



Efecto de ácido salicílico y peróxido de hidrógeno en resistencia sistémica adquirida (rsa) en papa (*solanum tuberosum* l.) y camote (*ipomoea batatas* l.).

Effect of salicylic acid and hydrogen peroxide in systemic acquired resistance (RSA) in potato (*Solanum tuberosum* l.) And sweet potato (*Ipomoea batatas* l.)

Sergio Contreras Liza¹, Delia CajaleónAsencios², Edison Palomares Anselmo¹, Ego Amaro Palomino¹, Oswaldo del Solar La Rosa¹.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la efectividad de algunos productos para la inducción de resistencia sistémica adquirida en el comportamiento agronómico con la finalidad de mejorar la sanidad general de los cultivos de papa y camote, incrementar sus autodefensas y reducir el impacto de las aplicaciones de agroquímicos. **Material y métodos:** Se sembraron 3 genotipos de camote (*Ipomoea batatas* Lam.) en un DBCA con 3 repeticiones durante dos campañas, una en invierno del 2013 y la segunda en el verano del 2013. Adicionalmente se aplicaron 2 inductores químicos de RSA, fosfito de potasio (2.5 ml/L) y ácido salicílico (100 mg/L) más un testigo control sin aplicación. Asimismo, se realizó un experimento bajo invernadero en 2 clones de papa utilizando tratamientos inductores de resistencia sistémica. **Resultados:** No existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos inductores y el testigo sin aplicación, para peso de raíces por planta y peso de follaje pero si existieron diferencias entre años (épocas) de evaluación y entre la interacción de años y genotipos para ambos caracteres, sugiriéndose un efecto fisiológico por la aplicación de los inductores de resistencia sistémica sobre el comportamiento agronómico del cultivo de camote. **Conclusiones:** En el caso de papa, no se hallaron diferencias estadísticas para peso de tubérculos y de follaje/planta por efecto de los tratamientos inductores, ni diferencias en las interacciones entre clones y tratamientos.

Palabras clave: Camote, resistencia sistémica adquirida, ácido salicílico, fosfito de potasio, análisis de variancia combinado.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental.

² Facultad de bromatología y Nutrición



ABSTRACT

Objective: To determine the effectiveness of some products for the induction of systemic acquired resistance in agronomic performance in order to improve the overall health of the potato and sweet potato, increase their self-defense and reduce the impact of agrochemical applications.

Methods: 3 sweetpotato genotypes (. Ipomoea batatas Lam) were sown in a RCBD with 3 replications during two campaigns, one in winter 2013 and the second in the summer of 2013 addition 2 RSA chemical inducers were applied phosphite. potassium (2.5 ml / L) and salicylic acid (100 mg / L) plus a control untreated control. Also, a greenhouse experiment was conducted in 2 clones of potato using systemic resistance inducing treatments.

Results: There were no statistical differences between the inductors and treatments, the control: for root weight per plant and foliage weight but no differences between years (times) Evaluation and between the interaction of years and genotypes for both traits are suggesting a physiological effect by the application of inducing systemic resistance on the agronomic performance of sweet potato.

Conclusions: In the case of potatoes, no statistical differences for weight of tubers and foliage / plant by inducing effect of treatments or differences in the interactions between clones and treatments were found.

Keywords: Camote systemic acquired resistance, salicylic acid, potassium phosphite, combined analysis of variance.

INTRODUCCION

El ácido salicílico es considerado un candidato para aplicaciones exógenas como activador de RSA y la aspirina en particular, ha sido seleccionada como un producto de bajo costo y no fitotóxico (Delany et al, 1994). Provocada normalmente por una infección local, las plantas responden con una cascada de señalizaciones dependientes del ácido salicílico que conducen a la expresión sistémica de resistencia de amplio espectro y a una resistencia duradera que es eficaz contra hongos, bacterias e infecciones virales. En palabras de Walters (2009), la resistencia inducida tiene potencial de revolucionar el control de enfermedades en los cultivos, pero sigue siendo un tipo de protección de cultivos no convencional.



Más del 80% del área dedicada a la papa es pequeña agricultura, con superficie menor a las 20 hectáreas; actualmente es cultivada en cerca de 300 mil Hectáreas a nivel nacional (Eguren 2012); algo parecido ocurre en camote aunque en cuanto al área dedicada, ésta es del orden de 15 mil hectáreas, de las que la región Lima ocupa más del 60% del total sembrado.

