

Conocimiento y Prácticas del Agricultor con Relación al Uso de Fungicidas en el Control del Tizón Tardío en los Andes

Oscar Ortiz¹, Graham Thiele² y Greg Forbes²

Resumen

El tizón tardío (rancho o lancha) es el principal problema que enfrentan los agricultores que cultivan papa en los Andes. El uso de fungicidas en la actualidad, es el principal método de control para el tizón. Este estudio presenta los resultados de estudios de caso conducidos en Bolivia, Ecuador y Perú, en los cuales se describe el conocimiento de los agricultores sobre el tizón tardío y el uso de fungicidas como principal práctica de control. Se concluye indicando que el uso de fungicidas no es óptimo. Hay una gran variedad de ingredientes activos que se utilizan, las dosis generalmente están bajo los niveles recomendados, los agricultores desconocen aspectos sobre diagnosis, diferencias entre ingredientes activos y medidas de protección al aplicar. Lo cual genera una alta probabilidad para el desarrollo de resistencia a fungicidas en las poblaciones del patógeno. Sin embargo, aunque el uso no es óptimo se controla en cierta medida al tizón con fungicidas. Por lo que se sugiere que se podría optimizar el uso actual de los fungicidas en las zonas estudiadas.

Abstract

Ortiz, O., Thiele, G., and Forbes, G. 2001. Farmers' knowledge and practices on relation to fungicide use for late blight control in the Andes. Pages in: Proceedings of the International Workshop on Complementing Resistance to Late Blight (*Phytophthora infestans*) in the Andes. February 13-16, 2001, Cochabamba, Bolivia. GILB Latin American Workshops 1. E.N. Fernández-Northcote, ed. International Potato Center, Lima, Peru.

Late blight is the main constraint to potato production for farmers in the Andes. Fungicide use is currently the most important control practice. In this study farmers' knowledge about late blight and fungicides was assessed in case studies in Bolivia, Ecuador and Peru. We conclude that fungicides are not used optimally. There is high variability in terms of the product used and in doses used, although in most study sites farmers used less than that recommended. Farmers tended to lack knowledge and skills about diagnosis, differences among active ingredients and protective measures when spraying. Some fungicides are used that have a high risk for generating resistance in the pathogen population. These products are used without a strategy for reducing the risk of resistance. Although fungicide use is not optimum, it controls late blight and is generally profitable. Therefore, optimization of fungicides should lead to greater profitability, reduced risk of crop failure, less danger to applicators and in some cases reduced environmental contamination.

Introducción

El tizón tardío (rancho o lancha) es el principal problema que enfrentan los agricultores que cultivan papa en los Andes, especialmente en zonas donde las condiciones agroclimáticas favorecen el desarrollo del patógeno que causa esta enfermedad.

El control del tizón tardío con productos químicos en los Andes comienza a mediados del siglo XX, a pesar de que la enfermedad se conocía desde posiblemente el siglo XIX (Torres, 1896). En el Perú, los pesticidas se introducen alrededor de la década de 1930 (Fano, 1983; Franco, 1986) y se comienzan a utilizar particularmente en la papa a partir de la década de 1950 (Claverías, 1986; Gálvez, 1990), inicialmente, para combatir insectos, y luego para combatir enfermedades. Desde entonces, el consumo de pesticidas, entre

¹ Centro Internacional de la Papa, Apartado 1558, Lima-12, Perú. C.Elec: o.ortiz@cgiar.org

² Centro Internacional de la Papa, Apartado 17-21-1977. Quito, Ecuador.

ellos, los fungicidas ha ido en continuo aumento y actualmente es el principal método de control para el tizón. Sin embargo, surgen las preguntas ¿cuánto saben los agricultores sobre los fungicidas? ¿cuál es el uso actual de fungicidas para controlar esta enfermedad? y ¿es posible mejorar el uso actual?. Este artículo intenta responder a estas preguntas utilizando información de estudios de caso llevados a cabo entre 1997 y 1998 en Bolivia, Ecuador y Perú. También se usa información de otras fuentes secundarias. Hay que aclarar, sin embargo, que los resultados y conclusiones presentadas se basan en estudios de caso en localidades específicas en cada país y que no pueden ser tomadas como representativas de lo que pasa en el resto de las zonas paperas. Sin embargo, dada la escasez de información sobre uso de fungicidas a nivel de campo, presenta información útil para los interesados en el control del tizón tardío.

