longipes* que resulta ser un complejo de alcanidas de las cuales se presenta primordialmente Afinina, seguida por la N-(2-metilbutil)-2E,6Z,8E-trien-decamida (Molina,1996; García *et al.*, 2002) ha sido utilizado para el control de microorganismos fitopatógenos que afectan entre otros cultivos al de la papa a nivel in vitro (Ramírez *et al.*, 2000; Molina *et al.*, 1999).

Con aplicaciones del mismo extracto en el cultivo de papa en campo se obtuvo una producción más alta comparada con productos químicos sintéticos y otros productos de origen orgánico y microbiológico (Flores, 2001).

Y basándose en que evaluaciones del efecto de fitohormonas sobre papa (*Solanum tuberosum* L) manifiestan que las citocininas y auxinas tienen un efecto positivo en el proceso de formación y llenado de tubérculos (Sergeeva *et al.*, 1994; Uleviciene *et al.*, 1994; Ahmad *et al.*, 1995; Puzina *et al.*, 1996; Borzenkova *et al.*, 1998; Machackova *et al.*, 1998). Se plantean los siguientes objetivos:

- Conocer el efecto del extracto vegetal obtenido de la planta *H. longipes* en comparación con un extracto vegetal comercial y uno microbiológico no comercial sobre incidencia de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Verticillium* spp en el cultivo de papa en la región papera de Coahuila

- Conocer el efecto del extracto vegetal obtenido de la planta *H. longipes* en comparación con un extracto vegetal comercial y uno microbiológico no comercial sobre los índices de crecimiento vegetal y de cosecha en el cultivo de papa en Coahuila, México.
- Realizar una extracción y cuantificación de auxinas, giberelinas y citocininas evaluando el extracto de afinina por método de pruebas biológicas, para determinar si tiene efecto como estimulante vegetal.

REVISION DE LITERATURA

Enfermedades fungosas bajo estudio en papa

Costra negra *Rhizoctonia solani*

El hongo causante de la costra negra se presenta en casi todos los suelos porque tiene una amplia gama de hospedantes; sobrevive en residuos de plantas y, en forma de esclerocios, se disemina fácilmente sobre los tubérculos. Se desarrolla a temperaturas muy diversas. Ocasiona daño considerable en los brotes emergentes cuando las condiciones no favorecen una emergencia rápida, por ejemplo en suelos húmedos y fríos. Es el agente causal de enfermedades en una gran cantidad de hospederos incluyendo pastos, (Agrios, 1998; Pérez y Moreno,1997).

Síntomas

Las lesiones en la punta de los brotes causan retardo o fallas en la emergencia, canchales pardos ligeramente hundidos de varios tamaños y formas afectan los estolones y los tallos subterráneos, al ras o debajo del suelo. Estos canchales pueden circundar el tallo y generar la formación de tubérculos aéreos, marchitez y muerte de la planta. Los estolones así circundados tienden a no producir tubérculos. En la superficie del tubérculo

se forman esclerocios duros de color marrón oscuro o negro. Una capa micelial blanca puede producirse en la base del tallo, pero causa poco daño a la planta (Alonso, 1996).

Control.

Debido a que los esclerocios pueden sobrevivir largo tiempo en el suelo, sólo las rotaciones largas con cereales y pastos pueden reducir la incidencia de la enfermedad. La siembra superficial de tubérculos con buenos brotes reduce su tiempo de exposición al hongo en el suelo. La enfermedad puede ser aminorada con aplicaciones de fungicidas mezclados con suelo en la franja de siembra. Es efectivo el tratamiento de los tubérculos-semilla para reducir el inóculo en las semillas cuando los suelos no están demasiado infestados. Fungicidas a base de captán, PCNB, Benomilo, TCMTB, tolclofos-metil, pencycuron, iprodione, entre otros, pueden controlar la enfermedad. También se menciona a *Bacillus subtilis* *Trichoderma* y algunas especies no patógenas de *Rhizoctonia*; sin embargo, no se puede evitar la importancia de una pérdida económica por la presencia de esclerocios de este hongo en tubérculos de cosecha, los cuales, en variedades para mercado fresco reducen la calidad considerablemente al presentarse estas lesiones aunque sea en un porcentaje bajo. Esto se refleja en una baja o nula ganancia al no ser atractiva para el consumidor (Hwang *et al.*, 1992; Sandoval *et al.*, 1995; Amador, 2001).

Marchitez por *Verticillium* *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*

La marchitez por *Verticillium* puede ser un problema serio en las regiones tropicales y subtropicales y en desiertos irrigados, donde la deficiencia de agua puede ser grave. *V. albo-atrum* es más severo en regiones más frías con periodos prolongados de tiempo cálido y seco. *V. dahliae* está presente en las áreas paperas más calientes y se caracteriza por formar microesclerocios (Romero, 1988; Hooker, 1990).

Síntomas

La enfermedad se caracteriza por un amarillamiento de las hojas, el que comienza en la base de la planta y puede desarrollarse unilateralmente, restringiéndose a los lados de las hojas, el tallo o la planta. Después, la planta puede marchitarse. El sistema vascular de la parte baja del tallo se torna de color marrón. Frecuentemente, las plantas en el campo se vuelven amarillas y maduran precozmente sin una marchitez pronunciada (muerte prematura). El anillo vascular de los tubérculos suele tomar una decoloración marrón claro que se extiende desde la inserción del estolón hasta más allá del centro del tubérculo. Los tubérculos más grandes tienen a menudo ojos decolorados de color marrón claro (ojo rosado). Las dos especies del hongo tienen larga vida en el suelo o en residuos de plantas y su gama de hospedantes es amplia, incluyendo otras solanáceas, algodón y malezas. El inóculo proveniente de la superficie de los tubérculos semilla es importante en la diseminación de la enfermedad. Su interacción con nematodos (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Globodera*), hongos (*Rhizoctonia*,

Colletotrichum, *Fusarium*) y bacterias (*Erwinia*) incrementa los daños (Nnudo *et al.*, 1979; Hooker, 1990; Agrios, 1998).

Control.

Practicar la rotación de cultivos con plantas no susceptibles, como cereales, pastos o leguminosas. Existen variedades de papa resistentes o tolerantes. Tratar los tubérculos - semilla y suelo con fungicidas desinfectantes para eliminar el inóculo. Evitar el estrés por sequía mediante irrigación. Los fungicidas sistémicos son eficaces, utilización de algunos hongos antagonistas (Nagtzaan *et al.*, 1998).

Marchitez por *Fusarium*

Diferentes especies de *Fusarium*, a nivel mundial, causan varias enfermedades, que son favorecidas ante temperaturas cálidas.

Síntomas

La pudrición seca es uno de los problemas más graves en el almacenamiento. Los tubérculos presentan primero lesiones oscuras, ligeramente hundidas, que luego se extienden superficialmente, dejando cavidades internas que pueden contener micelios de diferentes colores según las especies de *Fusarium*. El borde de la pudrición es claramente definido. Aparecen anillos concéntricos sobre la superficie del tubérculo y el micelio externo es evidente. El tubérculo se seca y endurece. Bajo condiciones de

humedad, se desarrolla la pudrición blanda. La infección surge en lesiones superficiales causadas durante la cosecha y por el manipuleo. Se puede reducir mediante curaciones iniciales a los 15°C y 95 por ciento de humedad relativa para inducir la tuberización de las heridas, antes del almacenamiento a baja temperatura. La semilla cortada, inadecuadamente suberizada, puede deteriorarse en condiciones adversas de suelo. Los hongos que causan la marchitez por *Fusarium* provienen del suelo, tubérculo y semilla. Los síntomas consisten en un amarillamiento de las hojas inferiores, moteado de las hojas superiores y marchitez subsiguiente. Los tejidos vasculares de los tallos y de los tubérculos se decoloran. Los tubérculos presentan varios tipos de decoloración interna y externa, ya sea necrosis marrón hundida en la inserción con el estolón o en los ojos, o manchas circulares de pudrición de color marrón. La marchitez se acentúa en climas cálidos. Algunas especies de *Fusarium* se vuelven sistémicas y se transmiten por la semilla (Hooker, 1990; Agrios, 1998; CIP, 2002).

Control.

Usar semilla libre de infección; practicar un buen manejo del agua y rotación de cultivos. Tratar las semillas cortadas con productos químicos y algunos productos orgánicos de protección. (Castro, 1985; Grainage *et al.*, 1988)

Extractos vegetales y microbiológicos

Importancia

Una buena alternativa para el manejo de enfermedades de la papa considerando que la competitividad exige productos con menos riesgos al ambiente y salud humana, es la utilización de productos de origen orgánico como son extractos vegetales, por lo que la evaluación de efectividad biológica de este tipo de productos ha cobrado mayor importancia.

Respecto al uso de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades, las investigaciones han sido enfocadas en mayor proporción al combate de insectos, que a sus efectos sobre microorganismos patógenos de plantas como son los hongos y bacterias (Lagunes *et al.*, 1984).

En el mercado se manejan varios productos basados en extractos de plantas del desierto para el control de hongos y bacterias, como el Sedric 650, producto a evaluar como testigo comercial en el presente trabajo, el cual posee un 65% de enzimas de origen vegetal (Biocampo, 2001).

Extractos vegetales como fungicidas

Existen reportes promisorios de evaluaciones “in vitro” de diversos extractos o aceites provenientes de plantas con actividad antifúngica, lo cual nos da la pauta para

realizar los estudios correspondientes en campo y así determinar su factibilidad como alternativa para el control de enfermedades (Grainage *et al.*, 1988).