Es necesario articular estrategias integrales que sean posibles de adoptar por los pequeños agricultores que producen estas raíces y tubérculos; una de ellas es la identificación de formas alternativas de manejo de la sanidad de los cultivos que estén al alcance del sector de agricultores de escasos recursos. Con este proyecto de innovación se busca mostrar la eficacia de productos de bajo costo y de escaso impacto ambiental para la salud humana y para el ecosistema, como son el ácido salicílico (SA) y el peróxido de hidrógeno (PH), para inducir Resistencia Sistémica Adquirida (RSA) en los cultivos de papa y camote, así como determinar las posibilidades de usarlos en un plan de manejo integrado de la sanidad de ambos cultivos.

MATERIAL Y METODOS

- 1) Se instalaron 2 experimentos factoriales independientes en camote bajo DBCA con 3 repeticiones en la localidad de Imperial (Cañete) en el 2013, y un experimento en invernadero en el cultivo de papa bajo el diseño experimental DCA con 3 repeticiones en la localidad de Lunahuaná, Cañete. El objetivo fue evaluar el efecto de 2 inductores químicos (Ácido acetyl salicílico AS, y Fosfito de Potasio FP) reportados en la bibliografía más un testigo sin aplicación, sobre el comportamiento agronómico y la resistencia sistémica inducida en 3 genotipos de camote (INA 100, C-10, C-50), siendo el cultivar INA100-INIA el tratamiento testigo. Adicionalmente, en condiciones de invernadero, se evaluó el efecto de 4 inductores químicos sobre el comportamiento agronómico de cultivares de papa; este ensayo se realizó en la localidad de Lunahuaná. Los detalles de ambos experimentos se encuentran a continuación:



Cultivo	Localidad/época	Genotipos	Tratamientos Inductores	Dosis
CAMOTE	Imperial, invierno	INA 100 Inía	Ácido acetilsalicílico®	100 mg/L
	Imperial, primavera	Clon 10	Fosfito de potasio®	5 g/L
	(Campo)	Clon 50	Testigo sin aplicac.	-
PAPA	Lunahuaná, primavera	Faustina	Testigo sin aplicac.	-
		CIP396311.1	Fosetil Aluminio®	5 g/L
	(Invernadero)	Yasmine	Fosfito de potasio®	2,5 g/L
		CIP399101.1	Ácido acetilsalicílico®	100 mg/L
		Peróxido de Hidróg	10 ml/L.	

En ambos experimentos se realizó un control experimental del manejo de los factores constantes de producción, y se aplicaron los tratamientos al azar en unidades experimentales de 40 plantas en el caso de camote (en campo) y de 4 plantas por unidad experimental en el caso de papa (invernadero); el diseño experimental fue el de Bloques Completos al azar con 3 repeticiones por combinación de tratamiento (genotipo x tratamiento inductor). Las variables en estudio fueron peso de raíces/planta y peso de follaje por planta.

Los datos se procesaron mediante el programa Infostat (Universidad de Córdoba, Argentina) y se usaron las pruebas paramétricas de F (Fisher) para el análisis de la variancia y de DLS.

RESULTADOS

1. EXPERIMENTOS EN CAMOTE

Los resultados del efecto de inductores químicos en el cultivo de camote se pueden observar en el cuadro 1 en el cual el componente de años, resultó estadísticamente significativo y las demás fuentes de variación y sus interacciones, resultaron no significativas al 95% de confianza. Ello sugiere que en cuanto a los inductores utilizados (ácido acetyl-salicílico y fosfito de potasio), éstos



no parecen afectar el rendimiento por planta de camote, siendo más importante el aporte de los factores ambientales como la época o año de siembra.

Tabla 1: Análisis Factorial Combinado para Peso de raíces/planta en 3 genotipos de camote.

Fuentes	G Libertad	P Raíces/planta C Medios
EPOCAS SIEMBRA	1	3,8134**
REPETICIONES	2	0,1030
GENOTIPOS	2	0,3994
TRATAMIENTOS	2	0,1629
EPOCAS*GENOTIPO	2	0,1688
EPOCAS*TRATAMIENTO	2	0,0583
GENOTIPO*TRATAMIENTO	4	0,0672
EPOCAS*GENOTIPO*TRATAMIENTO	4	0,0808
Error Conjunto	34	0,1302
Total	53	

**Significativo al nivel de 1 %

Lo mismo se puede apreciar en el gráfico 1, en el cual las diferencias estadísticas entre los tratamientos inductores no son significativas. Se corrobora que para peso de raíces de camote/planta en los genotipos de camote evaluados, los tratamientos inductores evaluados no tuvieron un efecto estadístico.

