

Memorias del

II CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA

17, 18 y 19 de mayo del 2006, Ambato-Ecuador

La papa (*Solanum tuberosum*), es un alimento básico en la dieta de los ecuatorianos, constituye a su vez un renglón económico del cual subsisten la mayoría de población rural interandina ecuatoriana. En tal virtud y con el propósito de conocer y difundir los avances científicos y tecnológicos logrado en los últimos años en relación con el cultivo de papa, la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, conjuntamente con el Centro Internacional de la Papa- CIP y el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias –INIAP, asumió la responsabilidad de organizar el II CONGRESO ECUATORIANO DE LA PAPA, evento que tiene lugar en la ciudad de Ambato del 17 al 19 de mayo del 2006 y cuenta con la colaboración decidida de Instituciones locales, nacionales e internacionales vinculadas al desarrollo agropecuario del país tanto públicas como privadas.

El evento, sin duda también constituye un importante escenario para reunir a prestigiosos conferencistas internacionales, investigadores, científicos ecuatoriano, docentes universitarios, estudiantes y productores de todo el país y particularmente de la Región Interandina para intercambiar experiencias y planificar las acciones futuras encaminadas a mejorar los niveles de producción y productividad de la papa, tomando como base la tecnología desarrollada y disponible en la actualida

ORGANIZADORES PRINCIPALES



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería Agronómica



VALIDACIÓN DE VARIEDADES Y CLONES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. RESISTENTES A TIZÓN TARDÍO *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary CON ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN DE UN FUNGICIDA PROTECTANTE

Elena Cruz
elenaccruz@hotmail.com
*Fausto Yumisaca*¹
fortipapa@andinanet.net
*Xavier Cuesta*¹
cuesta@fpapa.org.ec

RESUMEN

El tizón tardío causado por el hongo *Phytophthora infestans* es la principal enfermedad del cultivo de papa en el Ecuador, el mismo que puede provocar pérdidas totales del cultivo.

Con el objetivo de validar las estrategias de control de la enfermedad en variedades y clones promisorios de papa se realizó un ensayo en la comunidad Guntuz, parroquia Quimiag, provincia de Chimborazo, utilizando las variedades Superchola, I-Fripapa, I-Pan y los clones 97-1-2 y 97-1-8, con cuatro estrategias de aplicación de un fungicida protectante, las cuales consistieron en un testigo (sin aplicaciones), aplicaciones semanales, cada 50 mm de precipitación acumulada y según el criterio del agricultor.

Se establecieron veinte tratamientos y se utilizó un diseño de parcela dividida. La parcela grande correspondió a las estrategias de aplicación y la pequeña fue para las variedades y clones. El fungicida protectante utilizado fue mancozeb, empleado en la dosis recomendada. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC), rendimiento por categorías (primera, segunda, semilla, desecho) y el rendimiento total. Las cuales junto con el análisis económico, indicaron que el mejor tratamiento fue el clon 97-1-8 con aplicaciones semanales. Con el cual se podría obtener un rendimiento potencial promedio de hasta 32 t/ha comparado con la

¹ Técnicos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos – papa. Panamericana Sur km 1 Quito, telefax 02694922

variedad I-Papapan (9 t/ha), en ambos casos con aplicaciones semanales. Mientras que sin realizar aplicaciones el mayor rendimiento se obtuvo con el clon 97-1-8 18 t/ha comparado con el testigo I-pan que obtuvo una producción de 3 t/ha. La caracterización realizada al aislamiento de *Phytophthora infestans* estableció que pertenece a una población muy compleja y agresiva capaz de provocar infección en los diferenciales de papa con los genes R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R10, R11. Sin embargo no fue capaz de desarrollar lesiones en los folíolos del diferencial R9.

Palabras claves: clones, tizón tardío, fungicida protectante, mancozeb

INTRODUCCIÓN

El tizón tardío (*Phytophthora infestans*), es la enfermedad fungosa que más daño causa en el cultivo de papa, se presenta cada año en las zonas paperas y ocasiona pérdidas entre el 30 y el 100 % de la producción total. La presencia constante de inóculo y la susceptibilidad de la mayoría cultivares comerciales al patógeno, obligan al productor, a un uso intensivo de fungicidas. El control del tizón tardío representa un costo entre el 8 y el 20% del valor comercial de la producción de papa (Oyarzún et al, 2001).