Recientemente, en el ámbito nacional se llevan a cabo estudios de evaluación “in vitro” de extractos de plantas del semidesierto, entre ellas la gobernadora y el hojaseñ, colectadas en diversas regiones de nuestro país, contra microorganismos como *Phytophthora infestans* y *Rhizoctonia solani* (Gamboa, 2002).

Además existen reportes promisorios del uso de aceites vegetales de plantas como las aromáticas de Turquía con actividad antifúngica para *Rhizoctonia solani*, *Fusarium moniliforme*, *Phytophthora capsici* y *Sclerotinia sclerotiorum* a nivel “in vitro” (Lagunes *et al.*, 1984).

Las investigaciones sobre nuevos componentes bioactivos parecen concentrarse alrededor de los terpenoides.

Dos terpenoides extraídos del epazote (*Chenopodium ambrosoides*), el cisp-menthadiene 1(7), 8 ol-2 y el ascaridiolo, muestran una fuerte actividad fungicida sobre *Sclerotium rolfsii* (hongo parásita del frijol, zanahoria, sorgo y cacahuate con una inhibición del 90% del hongo con una concentración de 4.0 mg ml⁻¹. Así también el girasol (*helianthus annuus*) produce terpenoides antifúngicos, los ácidos kaurenoico y angeloylgrandiflorico, ambos inhibitorios del crecimiento de las hifas fúngicas de *Verticillium dahliae* con 10 ppm a 48 horas de incubación y de *Sclerotinium sclerotium* usando 10 ppm a 72 horas (Lagunes *et al.*, 1984).

Se evaluó el extracto de planta de hojaseén (*Fluorensia cernua* D.C.) sobre el complejo de hongos que ocasionan el damping off (*Fusarium sp*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa, en la región sureste del estado de Coahuila presentando inhibición de estos hongos (Castro, 1985).

Descripción del extracto de *Heliopsis longipes*

Características generales de Afinina

Es un compuesto alcanida, considerado el principio activo de la planta *Heliopsis longipes* perteneciente a la tribu *Heliantheae* de la familia *Compositae*. La parte de la planta que se usa para extraer la Afinina considerada amida insecticida es la raíz.

Una de las hipótesis de la vía de síntesis de Afinina plantea que procede del ácido mevalónico que es el precursor universal de la síntesis de terpenos, los que poseen actividad antifúngica (García *et al.*, 2002).

Es como un aceite amarillo, viscoso, soluble en disolventes no polares como cloroformo, éter, etc., insoluble en soluciones ácidas y alcalinas. (Molina *et al.*, 2001)

Uso agrícola

Se ha probado su efecto antagónico contra la bacteria *Escherichia coli* a una concentración de 75 µg/mL, así como para *Pseudomonas solanacearum* y *Bacillus subtilis* a una concentración de 150 µg/mL. (Ramírez *et al.*, 2001).

El extracto vegetal que nos concierne en este estudio (de la planta *Heliopsis longipes*) ha sido evaluado “in vitro” como fungicida, sobre el desarrollo de *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotium cepivorum*, los resultados mostraron que inhibe su desarrollo a dosis de 50 y 75 ug/mL. (Ramírez *et al.*, 2001).

La aplicación en papa en campo de la afinina en contraste con otros productos de síntesis química y microbiológicos permitió una mayor producción y calidad de tubérculos (Flores, 2001).

Uso de fitohormonas en papa

Se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. El término “sustancias reguladoras del crecimiento” es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizadas en laboratorio que determinan

respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta. Estas pueden clasificarse en cinco grupos: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno y ácido abcísico.

La aplicación de auxinas en papa afecta positivamente el crecimiento y llenado de tubérculos de acuerdo a experimentos realizados con moléculas de GA3, NAA y BA (Went, 1928; Ahmad *et al.*, 1995).

Las fitohormonas demoninadas auxinas estimulan la capacidad de crecimiento de tubérculos de papa (Borzenkova *et al.*, 1998)

Evaluaciones de aplicaciones exógenas de productos con fitohormonas para determinar el balance y efecto que tienen sobre el desarrollo de tubérculos demuestran que la auxina es una hormona de relevancia en este proceso (Merkys *et al.*, 1994; Metham, 1996; Puzina *et al.*, 1996; Machackova *et al.*, 1998).

Continuas aplicaciones de nitrógeno estimulan la producción de ácido giberélico y deprimen la producción de ácido abcísico lo cual retarda la formación de tubérculos. (Ghassan *et al.*, 2000)

EFECTO DEL EXTRACTO VEGETAL DE *Heliopsis longipes* SOBRE HONGOS FITOPATÓGENOS DE PAPA

Susana Solís-Gaona¹, Omar Domínguez-Arcos¹, Jorge Molina-Torres², Enrique Ramírez-Chávez² y Alberto Flores-Olivas¹.

ABSTRACT

In order to do a comparative evaluation on *Solanum tuberosum* field cultivation disease incidence y severity caused by the soil pathogens *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* and *Verticillium* spp. Experimental treatments consisted of: control; three concentrations of the extract of *Heliopsis longipes* (Asteraceae) whose main active ingredient is affinin (150, 250 and 300 ppm/ha); Sedric, a commercial preparation (5, 7 and 10 L/ha); and the bacteria *Bacillus subtilis* (3 L/ha). Field experimental applications included: affinin, four applications; Sedric, three applications; and *B. subtilis* two applications. Samples were, in stems 45 days after planting and at moment of the harvest tubers. The lower incidence and severity of *Rhizoctonia solani* AG3 at 45 days after planting was with Sedric to 10 L/ha with 17.35 and 8.18% lower incidence than control respectively. At harvest comparative damage decrease was: Sedric (7 L/ha) 5.6%; *B. subtilis* 5.0%; affinin (300 ppm/ha) 3.75%. The incidence to the moment of harvest reflected a relative decrease of: Sedric (10 L/ha) 11.5% and *B. subtilis* 7.5% compared with the control. In relation to vascular wilt by *Verticillium* spp and *Fusarium solani*, affinin (300 ppm/ha) and *B. subtilis* showed 0% incidence of the disease 45 days after planting. At harvest, Sedric (7 L/ha) decreased in vascular wilt of 2.5% lower than the control.

Additional keywords: *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, afinina, chilcuague

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro C.P. 25715. Depto. de Parasitología Agrícola, Saltillo, Coahuila, México. e-mail: aflooli@uaaan.mx, susyale@nuevoleon.com

² CINESTAV IPN, Unidad Irapuato, Guanajuato, México.

INTRODUCCION

Actualmente el control de los microorganismos fitopatógenos del cultivo de la papa como en el caso de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Verticillium* spp (1, 15, 11) se realiza con productos químicos sintéticos, los cuales se aplican indiscriminadamente. Ello trae consecuencias negativas como: contaminación al medio ambiente, a la salud humana por residuos tóxicos en campo y en el producto de consumo (17), además de seleccionar variantes genéticas tolerantes a los productos químicos sintéticos y consecuentemente un incremento en los costos de producción.

Una buena alternativa para el manejo de estas enfermedades considera el uso de productos biológicos a base de extractos de origen vegetal (5, 12) o de hongos y bacterias antagónicos a los microorganismos fitopatógenos de la papa (6; 7).

Dentro de este concepto, el extracto de las raíces de *Heliopsis longipes* presenta una mezcla compleja de alcaloides de las cuales se presenta primordialmente Afinina, seguida por la *N*-2-metilbutil)-2*E*,6*Z*,8*E*-trien-decamida (4, 8) ha sido utilizado para el control de microorganismos fitopatógenos que afectan entre otros cultivos al de la papa a nivel *in vitro* (9, 12) y por lo tanto el presente trabajo se enfocó a observar el efecto del extracto vegetal obtenido de la planta *H. longipes* sobre la incidencia de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Verticillium* spp en el cultivo de papa en la región papera de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del extracto de *Heliopsis longipes*

Se utilizaron plantas de *Heliopsis longipes* (Gray) Blake de cultivos en puerto de Tablas municipio de Xichú, en el estado de Guanajuato. El proceso de obtención del extracto de sus raíces se realizó en el laboratorio de Fitoquímica en CINVESTAV U-Irapuato por medio de la técnica descrita por Molina-Torres y col. (8).

La cuantificación de afinina presente en el extracto se realizó en un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard GC Mod. 5890) equipado con una columna capilar HP-1MS (30 m x 0.25 mm i.d.; 0.25 μm) y acoplado a un detector selectivo de masas (Hewlett Packard Mod. 5972 MSD).

Evaluación de campo

El trabajo de campo se llevó a cabo en el ciclo primavera verano 2001 en el rancho El Bayonero ubicado en el ejido Emiliano Zapata, municipio de Arteaga, Coahuila y el análisis de las muestras para determinar las especies presentes que fueron *R. solani*, *F. solani* y *Verticillium* spp se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Depto. De Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Los tratamientos evaluados en campo fueron: 1 testigo, el extracto vegetal de *Heliopsis longipes* cuyo ingrediente activo es afinina a 150, 250 y 300 ppm/ha, el extracto comercial sedric a 5, 7 y 10 L/ha y la bacteria antagonica *Bacillus subtilis* a 3 L/ha.

Se realizaron cuatro aplicaciones de Afinina, tres de Sedric y dos de *B. subtilis*.