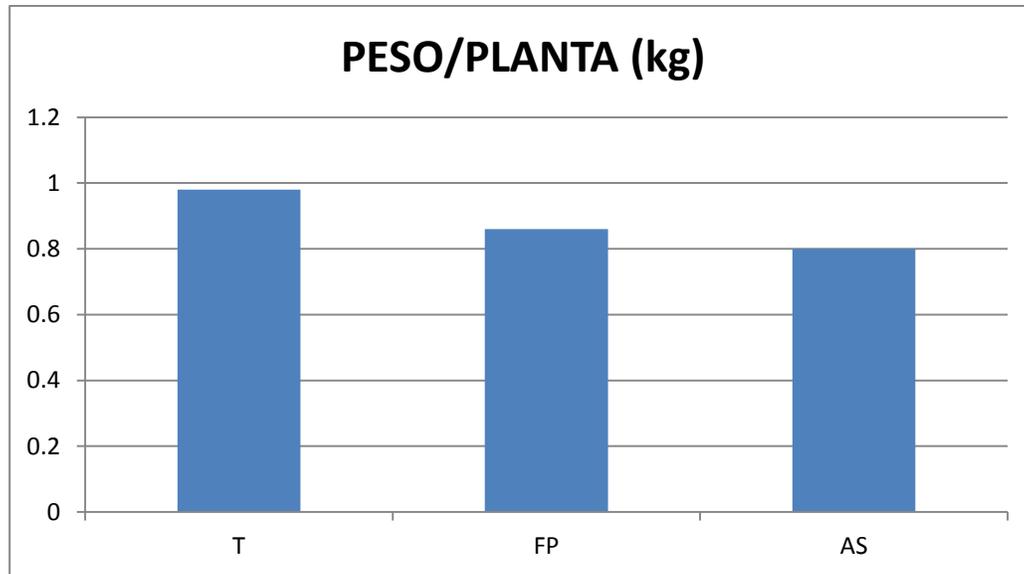


Figura 1: Efecto de ácido acetil salicílico (AS) y fosfito de potasio (FP) sobre el peso raíces/planta (kg) en 3 genotipos de camote, durante 2 temporadas de siembra.

En lo referente a peso de follaje por planta (cuadro 2), se hallaron diferencias estadísticas al nivel de confianza del 95% para años y para la interacción de genotipos por años, lo cual implica que estos componentes tienen relevancia para el peso de follaje. En la prueba estadística entre inductores de resistencia versus testigo, se hallaron diferencias estadísticas para el peso de follaje/planta, como se puede apreciar en el gráfico 2.

Tabla 2: Análisis Factorial Combinado para peso de follaje/planta en 3 genotipos de camote.

Fuentes	G Libertad	P Follaje/planta C Medios
EPOCAS SIEMBRA	1	3,3004**
REPETICIONES	2	0,1210
GENOTIPOS	2	0,0219
TRATAMIENTOS	2	0,0448
EPOCAS*GENOTIPO	2	0,8226**
EPOCAS*TRATAMIENTO	2	0,0034
GENOTIPO*TRATAMIENTO	4	0,0504
EPOCAS*GENOTIPO*TRATAMIENTO	4	0,0063
Error Conjunto	34	0,0797
Total	53	