Actualmente, se utilizan estrategias para el control de la enfermedad basadas en la generación de nuevas variedades de papa resistentes al tizón tardío, y aplicaciones de un fungicida protectante que, como las más importantes dentro del manejo integrado de tizón tardío, han contribuido a resolver los problemas provocados por el patógeno (Huarte, 2002). En consecuencia, el uso de variedades resistentes y el manejo racional de fungicidas representa la práctica más efectiva en la lucha integrada contra el tizón tardío (Oyarzun et al, 2001).

OBJETIVOS

1. General

- Validar estrategias de control integrado de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa (*Solanum tuberosum L*)

2. Específicos

- Determinar el nivel de control de tizón tardío usando diferentes estrategias para la aplicación del fungicida protectante.
- Determinar el nivel de resistencia a *Phytophthora infestans* de cada una de las variedades y clones en condiciones de campo.
- Evaluar económicamente los tratamientos.

MÉTODOLOGÍA

FACTORES EN ESTUDIO

1. Estrategias de aplicación del fungicida protectante

A los sesenta días después de la siembra se aplicaron las estrategias de aplicación del fungicida protestante, siendo el testigo (A1), sin aplicaciones; las aplicaciones semanales (A2), cada ocho días; las aplicaciones cada 50 mm de precipitación acumulada (A3), y las aplicaciones según el criterio del agricultor (A4).

2. Variedades y clones de papa

En la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales: variedad Superchola, que es susceptible a tizón tardío. Las variedades I-Fripapa (V2) e I-Papapan (V3) tienen resistencia vertical a tizón tardío. Los clones promisorios 97-1-2 (V4), y 97-1-8 (V5) son resistentes a tizón tardío.

3. Tratamientos

El detalle de los tratamientos se muestra en el cuadro 1.

4. Tipo de diseño

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA), con arreglo de parcelas divididas. La parcela grande correspondió a estrategias de aplicación mientras que la parcela pequeña fue para variedades y clones, se realizó el análisis de varianza.

Además se realizó la prueba de Tukey al 5 % para la separación de medias y para las interacciones que fueron significativas.

CUADRO 1. Tratamientos del ensayo

Tratamientos	Código	Estrategias x Variedades/clones
T1	A1V1	Sin aplicación, Superchola
T2	A1V2	Sin aplicación, I – Fripapa
T3	A1V3	Sin aplicación, I – Papapan
T4	A1V4	Sin aplicación, Clon 97-1- 2
T5	A1V5	Sin aplicación, Clon 97-1- 8
T6	A2V1	Aplicación semanal, Superchola
T7	A2V2	Aplicación semanal, I – Fripapa
T8	A2V3	Aplicación semanal, I – Papapan
T9	A2V4	Aplicación semanal, Clon 97-1- 2
T10	A2V5	Aplicación semanal, Clon 97-1- 8
T11	A3V1	Cuando la precipitación alcance 50 mm, Superchola
T12	A3V2	Cuando la precipitación alcance 50 mm, I – Fripapa
T13	A3V3	Cuando la precipitación alcance 50 mm, I - Papapan
T14	A3V4	Cuando la precipitación alcance 50 mm, Clon 97-1- 2
T15	A3V5	Cuando la precipitación alcance 50 mm, Clon 97-1- 8
T16	A4V1	Según el criterio del agricultor, Superchola
T17	A4V2	Según el criterio del agricultor, I – Fripapa
T18	A4V3	Según el criterio del agricultor, I - Papapan
T19	A4V4	Según el criterio del agricultor, Clon 97-1- 2
T20	A4V5	Según el criterio del agricultor, Clon 97-1- 8

A: Estrategias de aplicación

V: Variedades y clones

CUADRO 2. Especificaciones del campo experimental

Ensayo Total		Parcela total		Parcela neta	
Repeticiones:	3,0	Largo, ancho:	4,0 m	Largo	3,4 m
U. Experimentales:	60,0	Área total	16,0 m ²	Ancho	2,0 m
Área total del ensayo:	2940,0 m ²	Entre plantas	0,3 m	Area neta	6,8 m ²
		Entre surcos	1,1 m		

VARIABLES EVALUADAS

1. Porcentaje de emergencia

A los 45 días después de la siembra, se contó el número de plantas emergidas y se expresó en porcentaje por cada variedad.