Efecto sobre patógenos

Incidencia y severidad

Para determinar incidencia y severidad de *R. solani* en tallos de papa se tomaron dos plantas por parcela experimental a los 45 días después de la siembra, a estas plantas se les midió el número de tallos dañados y la longitud del daño de lesiones para cada tallo ocasionadas por el hongo en centímetros. La segunda toma de muestra se realizó al momento de la cosecha para evaluar incidencia en tubérculos de papa de acuerdo a la escala modificada de Carling y Leiner (3).

(0 = 0 %, 1 = 25 %, 2 = 50 %, 3 = 75% y 4 = 100 %).

Se identificó la especie de *Rhizoctonia solani* (16), y se confrontó con los grupos de anastomosis 2, 3, 4 y 7 del Centro Nacional de Referencia, resultando positiva para el AG3.

Las mismas plantas se examinaron para observar presencia o no de síntomas de marchitez vascular ocasionado por *F. solani* y *Verticillium* sp, se determinó el por ciento de daño con respecto al número total de tallos. La identificación de la especie de *Fusarium* fue apoyándose en el manual of University de Sydney (2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el combate de enfermedades, como se observa en la figura 1 y 2, el producto Sedric 50 a una dosis de 10 litros por hectárea presentó la menor severidad e incidencia de *Rhizoctonia solani* AG3 (8.179 y 17.35 % menos que el testigo respectivamente) seguido por el tratamiento que incluye a *B. subtilis*, con 7.026 % menos severidad que el testigo y una ligera disminución de 0.4 % de incidencia en el muestreo realizado a los 45 días de la siembra. Para el caso del muestreo al momento de la cosecha la severidad se redujo en un 1.6 por ciento con el tratamiento de 7 litros por hectárea de Sedric, 5.0 por ciento con *B. subtilis*, 3.75 y 1.25 por ciento con Afinina a 300 y 150 ppm respectivamente. La incidencia al momento de la cosecha reflejó una disminución de 11.5 por ciento respecto al testigo con Sedric a 10 litros por hectárea, *B. subtilis* a 3 litros por hectárea disminuyó 7.5 por ciento con respecto al testigo, comportamiento similar que en experimentos realizados aplicando *B. subtilis* a semillas tubérculos donde se redujo en un 67 % la incidencia de Rhizoctoniasis (13, 14), con Afinina a 300 ppm hubo una ligera disminución de 1.1 por ciento.

Con relación a marchitez vascular que se presenta en la figura 3, el tratamiento con Afinina a 300 ppm y la bacteria *Bacillus subtilis* tuvieron un control del 100 por ciento de la enfermedad en la etapa vegetativa del cultivo. Lo cual coincide con resultados obtenidos por Nagtzaam (10) que aplicó *B. subtilis* en combinación con otros antagonistas y encontró control de *Fusarium* spp y *Verticillium* spp. Los tratamientos que incluían Afinina a 150 ppm/ha y Sedric a 5 l/ha mostraron 73 % menos daño que el testigo y con afinina a 250 ppm/ha un 69 % daño menor ocasionado por *Fusarium solani* y *Verticillium* spp con respecto al testigo a los 45 días de la siembra y a la cosecha el Sedric a 7 L/ha presentó una ligera disminución en marchitez de un 2.5 % respecto al testigo.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar, en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el efecto sobre la incidencia de enfermedades causadas por los patógenos de suelo *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Verticillium* spp. Los tratamientos evaluados fueron: un testigo, el extracto de *Heliopsis longipes* (Asteraceae) cuyo principal ingrediente activo es afinina (150, 250 y 300 ppm/ha), el extracto comercial Sedric (5, 7 y 10 L/ha) y la bacteria antagonista *Bacillus subtilis* (3 L/ha). Se realizaron cuatro aplicaciones de afinina, tres de Sedric y dos de *B. subtilis*. Los muestreos fueron, en tallos a los 45 días de la siembra y al momento de la cosecha en tubérculos. La menor incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* AG3 a los 45 días de la siembra se dio con Sedric a 10 L/ha con 17.35 y 8.18 % menos que el testigo respectivamente. A la cosecha la severidad se redujo en un 5.6 % con Sedric a 7 L/ha, 5.0 % con *B. subtilis*, 3.75 % con afinina (300 ppm/ha). La incidencia al momento de la cosecha disminuyó 11.5 % con Sedric (10 L/ha) y 7.5 % *B. subtilis* respecto al testigo. Con relación a marchitez vascular ocasionada por *Verticillium* spp y *Fusarium solani*, afinina (300 ppm) y *B. subtilis* tuvieron un 0 % de incidencia de la enfermedad a los 45 días de la siembra. Al momento de la cosecha, Sedric (7 L/ha) disminuyó marchitez vascular 2.5 % respecto al testigo.

LITERATURA CITADA

1. AGRIOS, G. N. 1998. Fitopatología. Ed. Limusa, 2^a edición. México. 838 pp.
2. BURGESS, L. W. 1988. Laboratory manual for *Fusarium* research. 2^a ed. Ed. The University of Sydney. p 98.
3. CARLING, D. E. y R. H. LEINER. 1990. Virulence of isolates of *Rhizoctonia solani* AG3 collected from potato plant organs and soil. Plant disease 74 (11): 901-903.

4. GARCÍA-CHÁVEZ A, E. RAMÍREZ-CHÁVEZ, J. MOLINA-TORRES. 2002. El Género *Heliopsis* (Heliantheae; Asteraceae) en México y las alcanidas presentes en sus raíces. *Acta Botánica Mexicana*.
5. GRAINAGE, M. y AHMED S. 1988. *Handbook of plants with pest control properties*, Wiley-Interscience, New York.
6. JOHANNES, S.-M. TSCHEN. Control of plant pathogenic fungus *Rhizoctonia solani* by microorganisms. National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China. <http://www.kcllc.or.jp/humboldt/ostasien/tschen.htm>
7. LIU, D. y N. ANDERSON. 1992. Biological control of potato scab with suppressive isolates of *Streptomyces*. *Phytopathology* 82, p. 1108.
8. MOLINA-TORRES, J., R. SALGADO-GARCIGLIA, E. RAMÍREZ-CHÁVEZ and R. DEL-RIO. 1996. Purely olefinic alkaloids in *Heliopsis longipes* and *Acmella* (*Spilanthes*) *oppositifolia*. *Biochemical systematics and Ecology* 24:43-4764: 241-248.
9. MOLINA-TORRES, J., A. GARCÍA-CHÁVEZ Y E. RAMÍREZ-CHÁVEZ. 1999. Antimicrobial properties of natural alkaloids traditionally used in Mesoamerica: capsaicin and capsaicin. *Journal of Ethnopharmacology* 64: 241-248.
10. NAGTZAAN, M.P.M., G.J. BOLLEN y A.J. TERMORSHUIZEN. 1998. Efficacy of *Talaromyces flavus* alone or in combination with other antagonists in controlling *Verticillium dahliae* in growth chamber experiments. *Journal of Phytopathology*. 146: 165-173.
11. NNUDO, E. C. and HARRISON, M. D. 1979. The relationship between *Verticillium albo-atrum* inoculum density and potato yield. *Am. Potato J.* 56:11-25

12. RAMÍREZ-CHÁVEZ, E., L. LUCAS-VALDEZ, G. VIRGEN-CALLEROS Y MOLINA-TORRES. 2000. Actividad fungicida de afinina y extracto crudo de raíces de *Heliopsis longipes* sobre dos especies de *Sclerotium*. *AgroCiencia*. 34(2): 207-217.
13. SCHMIEDEKNECHT, G., H. BOCHOW, H. JUNGE. 1995. Biological control of fungal and bacterial pathogens of potato. 47th International Symposium on Crop Protection 60: 335-342.
14. SCHMIEDEKNECHT, G., H. BOCHOW y H. JUNGE. 1997. Biocontrol of seed and soil borne diseases in potato. Proceedings of the 49th International Symposium on Crop Protection 62: 1055-1062.
15. SMITH, I. M., J. DUNEZ, R. A. LELLIOT, D.H. PHILLIPS y S. A. ARCHER. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 671 pp.
16. SNEH, B., L. BURPEE y A. OGOSHI. 1990. Identification of *Rhizoctonia* Species., APS Press, St. Paul Minnesota, U. S. A., 133 pp
17. www. <http://onunet.org>. Organización Mundial de la salud, 1998.