**Significativo al nivel de 1%

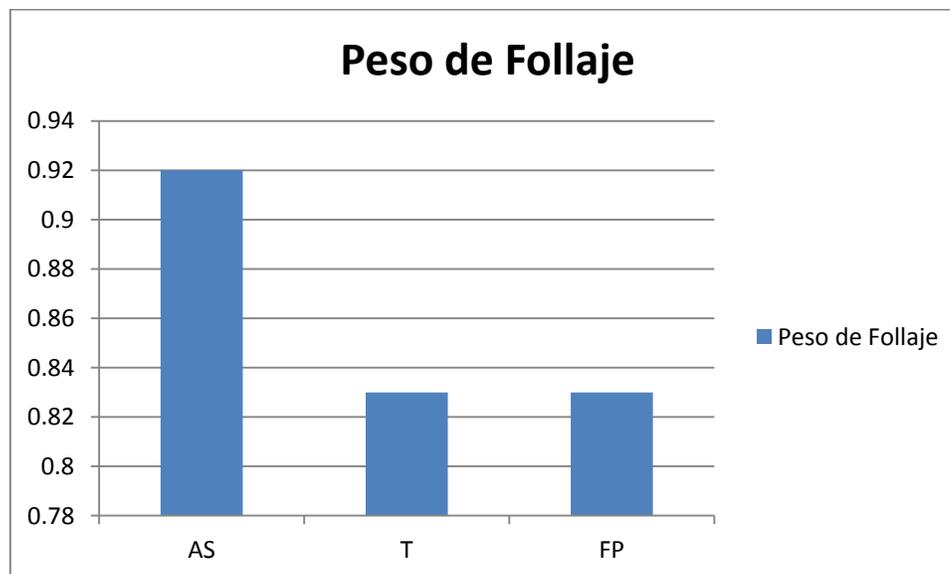


Figura 2: Efecto de ácido acetil salicílico (AS) y fosfito de potasio (FP) sobre el peso de follaje/planta (k) en 3 genotipos de camote, durante 2 temporadas de siembra.

2. EXPERIMENTO EN INVERNADERO DE PAPA

En lo referente al uso de inductores de resistencia en el cultivo de papa bajo condiciones de invernadero, los resultados muestran inconsistencia en cuanto al efecto de los tratamientos inductores con respecto a peso de follaje/planta y peso de tubérculos/planta, probablemente derivado de falta de uniformidad en las unidades

experimentales. No se hallaron diferencias significativas al 95% de confianza para peso de follaje y peso de tubérculos/planta bajo el efecto de los tratamientos inductores utilizados.

Tabla 3: Análisis de la Variancia para peso de tubérculos/planta en 2 clones de papa, bajo condiciones de invernadero

Fuentes Variación	GLibertad	PTubers/planta CMedios
Clones	1	36873**
Tratamientos	4	575
Clones*Tratamientos	4	575
Error	20	370
Total	29	

**Significativo al nivel de 1%

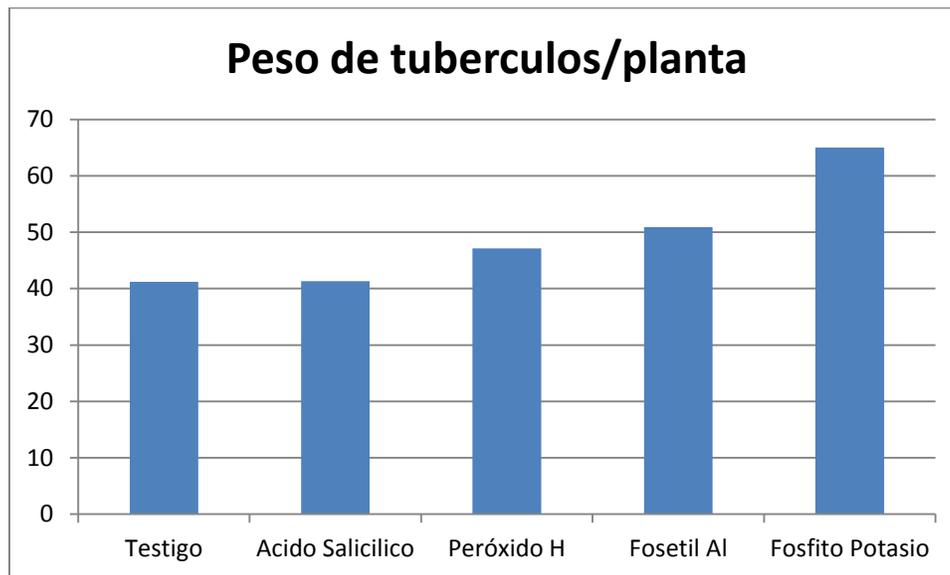


Figura 3: Efecto de inductores de resistencia sobre el peso tubérculos/planta (k) en 2 clones de papa, bajo invernadero.

Tabla 4: Análisis de la Variancia para peso de follaje/planta en 2 clones de papa bajo condiciones de invernadero.

Fuentes Variación	GLibertad	CMedios PFollaje/planta
Clones	1	0,04
Tratamientos	4	0,005
Clones*Tratamientos	4	0,0175
Error	20	0,0475
Total	29	