Los estudios de caso

Tres estudios de caso se realizaron en, Morochata, Bolivia (Guamán et al. 1999), las provincias de Carchi, Bolívar, Cotopaxi y Chimborazo en Ecuador (Barrera et al., 1998) y los departamentos de Cajamarca, Huaraz y Cusco en Perú (Ortiz et al., 1999) con el apoyo del Fondo Internacional para el Desarrollo de los Países Exportadores de Petróleo (OPEC) y otras fuentes financieras. El principal objetivo de estos estudios de caso fue determinar el conocimiento de los agricultores sobre el tizón tardío y sobre los métodos de control, así como la importancia de la enfermedad para reducir los rendimientos. En cada país se seleccionaron lugares representativos de los agroecosistemas donde se siembra papa, se seleccionaron agricultores (Cuadro 1), a quienes se les aplicó un cuestionario detallado sobre el conocimiento del tizón y su control, y sobre el manejo de la papa en general. Además, se seleccionaron campos de papa para ser visitados por lo menos durante tres veces antes de la cosecha para medir la severidad del tizón, registrar las medidas de control y finalmente realizar un muestreo del rendimiento. En Ecuador y Perú también se realizaron grupos focales sobre el conocimiento del tizón y las formas de control para obtener información sobre los factores que influyen en la toma de decisiones sobre cuando utilizar medidas de control. En Bolivia, se realizó el seguimiento a un número relativamente menor de agricultores pero con mayor detalle.

Cuadro 1. Muestra de agricultores que se entrevistaron durante los estudios de caso

Pais	Provincia o Departamento (localidad)	Agricultores entrevistados (N°)
Bolivia*	Morochata	45
Ecuador**	Carchi (Tulcán, Huaca, Montufar, Espejo)	100
	Bolívar (Guaranda)	61
	Cotopaxi (Latacunga, Salcedo, Pujilí)	60
	Chimborazo (Cjambo, Guano, Riobamba)	60
Perú***	Cajamarca (Cajamarca, Contumazá y San Miguel)	131
	Cusco (Paucartambo y Calca)	49
	Huaraz (Huari, Huaraz, Recuay, Ayja)	47
Total		553

* Se monitorearon detalladamente 45 campos hasta la cosecha.

** Se entrevistaron 281 agricultores, pero sólo se monitorearon 78 campos.

*** Se entrevistaron 227 agricultores, pero sólo se monitorearon 178 campos en Cajamarca y Huaraz.

Fuente: Barrera et al., 1998; Guamán et al., 1999; Ortiz et al., 1999

En el Cuadro 2 se describe brevemente las principales características de los sitios en los cuales se realizaron los estudios de caso. En la mayoría de los casos se trata de lugares donde la papa forma parte de un sistema con cultivos variados, principalmente cereales y se puede decir que la principal orientación es satisfacer las necesidades familiares, pero manteniendo en mente la venta de los excedentes. Sin embargo, en Carchi, Ecuador, la producción de papa tiene una clara orientación al mercado, de igual forma en Morochata, Bolivia, la papa es claramente el principal cultivo comercial. El área promedio con papa por familia varió entre 0.51 ha hasta 2.97 ha según el sitio.

Las altitudes varían de los 2700 msnm hasta los 4200 msnm donde las temperaturas medias están entre los 10 a 14 grados centígrados y las precipitaciones entre 700 a 1200 mm, dependiendo del lugar. Es necesario aclarar que en la campaña 1997-1998, que fue cuando se colectaron los datos ocurrió el fenómeno climático

llamado El Niño que incrementó considerablemente las precipitaciones en la zona norte del Perú (Cajamarca) y las redujo en Bolivia.