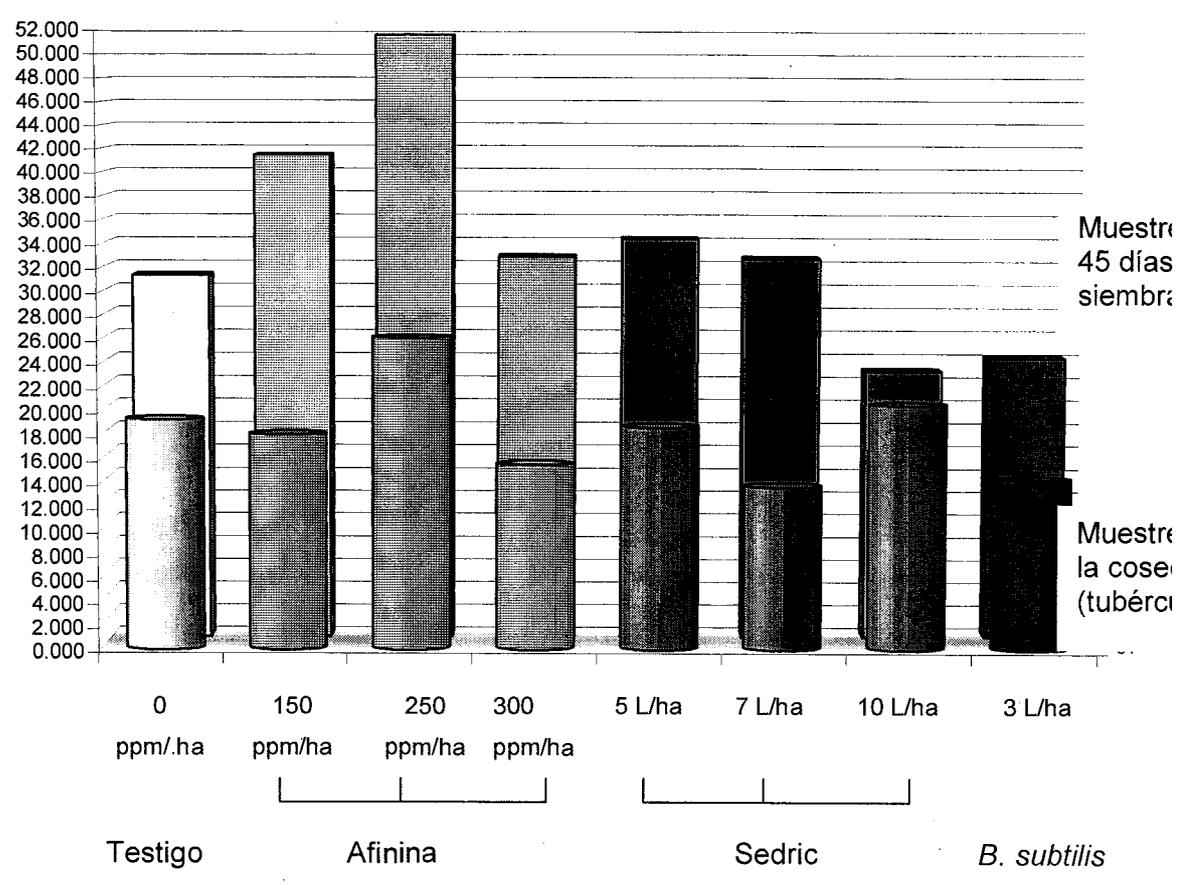


Figura 1. Severidad de *Rhizoctonia solani* AG3 de dos muestreos en cultivo de papa Var. Gigant, en rancho Bayonero, Arteaga, Coah. Ciclo prim-ver. 2001

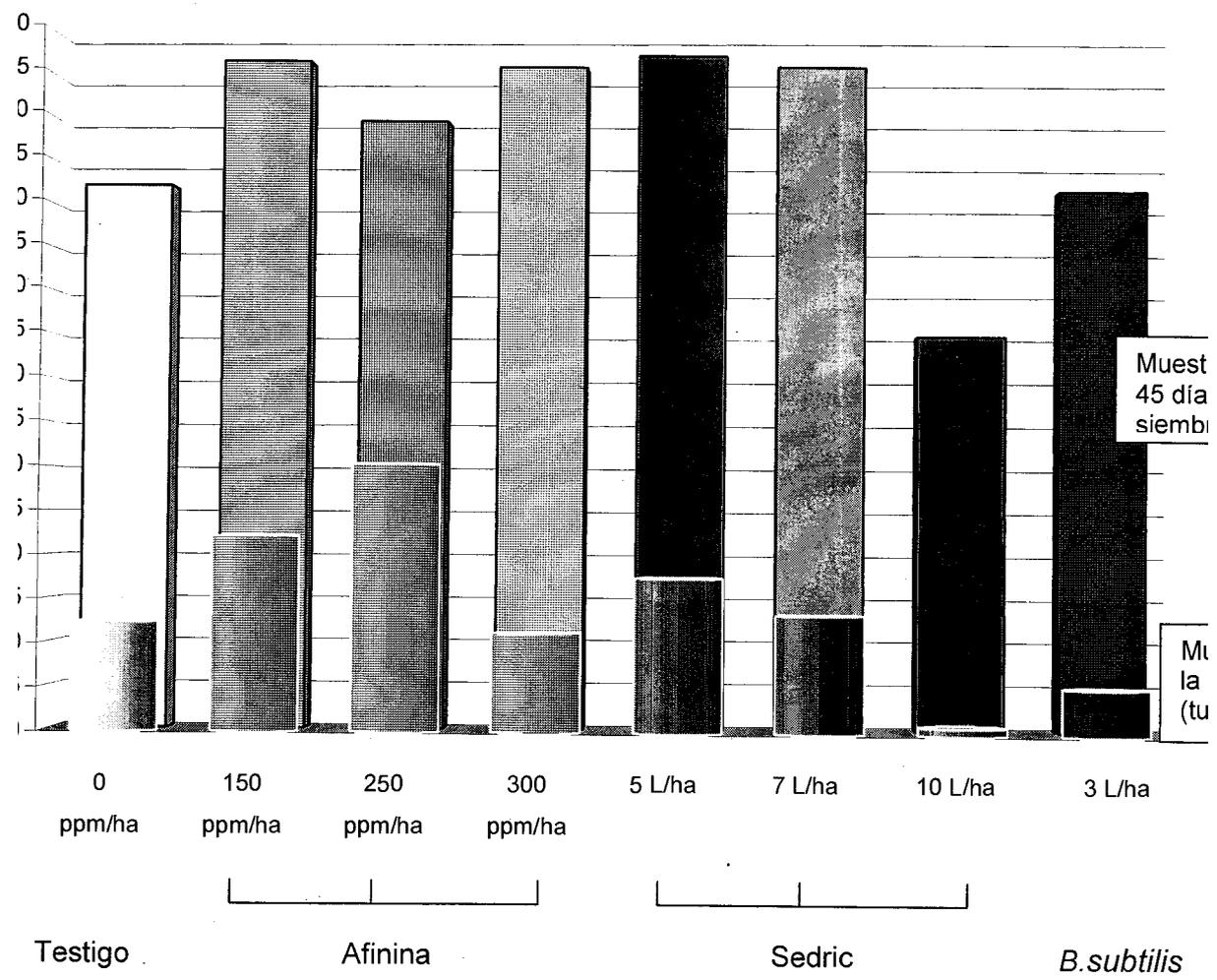
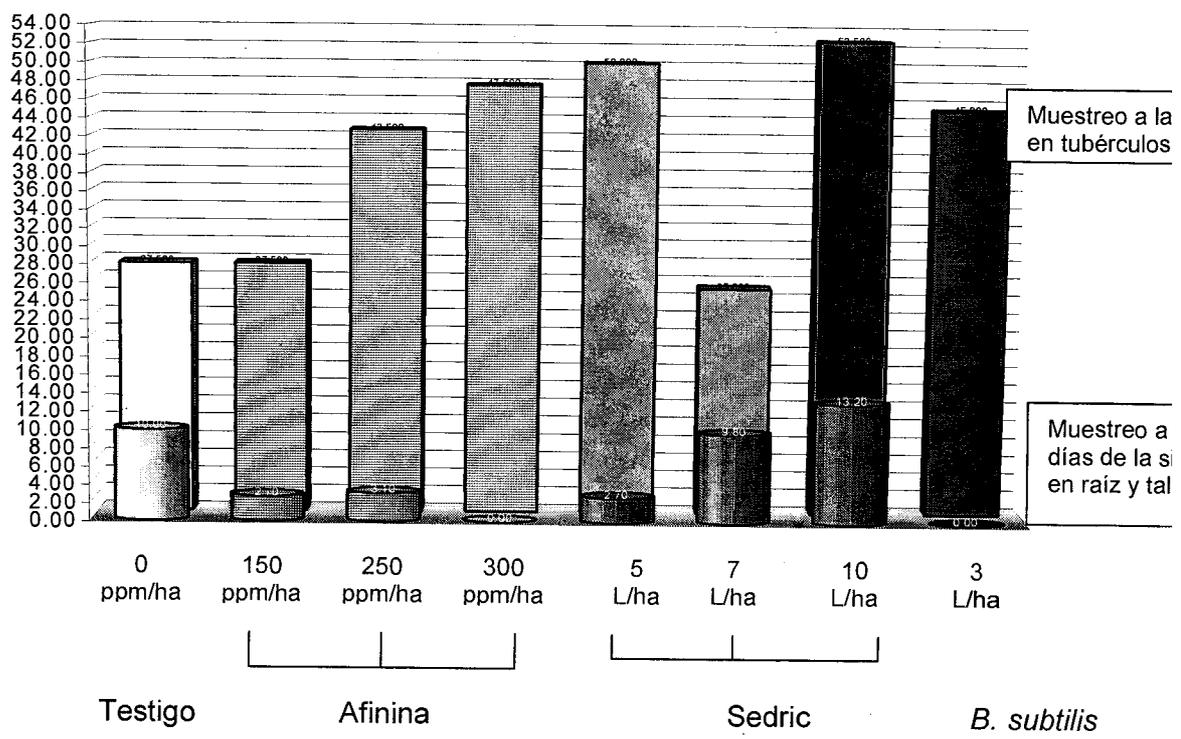


Figura 2. Incidencia de *Rhizoctonia solani* AG3 de dos muestreos en cultivo de papa Var. Gigant, en rancho Bayonero, Arteaga, Coah. Ciclo prim.-ver. 2001



gura 3. Marchitez vascular ocasionada por *Fusarium solani* y *Verticillium* sp en cultivo papa Var. Gigant en rancho Bayonero, Arteaga, Coah. Ciclo prim-ver. 2001

Alternativas biológicas sobre índices de crecimiento vegetal y rendimiento de papa

Por:

Susana Solís-Gaona, Alfonso Reyes-López y Alberto Flores-Olivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro C.P. 25715. Depto. de Parasitología Agrícola, Saltillo, Coahuila, México. e-mail: aflooli@uaaan.mx, susyale@nuevoleon.com y

Jorge Molina-Torres, Enrique Ramírez-Chávez, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato, Guanajuato, México.