2. Severidad de tizón tardío (AUDPC)

Para el análisis de severidad de tizón tardío, se requirió la información proporcionada por las variables correspondientes a: datos climáticos, la caracterización de la cepa de tizón tardío presente en la zona y el calendario de aplicaciones de un fungicida protectante. En lo que se refiere a la determinación propiamente dicha de severidad de tizón tardío, primero se realizaron lecturas del porcentaje de área foliar afectada en base a una escala utilizada por el PNRT-INIAP, donde 0% = planta sana y el 100% = planta muerta. La primera lectura se realizó cuando dos variedades alcanzaron el 10% de área foliar infectada. Se usó el método recomendado por el CIP para las mediciones. Luego se utilizó la fórmula de integración trapezoidal (Berger, 1988) para determinar el área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad (AUDPC).

3. Rendimiento

Se evaluó el rendimiento total en kg/ parcela; además se consideraron cuatro categorías de tamaño del tubérculo: comercial de primera (> 110 g), comercial de segunda (> 90 g), semilla (90 – 60 g) y desecho (< 60 g); por parcela total, se calculó el rendimiento total en t/ha.

4. Análisis económico

Los cálculos estuvieron basados en el método de presupuesto parcial del Cimmyt, (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Porcentaje de emergencia

El análisis de varianza, indicó que existieron diferencias significativas para variedades/clones. El coeficiente de variación fue de 10,4 % y el promedio general fue de 95,4 % de emergencia.

La prueba de Tukey al 5%, para el factor variedades/clones (Cuadro 3), Estableció dos rangos de significación siendo la variedad I-Fripapa la perteneciente al rango a con 100.0 % de emergencia, mientras el clon 97-1-2, obtuvo el 86.4 % y se ubicó en el último rango de significación que fue b. Esto se debió a la viabilidad de la semilla, ya que para I-Fripapa, se pudo obtener semilla almacenada por menos tiempo (tres meses), en comparación con el clon 97-1-2 (estuvo almacenado por cinco meses), es decir su estado de brotación no fue el óptimo por pasar demasiado tiempo en almacenamiento.

CUADRO 3. Promedio y prueba de Tukey al 5%, emergencia en Guntuz-Chimborazo, 2005

VARIEDAD/CLON (%)		Rango
I – Fripapa	100.0	a
Clon 97-1-8	98.9	a
Superchola	97.7	a b
I – Papapan	94.3	a b
Clon 97-1-2	86.4	b

2. Severidad de tizón tardío (AUDPC)

La severidad de tizón tardío, en el análisis de varianza, existieron diferencias altamente significativas para estrategias de aplicación, variedades/clones y para sus interacciones. El coeficiente de variación fue 22.7 % y el promedio general se determinó en 1223.9 unidades AUDPC.

La prueba de Tukey al 5 %, (Cuadro 4), señaló que la mayor severidad de enfermedad (rango a), pertenece a la variedad I - Pan con aplicaciones de un fungicida protectante según el criterio del agricultor con 3009.0 unidades AUDPC; y al clon 97-1-8 con aplicaciones semanales de un fungicida protectante, como la interacción con menor incidencia de tizón tardío (rango d) con un valor de 130.7 unidades AUDPC. La variedad I - Pan con aplicaciones de un fungicida protectante según el criterio del agricultor, tuvo un AUDPC alto, debido a una no oportuna selección del momento de aplicación del fungicida protectante, lo que le restó eficacia al momento de proteger el cultivo, a pesar de aplicarse en mezcla con un fijador y en mayor número (9) que las aplicaciones

semanales que fueron 8, lo que está apoyado por Taïpe *et al.*, (2003) que dice: entre los aspectos, que mayor dificultad presentan en la correcta utilización de fungicidas para el control del tizón tardío está la determinación del momento oportuno para la aplicación.

CUADRO 4. Promedios y prueba de Tukey al 5%, de Severidad de tizón tardío (AUDPC), en Guntuz, Chimborazo, 2005

ESTRATEGIAS DE APLICACION POR VARIETADES/CLONES	TRAT	UNIDADES AUDPC		TRAT	UNIDADES AUDPC	
	A4V3	3009.0	a	A1V1	578.7	d
	A3V2	2901.3	a	A3V1	538.0	d
	A1V2	2556.7	a b	A1V5	461.0	d
	A4V4	2397.8	a b	A3V5	426.7	d
	A1V4	2350.0	a b	A4V1	426.0	d
	A4V2	2238.9	a b	A2V1	424.7	d
	A1V3	1756.0	b c	A2V2	394.0	d
	A3V4	1750.8	b c	A4V5	344.2	d
	A3V3	878.0	d	A2V4	311.3	d
	A2V3	604.0	d	A2V5	130.7	d

El clon 97-1-8 con aplicaciones semanales de un fungicida protectante, obtuvo la menor incidencia de enfermedad debido a que tiene resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y a que las aplicaciones del fungicida fueron semanales y se realizaron antes que la planta presentara síntomas de la enfermedad. Esto favoreció la acción del fungicida protectante, y tuvo mejor efectividad, se debe acotar que el producto utilizado no causa resistencia a pesar de su uso prolongado (Edifarm, 2004).