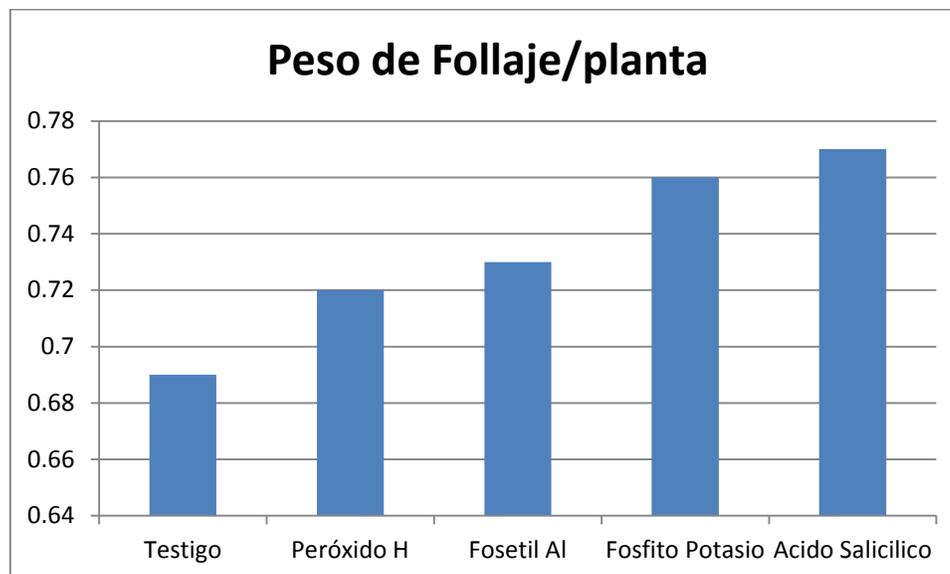


Figura 4: Efecto de inductores de resistencia sobre el peso follaje/planta (kg) en 2 clones de papa, bajo invernadero.

DISCUSION

Los resultados de numerosas investigaciones realizadas durante las dos últimas décadas han demostrado que el ácido salicílico juega un papel importante en varios aspectos de las respuestas de defensa posteriores al ataque de un patógeno (Dempsey, Shah & Klessig, 1999). La vida útil del ácido salicílico dentro de la planta es muy corta, siendo inmovilizada en las paredes celulares (Van Loon, 2008), por lo cual se vuelve necesaria la aplicación rutinaria durante toda la vida del cultivo para poder mantener sus efectos de protección sobre la planta; ello concuerda en parte con lo hallado en la investigación ya que no se observó un



efecto contundente del ácido acetil salicílico y del fosfito de potasio sobre las características agronómicas evaluadas en el cultivo de camote.

Asimismo, es necesario evaluar el efecto de dosis del ácido salicílico ya que como toda fitohormona, requiere una especificidad para su acción en la inducción de defensas en las plantas (Dempsey et al, 1999). En la presente investigación hemos hallado que el ácido acetil salicílico incrementa el peso del follaje en ciertos genotipos de camote bajo condiciones de campo, lo cual concuerda en parte con lo hallado por Zhang et al (2013) quienes demostraron que el ácido salicílico está relacionado con la longevidad del follaje en las plantas y el retraso de la senescencia en *Arabidopsis*.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, así como al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por su valioso aporte al proyecto.

Agradecemos asimismo a los siguientes alumnos y egresados de la EAP Agronomía con sede en Cañete, por su colaboración en la conducción de los experimentos: Hebert Huamán Saéñz, Oscar Ciprián Torres, Gloria Rivera y Luis Luyo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Delaney TP, Uknes S, Vernooij B, Friedrich L, Weymann K, Negrotto D, Gaffney T, Gut-Rella M, Kessmann H, Ward E.(1994). A central role of salicylic acid in plant disease resistance. *Science* 266: 1247–1250.

Dempsey, D.A., Shah, J., Klessig, D.F. (1999). Salicylic acid and disease resistance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 18:547-575.

Eguren, F. (2012). Eficiencia y rendimientos en la agricultura peruana. *La revista Agraria* No. 141: 11-13.

Hayat, S & Ahmad, A . (2007). *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Eds. Springer .The Netherlands.



Reymond, P ; Farmer, E. (1998). Jasmonate and salicylate as global signals for defense gene expression. *Current Opinion in Plant Biology* .1998, 1:404–411.

Rickard, D. A. (2000). Review of phosphorus acid and its salts as fertilizer materials. *J. Plant Nutr.* 23: 161-180.

Van Loon, L.C. (2008). Manipulating the Plant's Innate Immune System by Inducing Resistance. *Phytoparasitica* 36:2, 2008.

Walters, D.R. (2009). Induced resistance: destined to remain on the sidelines of crop protection?. *Phytoparasitica* October 2009. DOI 10.1007/s12600-009-0067.

Zhang K, Halitschke R, Yina C, Liub C, Gan SS. (2013). Salicylic acid 3-hydroxylase regulates Arabidopsis leaf longevity by mediating salicylic acid catabolism. *PNAS* 110 (36):1-6.

Marzo 2014.