Agradecimientos: Dr. Víctor Olalde (CINVESTAV) por proporcionar el material de *Bacillus subtilis*, a Sr. David Cabello productor cooperante, a la empresa Biocampo S.A. de C.V. por la colaboración en este trabajo.

Resumen. Se realizó un análisis de cuantificación de fitohormonas estimuladas por el extracto de *Heliopsis longipes* (Asteraceae) cuyo ingrediente activo principal es afinina usando el método de pruebas biológicas para auxinas, giberelinas y citocininas, el mismo extracto fue evaluado sobre índices de crecimiento vegetal y rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*) en campo a dosis de afinina 150, 250 y 300 ppm/ha, comparado con el extracto comercial Sedric (5, 7 y 10 L/ha) y la bacteria antagonista *Bacillus subtilis* (3 L/ha). Se realizaron cuatro aplicaciones de afinina, tres de Sedric y dos de *B. subtilis*. Los muestreos de planta completa para cuantificar peso seco y determinar tasa de asimilación neta (TAN), relación de área foliar (RAF), Índice de eficiencia de crecimiento de tubérculo (IECTub), Coeficiente de partición de biomasa de tubérculo, tallo, hoja y raíz (CPB) y tasa de crecimiento relativo de tubérculo y vástago (TCR) fueron a 54, 67 y 83 días de la siembra y al momento de la cosecha el rendimiento de tubérculos. No resultó diferencia significativa para los índices de crecimiento vegetal, respecto a rendimiento los tubérculos de primera calidad tuvieron diferencia significativa al 0.01 con afinina a 300 ppm/ha (T4). Las fitohormonas estimuladas por el extracto de *Heliopsis longipes* (afinina) fueron 96.55 µg/L de auxinas, 2.8118 µg/L de giberelinas y 0.975 µg/L de citocininas, suficientes para considerar que este extracto puede ser estimulante de crecimiento en llenado de tubérculos. Palabras clave: afinina, auxinas, giberelinas, citocininas, fitohormonas

Abstract. we proceeded to quantify the stimulated phytohormones by the extract of *Heliopsis longipes* (Asteraceae) whose main active ingredient is afinina for the method of biological tests for auxins, gibberellins and cytokinins, this extract was evaluated on indexes of vegetable growth and yield in potato crop (*Solanum tuberosum*), to 150, 250 and 300 ppm/ha of afinina, compared with the commercial extract Sedric (5, 7 and 10 L/ha) and the antagonistic bacteria *Bacillus subtilis* (3 L/ha) it was. they were carried out four afinina applications, three of Sedric and two of *B. subtilis*. The samplings of complete plant to quantify dry weight and to determine rate of net assimilation (TAN), area relationship to foliate (RAF), Index of efficiency of tuber growth (IECTub). Coefficient of partition of tuber biomass, shaft, leaf and root (CPB) and rate of relative growth of tuber and offspring (TCR) they went to 54, 67 and 83 days of the siembra and to the moment of the crop the yield of tubers. It was not significant difference for the indexes of vegetable growth, regarding yield the tubers of first quality had significant difference at the 0.01 with afinina to 300 ppm/ha (T4). the estimated phytohormones in the extract of *Heliopsis longipes* (afinina) were 96.55 µg/L of auxins, 2.8118 µg/L of gibberellins and 0.975 µg/L of cytokinins. adequate to consider that this extract can be stimulating of growth in enlargement of tubers.

Additional keywords: afinina, auxins, gibberellins, cytokinins, phytohormones

INTRODUCCION

La utilización de productos de origen orgánico sobre cultivos para la inocuidad alimentaria ha cobrado importancia como es el caso de los extractos vegetales y dentro de esta alternativa biológica el extracto de *Heliopsis longipes* que es un complejo de alcaloides, de las cuales se encuentra primordialmente afinina, seguida por la N-(2-metilbutil)-2E,6Z,8-trien-decamida (Molina, 1996; García, 2002) ha sido utilizado para el control a nivel in vitro de microorganismos fitopatógenos (Ramírez, 2000; Molina, 1999) y en aplicaciones con el mismo extracto en el cultivo de papa en campo se obtuvo una producción más alta comparada con productos químicos sintéticos y otros productos de origen orgánico microbiológico (Flores, 2001). Fundamentándose en que evaluaciones del efecto de fitohormonas sobre papa (*Solanum tuberosum* L) manifiestan que las citocininas y auxinas tienen un efecto positivo en el proceso de formación y llenado de tubérculos (Sergeev, 1994; Uleviciene, 1994; Ahmad, 1995; Puzina, 1996; Borzenkova, 1998; Machackov, 1998) El presente estudio se realizó para evaluar el efecto del extracto de afinina en comparación con un extracto vegetal y uno microbiológico sobre los índices de crecimiento vegetal y de cosecha en el cultivo de papa en Coahuila, México, además de realizar la extracción y cuantificación de auxinas, giberelinas y citocininas estimuladas por el extracto de afinina mediante pruebas biológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del extracto de *Heliopsis longipes*

Este proceso se llevó a cabo en CINVESTAV, Irapuato, México por medio de la técnica descrita por Molina, 1996. Se utilizaron raíces de plantas de *Heliopsis longipes* (Gruenke Blak, colectadas en Guanajuato, México. La cuantificación de afinina presente en el extracto se realizó en un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard GC Mod. 5890) equipado con una columna capilar HP-1MS (30 m x 0.25 mm i.d.; 0.25 μ m) y acoplado a un detector selectivo de masas (Hewlett Packard Mod. 5972 MSD).

Evaluación del extracto de *Heliopsis longipes* en campo

El trabajo de campo se llevó a cabo en el año 2001 en el rancho El Bayonero ubicado en Arteaga, Coahuila, México. La evaluación de peso seco para calcular los índices de crecimiento vegetal se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el rendimiento de tubérculos se cuantificó en campo.

Los tratamientos evaluados en campo fueron: T1 (testigo), T2 (el extracto de *Heliopsis longipes* cuyo ingrediente activo es afinina a 150 ppm/ha), T3 (el extracto de *Heliopsis longipes* cuyo ingrediente activo es afinina a 250 ppm/ha), T4 (el extracto de *Heliopsis longipes* cuyo ingrediente activo es afinina a 300 ppm/ha), T5 (el extracto comercial Sedric a 5 L/ha), T6 (el extracto comercial Sedric a 7 L/ha), T7 (el extracto comercial Sedric a 10 L/ha), y T8 (*Bacillus subtilis* a 3 L/ha), se instalaron cuatro repeticiones para cada tratamiento. Se realizaron cuatro aplicaciones de Afinina, tres de Sedric y dos de *B. subtilis*.

Determinación de índices de crecimiento

Se evaluó su efecto como estimulante vegetal en el desarrollo de los diferentes órganos de la planta (tallo, raíz, hoja y tubérculos) calculando los índices de crecimiento de la planta en base a peso seco, para lo cual se realizaron 3 tomas de muestras (planta completa por parcela experimental); la primera a 54 días después de siembra (dds), el segundo a 67 dds, y el tercero a 83 dds. Las fórmulas utilizadas son las que se describen de acuerdo a (Leoped, 1975)

Definición de los índices de crecimiento vegetal evaluados en papa.

Índice

ΓAN Tasa de asimilación neta (mg/cm²/día). Es la eficiencia de las plantas en producir peso seco por unidad de área foliar.

RAF Relación de área foliar (cm²/g). Es la relación entre la superficie asimilatoria y la materia seca total que esta produce.

ECTub Índice de eficiencia de crecimiento de tubérculo.

CPB El Coeficiente de partición de biomasa para tallos, hojas, raíz y tubérculos. Es la proporción de hojas, tallos, raíz y tubérculos con respecto al total de la biomasa.

CR Tasa de crecimiento relativo de tubérculos y vástago (mg/g /día). Es la tasa de acumulación de peso seco en tubérculos y parte aérea o vástago de la planta por cada unidad de peso seco presente.

Rendimiento

Se clasificó el número de tubérculos por parcela experimental en base a categorías previamente definidas por tamaño, las cuales son: primeras (más de 65 mm.), segundas (55 a 65 mm.), terceras (45 a 55 mm.) y resto (menos de 45 mm., y rajadas).

Con los datos obtenidos para cada fecha de muestreo, se efectuó el análisis de varianza (ANVA) de cada una de las variables, prueba de comparación de medias por Tuckey, además de una correlación de variables fisiológicas con rendimiento total y por categorías, con apoyo de los programas estadísticos Statistica, Mstate y el de la UANL.