3. Rendimiento total

El análisis de varianza para rendimiento total, indicó que existen diferencias estadísticas altamente significativas para el factor estrategias de aplicación, para el

factor variedades/clones y para sus interacciones. El coeficiente de variación fue de 9.9 % y el promedio general de rendimiento total es 14.4 t/ha

La prueba de Tukey al 5 %, para la interacción entre estrategias de aplicación y variedades/clones, tuvo nueve rangos de significación (Cuadro 5), señala que el primer rango (a), pertenece al clon 97-1-8 con aplicaciones semanales de un funguicida protectante con 31.9 t/ha; y a la variedad I-Papapan sin aplicaciones, como la interacción con el último rango (i) con un valor de 3.0 t/ha.

El clon 97-1-8 con aplicaciones semanales de un funguicida protectante, tuvo el mejor rendimiento porque su resistencia estuvo apoyada por la aplicación del funguicida protectante, lo que le permitió estar protegido durante toda la etapa de desarrollo de los tubérculos, y tener un follaje funcional y adecuado (Estrada, 2000). La variedad I-Papapan por el contrario, de acuerdo a éstos resultados, no obtuvo buenos rendimientos en condiciones favorables de desarrollo de la enfermedad hasta el punto de serle imposible producir adecuadamente, es decir, se comportó como susceptible.

4. Análisis económico

Según el análisis de los tratamientos de acuerdo a el Método de Presupuesto Parcial realizado para los veinte tratamientos, se puede observar en el análisis de dominancia que el T10, T15, T12 y T2 son no dominados, debido principalmente a su la eficacia en el control de tizón tardío, lo que permite un mayor rendimiento.

Hay que señalar que los mayores beneficios netos de los tratamientos fueron para el clon 97-1-8 con aplicaciones semanales, clon 97-1-8 con aplicaciones cada 50 mm de precipitación, la variedad I-Fripapa con aplicaciones cada 50 mm de precipitación y I-Fripapa sin aplicaciones, las cuales están dadas por los rendimientos obtenidos que son de 31.9 t/ha, 21.4 t/ha, 19.3 t/ha y 16.8 t/ha, respectivamente. Se estimó el costo por tonelada de acuerdo a la variedad o clon, así para I-Fripapa y los dos clones tenemos un precio de \$198.0/t; para Superchola \$220.0/t y para I-Pan \$176.0/t

CUADRO 5. Promedio y prueba de Tukey al 5%, por separado para estrategias de aplicación y variedades/clones, de Severidad de la Enfermedad (AUDPC), en la comunidad Guntuz, provincia Chimborazo, 2005

VARIEDAD/CLON (unidades AUDPC)		Rango	ESTRAT. DE APLICACIÓN (unidades AUDPC)		Rango
I – Friepapa	2022.7	a	Aplicaciones según agricult	1683.2	a
Clon 97-1-2	1702.5	b	Sin aplicación	1540.5	a
I-Pan	1561.7	c	Aplicaciones c/50 mm	1298.9	a
Superchola	491.8	d	Aplicaciones semanales	372.9	b
Clon 97-1-8	340.6	e			

CUADRO 6. Promedios y prueba de Tukey al 5%, de las interacciones para rendimiento total (t/ha), en Guntuz-Chimborazo, 2005

ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN POR VARIEDADES/CLONES	TRAT	kg/parcela		TRAT	kg/parcela	
	A2V5	31.9	a	A4V1	13.9	d e f
	A4V5	22.1	b	A1V1	13.1	e f g
	A4V2	21.8	b	A3V1	11.5	f g
	A3V5	21.4	b	A1V4	9.3	g h
	A2V2	20.7	b c	A2V3	9.1	g h
	A3V2	19.3	b c	A3V4	9.0	g h
	A2V1	18.3	b c d	A4V3	6.7	h i
	A1V5	17.8	b c d	A4V4	5.8	h i
	A1V2	16.8	c d e	A3V3	3.2	i
	A2V4	14.1	d e f	A1V3	3.0	i

El cuadro 8, nos indica la tasa de retorno marginal, en la cual podemos observar que tratamiento es el mejor desde el punto de vista económico.