Extracción y cuantificación de fitohormonas

La extracción, purificación y cuantificación de auxinas, giberelinas y citocininas estimuladas por el extracto de *Heliopsis longipes* (afinina) se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utilizando un rotavapor R 110, placas de cromatografía de capa fina, pruebas biológicas con semillas de trigo, lechuga y amaranto respectivamente de acuerdo a la metodología utilizada por (Ramírez, 1979).

RESULTADOS

Índices de crecimiento de papa

Los resultados de los análisis de varianza reflejaron que no hubo diferencia significativa para las variables índices de crecimiento vegetal.

De acuerdo a Reyes Castañeda ¹⁵, que indica no obligatorio la diferencia significativa entre tratamientos respecto a $P > F$ para realizar Pruebas de comparación de medias, se utilizó en este trabajo la Prueba de Tuckey, los resultados se muestran en el Cuadro 1 y TAN entre los 67 y 83 ddds presento diferencia al 0.05 siendo el mejor T6 (Sedric a 7 L/ha), el IECTub entre los 54 y 67 ddds siendo el mejor T6 (sedric a 7 L/ha), el CPBHoj a los 54 ddds siendo el mejor T6 (Sedric a 7 L/ha) en contraste con el CPBHoj a los 83 ddds donde T7 (Sedric a 10 L/ha) fué el mejor. El CPBraíz a los 54 ddds fue significativo siendo el mejor T5 (Sedric a 5 L/ha), a los 83 ddds fue altamente significativo para T7 (Sedric a 10 L/ha) La TCRtub fue significativa siendo el mejor T3 (afinina a 250 ppm/ha).

Rendimiento

Se presentó diferencia altamente significativa (0.01) entre tratamientos para rendimiento de categoría primera siendo el mejor el T4, (Afinina a 300 ppm/ha) como puede observarse en el cuadro 1 y la figura 1, con respecto al testigo presento un incremento de 8.6 por ciento de tubérculos de primera.

Correlación de índices de crecimiento de papa con rendimiento

Del análisis de múltiple regresión de las variables de índices de crecimiento y rendimiento por categorías se puede observar que ninguno de los índices de crecimiento de papa presentó relación directa con los tubérculos de categoría primera que fueron lo mayormente producidos del rendimiento total, más si para el caso de rendimiento de categoría segunda pues a los 54 días después de siembra con T5 (Sedric a 5 L/ha) tuvo relación negativa el CPBraíz provocando más tubérculos de categoría tercera y El IECTu entre los 67 y 83 ddds se vio directamente relacionado con el rendimiento final de tubérculos de categoría segunda, esto sugiere que falto realizar un último muestreo de planta donde quizá el IECTub estaría más relacionado con la mayor producción que fue de tubérculos de categoría primera.

extracción y cuantificación de fitohormonas

La aplicación del extracto de *Heliopsis longipes* promovió una concentración de auxinas de 5.55 µg/L de giberelinas de 2.8118 µg/L y de citocininas de 0.975 µg/L por lo que se puede considerar como alternativa de uso como estimulante de crecimiento vegetal ya que el alto contenido auxínico presente en el extracto pudo ser el responsable de la mayor producción de tubérculos de calidad primera con la aplicación de este extracto a una dosis de 300 ppm/ha, congruente con trabajos de investigación que revelan que aplicaciones biológicas de productos a base de auxinas promueven el llenado de tubérculos (Machackova, 1998; Uleviciene, 1994; Merkys, 1994).

CONCLUSIONES

La aplicación del extracto de afinina no tuvo efecto sobre los índices de crecimiento de papa.

En cuanto al rendimiento presentó mayor producción total y de tubérculos de categoría primera la aplicación de afinina a las tres dosis, siendo la mejor la de 300 ppm/ha.

El extracto de *H. longipes* promueve presencia de auxinas, giberelinas y citocininas, lo que indica que puede ser usado como estimulante del crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad- CMS, Tahir-M. 1995. Effect of mixtures of GA3, NAA and BA on some of the yield parameters of *Solanum tuberosum* L. Sarhad-Journal-of Agriculture 11:2, 133-137.

- .- Borzenkova-RA, Sobyana-EA, Pozdeeva-AA, Yashkov-MY. 1998. Effect of phytohormones on starch-synthesizing capacity in growing potato tubers. *Russian-Journal-of-Plant-Physiology* 45:4, 472-480.

- .- Flores O. A. 2001. Alternativas biológicas y químicas para el combate de *Phytophthora infestans*. Informe a CONACYT, México.

- .- García-Chávez A, E. Ramírez-Chávez, J. Molina-Torres. 2002. El Género *Heliopsis* (Heliantheae; Asteraceae) en México y las alcanidas presentes en sus raíces. *Acta Botánica Mexicana*.

- .- Grainage, M. y Ahmed S. 1988. Handbook of plants with pest control properties, Wiley-Interscience, New York.

- .- Leopold A. C. y E. K. Paul. 1975. Plant growth and development. 2° ed. Ed. Mac GrawHill Book Company p 77-105

- .- Letham, D. S. 1996. Regulations of an division in plant tissues II. A cytokinin with other growth regulators, *Phytochem.* 5: 269.

- .- Machackova-I, Konstantinova-TN, Sergeeva-LI, Lozhnikova, Golyanovskaya-SA, 1998. Photoperiodic control of growth, development and phytohormone balance in *Solanum tuberosum*. *Physiologia-Plantarum* 102:2, 272-278.

- .- Merkys-A, Novickiene-L, Miliuviene-L, Saltyte-Z. 1994. New growth regulators and evaluations of their physiological activity. *Biologija* 4, 54-58.

- 9.- Molina-Torres, J., R. Salgado-Garciglia, E. Ramírez-Chávez and R. Del-Río. 1998. Purely olefinic alkamides in *Heliopsis longipes* and *Acmella* (*Spilanth* *oppositifolia*). *Biochemical systematics and Ecology* 24:43-4764: 241-248.
- 10.- N. Arteca Richard. 1998. Plant growth substances. -Principles and Applications-. Ec Chapman & Hall. Pennsylvania. 323pp
- 11.- Molina-Torres, J., A. García-CHávez Y E. Ramírez-Chávez. 1999. Antimicrob properties of natural alkamides traditionally used in Mesoamerica: affinina and capsaicin. *Journal of Ethnopharmacology* 64: 241-248.
- 12.- Puzina-TI, Kirillova-IG. 1996. Free phytohormone gradients in potato stem as related to tuber formation. *Russian-Journal-of-Plant-Physiology*, 43:6, 790-794.
- 13.- Ramírez-Chávez, E., L. Lucas-Valdez, G. Virgen-Calleros y J. Molina-Torres. 2001. Actividad fungicida de afinina y extracto crudo de raíces de *Heliopsis longipes* sobre dos especies de *Sclerotium*. *AgroCiencia*. 34(2): 207-217.
- 14.- Ramírez, R. H. 1979. Effects of growth substances on some physiological processes in apple in relation to flower initiation. Thesis Phd. University of Bristol. (U.K).
- 15.- Reyes C. 1993. Diseños experimentales. Chapingo, México.
- 16.- Sergeeva-LI, Machackova-I, Konstantinova-TN, Golyanovskaya-SA, Eder-J. 1998. 13:3, 147-152.
- 17.- Uleviciene-R, Novickiene-L. 1994. Effect of TA-12 on stolon development in potato plants. *Biologija*, 3, 86-91.

18.- Went, F. W. 1928. Auxin, the plant growth-hormone. *Revista Trans. Bot. Neerland*
250.

19.- [www. http://onunet.org](http://onunet.org). Organización Mundial de la salud, 1998.

Cuadro 1 Valores de Tuckey para las variables índices de crecimiento vegetal y rendimiento en el cultivo de papa.

Variable Tratamiento	TAN		RAF		IEC Tub		CPBTub		CPBTall		CPBhoj		CPBraiz		TCR Tub		TCR Vast		Rto. 2as		Rto. 3as		
	1	2	1	2	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2	1	2	1	2	1	2	
Muestreo	2*	1	2	1*	2	1*	2	3	1*	2	3*	1*	2	3*	1*	2	1	2	1	1*	**	1	1
Testigo	a	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	abc	ab	a	a
Afinna 150 ppm/ha	a	b	a	a	a	a	a	a	ab	a	ab	a	ab	a	a	a	a	a	a	bc	ab	a	a
Afinna 250 ppm/ha	a	ab	a	a	a	a	a	a	ab	a	b	a	a	c	a	a	a	a	a	abc	ab	a	a
Afinna 300 ppm/ha	a	ab	a	a	a	a	a	a	ab	a	bc	a	a	bc	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Sedic 5 L/ha	a	b	a	a	a	a	a	a	b	a	ab	a	a	abc	ab	a	a	a	a	bc	ab	a	a
Sedic 7 L/ha	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	ab	a	a	a	abc	ab	a	a	a
Sedic 10 L/ha	a	ab	a	a	a	a	a	a	ab	a	a	ab	a	a	a	a	a	a	c	b	a	a	a
B. subtilis 3 L/ha	a	b	a	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	ab	a	abc	ab	a	a	ab	ab	a	a	a

* significancia al 95 %. ** significancia al 99 %

Cuadro 2. Valores de correlación múltiple para las variables índices de crecimiento vegetal y rendimiento en el cultivo de papa.

Variable Tratamiento	TAN		RAF		IECTub		CPBTub		CPBTall		CPBhoj		CPBraiz		TCRTub		TCRVast					
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
Muestras	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Rendimiento total	.388	.140	.105	.461	.315	.776	.362	.508	.075	.414	.516	.147	.430	.405	.281	.596	.441	.121	.500	.348	.193	.019
Rendimiento primeras	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rendimiento Segundas	.399	.102	.214	.497	.265	.819	.358	.570	.013	.670	.530	.261	.500	.495	.149	.799	.539	.399	.644	.536	.312	.045
Rendimiento terceras	+.324	.005	-.382	.045	-.059	.643	.204	.576	.036	-.365	.710	.194	-.394	.208	.100	.388	.668	.160	.622	.257	.102	.191

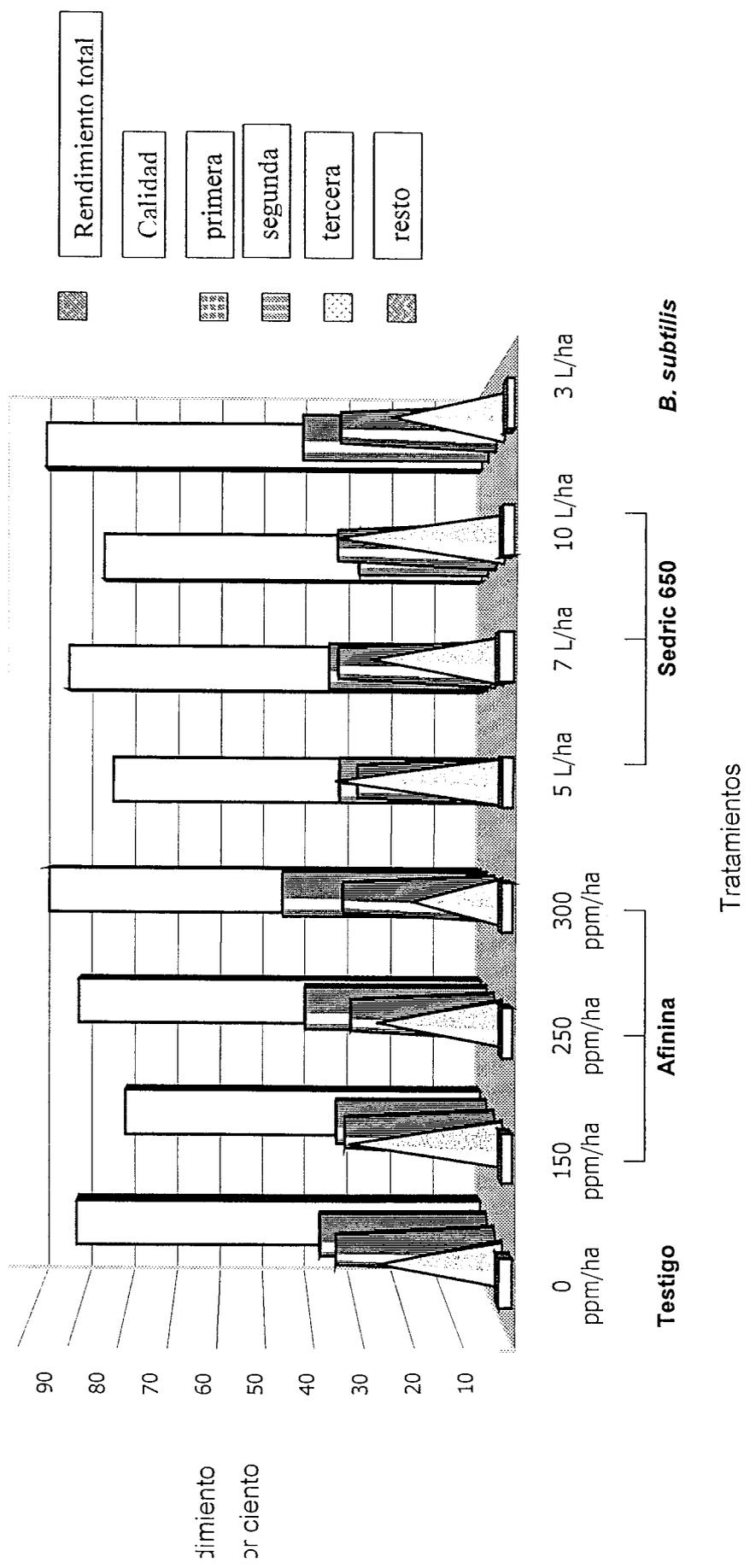


Fig. 1 Rendimiento de tubérculos (total y por categorías) de papa Var. Gigant, rancho Bayonero, Arteaga, Coah., México. Ciclo 2001

CONCLUSIONES GENERALES

Incidencia de enfermedades

La aplicación de afinina provocó disminución de la marchitez vascular ocasionada por *Fusarium solani* y *Verticillium* spp. en campo en un cien por ciento con la dosis alta (300 ppm/ha) no así para la incidencia por *Rhizoctonia solani*.

La aplicación de *Bacillus subtilis* a 3 L/ha también controló en un 100 por ciento la incidencia de marchitez por *Fusarium solani* y *Verticillium* spp, no controló incidencia de *R. solani*.

La aplicación de Sedric 650 a 10 L/ha no controló la marchitez por *Fusarium solani* y *Verticillium* spp, pero tuvo la mayor disminución de incidencia de *Rhizoctonia solani* en un diecisiete por ciento menos que el testigo.

Índices de crecimiento y rendimiento de papa

La aplicación del extracto de afinina no tuvo efecto sobre los índices de crecimiento de papa.

Respecto al rendimiento presentó mayor producción total y de tubérculos de categoría primera la aplicación de afinina a las tres dosis, siendo la mejor la de 300 ppm/ha.

Extracción y cuantificación de fitohormonas

El extracto de *H. longipes* estimuló producción de auxinas, giberelinas y citocininas por lo que puede ser usado como estimulante de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1998. Fitopatología. Ed. Limusa, 2ª edición. México. 838 pp.
- Ahmad- CMS, Tahir-M. 1995. Effect of mixtures of GA3, NAA and BA on some of the yield parameters of *Solanum tuberosum* L. *Sarhad-Journal-of Agriculture* 11:2, 133-137.
- Alonso, A. F. 1996. El cultivo de la patata. Ed. Mundi - prensa. España.
- Amador, P. R. 2001. Enfermedades de la papa. COOPEBAIRES R.L. Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense (Infoagro) y Apoyo técnico del IICA, San José, Costa Rica, p 141.
- Borzenkova-RA, Sobyana-EA, Pozdeeva-AA, y Yashkov-MY. 1998. Effect of phytohormones on starch-synthesizing capacity in growing potato tubers. *Russian-Journal-of-Plant-Physiology* 45:4, 472-480.
- Burgess, L. W. 1988. Laboratory manual for *Fusarium* research. 2ª ed. Ed. The University of Sydney. p 98.
- Carling, D. E. y R. H. Leiner. 1990. Virulence of isolates of *Rhizoctonia solani* AG3 collected from potato plant organs and soil. *Plant disease* 74 (11): 901-903.
- Castro, R. M. 1985. Evaluación de *Fluorensia cernua* sobre hongos causantes del damping off. Tesis de licenciatura UAAAN:
- Congreso Nacional de Productores de Papa. 1999. Introducción por comité directivo: Memorias del IX Congreso Nacional de Productores de Papa. León Guanajuato México.

- Flores, O. A. 2001. Informe a CONACYT sobre Alternativas biológicas y químicas para el combate de *Phytophthora infestans* en papa.
- Gamboa, A. R. 2002. Efectividad biológica *in vitro* de extractos de plantas del semidesierto sobre crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* KÜHN y *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY. Tesis de maestría. UAAAN
- Ghassan, A. S., R. Sully y H. Hopkins, 2000. Ways to increase tuber number. *Australian Potato Research, Development and Technology Transfer Conference*. Adelaide, Australia, 56 pp
- García-Chávez, A., E. Ramírez-Chávez, y J. Molina-Torres. 2002. El Género *Heliopsis* (*Heliantheae*; *Asteraceae*) en México y las alcamidas presentes en sus raíces. *Acta Botánica Mexicana*.
- Grainage, M. y Ahmed S. 1988. Handbook of plants with pest control properties, Wiley-Interscience, New York. 470 pp.
- Hooker, W. J. 1990. Compendium of Potato Diseases. APS PRESS. USA. 1-4, 42- pp.
- Hwang, S.F. y P. Chakravarty. 1992. Potential for the integrated control of *Rhizoctonia* root rot of *Pisum sativum* using *Bacillus subtilis* and a fungicide. *J. Plant Dis. Prot.* 99:626-636.
- Johannes, S.-M. Tschen. 2002. Control of plant pathogenic fungus *Rhizoctonia solani* by microorganisms. National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China.
- Lagunes A., C. Arenas, y C. Rodríguez. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. CONACYT. Colegio de Postgraduados, México.
- Letham, D. S. 1996. Regulations of ah division in plant tissues II. A cytokinin with other growth regulators, *Phytochem.* 5: 269.
- Liu, D. y N. Anderson. 1992. Biological control of potato scab with suppressive isolates of *Streptomyces*. *Phytopathology* 82, p. 1108.