Cuadro 8. Análisis de la Tasa Marginal de Retorno para los tratamientos del ensayo, Guntuz – Chimborazo, 2005

Rango	Tratamiento	Beneficio Neto (\$/t)	Costos que Varían (\$/t)	Beneficio Neto Marginal (\$/t)	Costos Variables Marginales (\$/ha)	Tasa De Retorno Marginal (%)
10	Seman clon 97-1-8	4697.8	993.5	1533.3	345.2	444.2
15	50 mm clon 97-1-8	3164.4	648.3	254.9	120.0	212.5
12	50 mm I-Fripapa	2909.5	528.3	404.6	48.3	837.7
2	Testig I-Fripapa	2504.8	480.0	2395.9	120.0	1996.6
3	Testigo I-Pan*	108.9	360.0	0.0	0.0	0.0

* Tratamiento dominado

CONCLUSIONES

- Al cambiar de la variedad I - Pan a la variedad I – Fripapa, se obtuvo \$20.0 de ganancia, esto puede explicarse porque la variedad I – Papapan, a pesar de ser resistente, tuvo un comportamiento de variedad susceptible, lo que nos indica que no tiene resistencia al aislamiento de tizón tardío que proviene de la zona de Guntuz, provincia de Chimborazo.
- El clon 97-1-8, con estrategias semanales de aplicación, tuvo el mejor beneficio neto con un valor de \$4697.8/ t el segundo mejor es el mismo clon con aplicaciones cada 50 mm de precipitación acumulada, con un valor de \$ 3164.4./ t lo que indica que es un clon que se adaptaría a la condiciones de la comunidad de Guntuz.
- Estos resultados obtenidos dan apoyo a la hipótesis de que las aplicaciones de un fungicida protectante en variedades resistentes, basadas en umbrales de precipitación acumulada, aplicaciones semanales y práctica del agricultor son significativamente diferentes para controlar el tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

RECOMENDACIONES

- El clon 97-1-8, tuvo un excelente rendimiento y los valores de AUDPC más bajos, incluso en la estrategia testigo (sin aplicaciones), al compararse con las otras variedades y clon, lo que indica que puede considerarse como promisorio para la comunidad de Guntuz, provincia de Chimborazo, mientras que el clon 97-1-2, fue todo lo contrario, por lo que no se recomienda para esta zona.
- Se recomienda realizar un análisis económico únicamente para el clon 97-1-8, con estrategias de aplicación de un fungicida protectante, cada 30 mm y 40 mm de precipitación acumulada.

BIBLIOGRAFÍA

1. BERGER, R. 1988. The analysis of effects of control measures on the development of epidemics. *In* "Experimental techniques in plant disease epidemiology". (J. Kranz y J. Rotem, eds). Springer - Verlag. Berlin, Alemania: 500 p.
2. EDIFARM. 2004. Vademécum Agrícola 5 (diccionario de productos plaguicidas). Quito, Ecuador. 297 p.
3. ESTRADA, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. PROINPA, CID, CIP. La Paz - Bolivia. 91-95, 139- 142, 158-181 p.
4. HUARTE, M. 2002. "Niveles disponibles de resistencia al tizón tardío en Latinoamérica. GILB Taller Latinoamérica 1". Taller Internacional complementando la resistencia al tizón (*Phytophthora infestans*) en los Andes. Centro Internacional de la Papa. (E. Fernández-Northcote, ed.) Cochabamba, Bolivia. 59 - 66 p.
5. OYARZUN, P., TAIPE, J. y FORBES, G. 2001. "*Phytophthora infestans* su actividad y particularidades en el Ecuador. Perfil de país". Complementando la resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en los Andes. (E. Fernández-Northcote, ed.) Cochabamba, Bolivia. 17 - 27 p.

6. TAIPE, A., FORBES, G. y TAIPE, M. 2003. Desarrollo de estrategias de manejo para el tizón tardío de la papa en cultivares resistentes en Ecuador, Informe anual de investigación. John and Ann Niederhauser endowment, INIAP PNRT-Papa, Centro Internacional de la Papa. Quito, Ecuador. 21 p.