- Machackova-I, Konstantinova-TN, Sergeeva-LI, Lozhnikova, y Golyanovskaya-SA, 1998. Photoperiodic control of growth, development and phytohormone balance in *Solanum tuberosum*. *Physiologia-Plantarum* 102:2, 272-278.
- Merkys-A, Novickiene-L, Miliuviene-L, y Saltyte-Z. 1994. New growth regulators and evaluations of their physiological activity. *Biologija* 4, 54-58.
- Molina-Torres, J., R. Salgado-Garciglia, E. Ramírez-Chávez and R. Del-Rio. 1996. Purely olefinic alkaloids in *Heliopsis longipes* and *Acmella* (*Spilanthes*) *oppositifolia*. *Biochemical systematics and Ecology* 24:43-4764: 241-248.
- Molina-Torres, J., A. García-Chávez y E. Ramírez-Chávez. 1999. Antimicrobial properties of natural alkaloids traditionally used in Mesoamerica: affinin and capsaicin. *Journal of Ethnopharmacology* 64: 241-248.
- N. Arteca Richard. 1998. Plant growth substances. -Principles and Applications-. Ed. Chapman & Hall. Pennsylvania. 323pp
- Nagtzaan, M.P.M., G.J. Bollen y A.J. Termorshuizen. 1998. Efficacy of *Talaromyces flavus* alone or in combination with other antagonists in controlling *Verticillium dahliae* in growth chamber experiments. *Journal of Phytopathology*. 146: 165-173.
- Nnudo, E. C. and Harrison, M. D. 1979. The relationship between *Verticillium albo-atrum* inoculum density and potato yield. *Am. Potato J.* 56:11-25
- Perez, C. y Moreno, N. 1997. Rizoctoniasis en el pasto *Brachiaria brizantha* en el estado de Barinas. XV Congreso Venezolano de Fitopatología. Maracaibo, Edo. Zulia, p 23-27.
- Puzina-TI, y Kirillova-IG. 1996. Free phytohormone gradients in potato stem as related to tuber formation. *Russian-Journal-of-Plant-Physiology*, 43:6, 790-794.
- Ramírez-Chávez, E., L. Lucas-Valdez, G. Virgen-Calleros y J. Molina-Torres. 2000. Actividad fungicida de afinina y extracto crudo de raíces de *Heliopsis longipes* sobre dos especies de *Sclerotium*. *AgroCiencia*. 34(2): 207-217.

- Reyes C.1993. Diseños experimentales. Chapingo, México.
- Romero, C.S. 1988. Hongos Fitopatógenos . Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Secretaría de agricultura recursos naturales y pesca. 2001. Anuario agrícola: estadística por cultivo.
- Sandoval-V., S.A., Apodaca, M.A. y Quintero, J.A. 1995. Efecto del extracto de semilla de toronja contra *Rhizoctonia solani* y *Erwinia carotovora* in vitro Memorias de XXII Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad mexicana de Fitopatología. p 84
- Schippers, B. 1992. Prospects for management of natural suppressiveness to control soilborne pathogens. IN: E. C. Tjamos, G. C. Papavizas and R. J. Cook, ed Biological control of plant diseases, progress and challenges for the future Plenum Publishing Corp. N.Y.
- Schmiedeknecht, G., H. Bochow, y H. Junge. 1995. Biological control of fungal and bacterial pathogens of potato. 47th International Symposium on Crop Protection 60: 335-342.
- Schmiedeknecht, G., H. Bochow y H. Junge. 1997. Biocontrol of seed and soil borne diseases in potato. Proceedings of the 49th International Symposium on Crop Protection 62: 1055-1062.
- Sergeeva-LI, Machackova-I, Konstantinova-TN, Golyanovskaya-SA, y Eder-J. 1994. Morphogenesis of potato plants in vitro. II. Endogenous levels distribution, and metabolism of IAA and cytokinins. Journal-of-Plant Growth-Regulation, 13:3, 147-152.
- Smith, I. M., J. Dunez, R. A. Lelliot, D.H. Phillips y S. A. Archer. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 671 pp.
- Sneh, B., L. Burpee y A. Ogoshi. 1990. Identification of *Rhizoctonia* Species., APS Press, St. Paul Minnesota, U. S. A., 133 pp

Swan-E.C. and Taylor-E.J. 1993. Higer taxa of basidiomycetes: An 18SrRNA gene perspective. *Micología*, (85)6, pp 923-936.

Uleviciene-R, y Novickiene-L. 1994. Effect of TA-12 on stolon development in potato plants. *Biologija*, Russian No. 3, 86-91.

T14685

Went, F. W. 1928. Auxin, the plant growth-hormone. *Revista Trans. Bot. Neerland* 1: 250.

APENDICE

Páginas web visitadas

❖ [www. faostat.org](http://www.faostat.org) 2001

Cuadro A1. Peso seco de órganos de la planta de papa en tres muestreos a lo largo del ciclo, rancho Bayonero, Arteaga, Coah., México. Ciclo 2001

Fecha	Tratamientos	Media peso seco					Media
		Hojas	Tallo	Tubérculos	Raíz	Total	Area foliar cm ²
13/07/01	M1T1	11372.50	17140.00	5387.50	11325.00	45225.00	1963608.1194
	M1T2	12605.00	19205.00	5782.50	19862.50	57455.00	2176325.2944
	M1T3	15362.50	22780.00	8217.50	20957.50	67317.50	2652242.2194
T2-T1	M1T4	17305.00	21907.50	6350.00	20542.50	66105.00	2987498.2944
	M1T5	12437.50	16872.50	6810.00	22980.00	59100.00	2147416.4694
	M1T6	22287.50	26137.50	9385.00	18725.00	76535.00	3847427.9694
13 días	M1T7	12407.50	19625.00	6690.00	18617.50	57340.00	2142238.7694
	M1T8	10692.50	17950.00	7087.50	15502.50	51232.50	1846246.9194
26/07/01	M2T1	30985.00	33443.00	118768.00	9218.00	192414.00	5348529.4944
	M2T2	26948.00	29130.00	68763.00	7833.00	132674.00	4651783.6644
	M2T3	41290.00	43740.00	80920.00	13368.00	179318.00	7127069.4444
T2-T1	M2T4	34848.00	38453.00	109473.00	9188.00	191962.00	6015244.6644
	M2T5	22828.00	30468.00	61818.00	9318.00	124432.00	3940712.8644
	M2T6	40170.00	48038.00	99943.00	15240.00	203391.00	6933768.6444
16 días	M2T7	32503.00	44758.00	77708.00	11228.00	166197.00	5610521.1144
	M2T8	27,548.00	34463.00	105593.00	9128.00	176732.00	4755337.6644
11/08/01	M3T1	28823.00	31495.00	118560.00	8415.00	187293.00	4975389.9144
planta 1	M3T2	34240.00	29628.00	181450.00	10715.00	256033.00	5910309.9444
	M3T3	21325.00	19840.00	225285.00	16625.00	283075.00	3681310.0944
	M3T4	34603.00	39108.00	222595.00	11100.00	307406.00	5972960.1144
	M3T5	31065.00	29198.00	153788.00	11838.00	225889.00	5362336.6944
	M3T6	32785.00	31450.00	202938.00	11598.00	278771.00	5659191.4944
	M3T7	22315.00	22150.00	172968.00	8583.00	226016.00	3852174.1944
	M3T8	31193.00	37003.00	212035.00	13675.00	293906.00	5384428.2144

Cuadro A.2. Rendimiento de papas Var. Gigant (total y por categorías), rancho Bayonero, Arteaga, Coah., México, ciclo 2001

Tratamientos	Rendimiento expresado en ton/ha				
	Primeras	Segundas	Terceras	Cuartas	Total
T1R1	11.005	10.870	5.027	0.978	27.880
T1R2	9.511	9.511	5.435	0.543	25.000
T1R3	9.592	8.152	8.967	0.679	27.391
T1R4	10.598	8.967	8.967	0.761	29.293
T2R1	8.043	8.424	8.696	0.815	25.978
T2R2	8.832	9.511	7.337	0.503	26.182
T2R3	9.783	7.609	6.793	0.462	24.647
T2R4	5.571	5.571	8.016	0.326	19.484
T3R1	10.054	7.880	8.967	0.489	27.391
T3R2	9.783	7.880	4.891	0.625	23.179
T3R3	13.315	9.647	9.239	0.707	32.908
T3R4	11.005	8.424	5.435	0.538	25.402
T4R1	12.228	10.598	5.571	0.951	29.348
T4R2	13.043	9.375	2.717	0.788	25.924
T4R3	11.957	8.832	7.065	0.435	28.288
T4R4	16.304	9.592	7.065	0.489	33.451
T5R1	6.793	8.288	11.957	0.815	27.853
T5R2	11.413	7.337	6.522	0.272	25.543
T5R3	10.054	9.239	10.326	0.380	30.000
T5R4	4.620	4.891	6.114	0.761	16.386
T6R1	10.190	12.554	8.288	0.707	31.739
T6R2	13.587	10.462	5.707	0.543	30.299
T6R3	6.522	4.348	9.511	0.870	21.250
T6R4	9.239	10.598	7.473	1.223	28.533
T7R1	8.424	8.016	8.424	0.734	25.598
T7R2	6.929	10.734	7.473	0.408	25.543
T7R3	7.201	8.424	10.598	0.313	26.535
T7R4	6.929	7.717	9.103	0.829	24.579
T8R1	13.723	11.141	6.793	0.272	31.929
T8R2	11.821	10.326	6.522	0.326	28.995
T8R3	10.870	9.375	7.609	0.761	28.614
T8R4	12.500	8.832	6.793	0.462	28.587

T1468S

N