Cuadro 2. Principales características de los lugares incluidos en los estudios de caso

País	Provincia o Departamento*	Sistema de producción	Objetivo	Precipitación (mm) anual	Area de papa*** (ha)
Bolivia	Morochata	Papa-cereales	Mercado Autoconsumo	813	1.04
Ecuador	Carchi	Papa	Mercado	920 - 1046	2.97
	Bolivar	Papa-cereales	Autoconsumo**	750 - 1200	0.51
	Cotopaxi	Papa-cereales	Autoconsumo	947	0.72
	Chimborazo	Papa-cereales	Autoconsumo	700	1.03
Perú	Cajamarca	Papa-cereales	Autoconsumo	850	0.63
	Cusco	Papa-cereales	Autoconsumo	800	1.1
	Huaraz	Papa-cereales	Autoconsumo	750	0.62

* Las localidades específicas se han indicado en el Cuadro 1. Nota: El rango de altitud de los sitios analizados varió entre 2700 msnm en Carchi y Cajamarca hasta los 4200 msnm en Morochata.

** El principal objetivo es el autoconsumo, pero si obtienen suficiente excedente también lo dedican al mercado.

*** Area por familia

El conocimiento del agricultor sobre los fungicidas

En los estudios de caso en Bolivia y Perú pocos agricultores conocen que la causa del tizón es un microorganismo, la mayoría cree que aparece espontáneamente cuando hay mucha humedad (Guaman et al., 1999; Ortiz et al., 1999). Pocos saben reconocer los síntomas del tizón apropiadamente y la mayoría considera como tal a cualquier mancha oscura que aparece en las hojas. Desconocer estos aspectos de la biología de la enfermedad no les permite a los agricultores entender la importancia de usar fungicidas en forma preventiva o cuando su uso es necesario.

En cuanto al conocimiento sobre prácticas de control del tizón, en Cajamarca, Perú, más del 90% de agricultores conoce que el uso de fungicidas es la principal práctica de control para el tizón tardío (Ortiz et al., 1999). A pesar de esto, cuando se analiza en detalle, se observa que ellos tienen conocimientos limitados sobre el uso adecuado de estos productos. La mayoría no conoce el concepto de ingrediente activo ni la diferencia entre fungicida sistémico y fungicida de contacto. Esto influye en la elección del fungicida. En Bolivia, entre 60% y 80% de agricultores no conocían la razón de realizar alternancia de fungicidas sistémicos y de contacto.

Los agricultores generalmente no conocen la forma de calcular la dosis adecuada, usualmente hacen la mezcla en la mochila basados en su experiencia o en información de vecinos o vendedores de pesticidas. Posiblemente ésta sea la razón por la que algunos agricultores usan dosis incorrectas (ver más adelante) y hay una gran variedad de productos comerciales que se usan, algunos con los mismos ingredientes activos. Discusiones grupales en Cajamarca, Perú, demostraron que menos del 10% de agricultores no diferencian insecticidas de fungicidas. La mayoría de ellos (más del 80%) no conocen las diferencias entre fungicidas de contacto y sistémicos, desconociendo el concepto de alternancia (Ortiz et al., 1999). Guamán et al. (1999) indica que más del 60% de agricultores no conoce cuál tipo de fungicida debe aplicar primero en Morochata, Bolivia. En Bolivia, entre 60% y 80% de agricultores no conocían la razón de realizar alternancia de fungicidas. Aunque, el valor de la alternancia es aun discutible y no hay evidencias concretas de su utilidad.

Otro aspecto que es desconocido por la mayoría de agricultores es el de la toxicidad de los fungicidas. Los agricultores asocian más el riesgo de envenenamiento agudo con el uso de insecticidas, pero no conocen que algunos fungicidas también pueden ser tóxicos en el largo plazo.

En la Sierra norte del Perú, varios factores influyen en el uso de prácticas de control de plagas (incluyendo el uso de fungicidas), entre ellos los objetivos de la producción de papa (para el mercado o para subsistencia), la disponibilidad de recursos económicos, la percepción y priorización de problemas, las condiciones agroecológicas de cada parcela y el acceso a los insumos. El acceso a información, la adquisición de conocimiento y el desarrollo de habilidades son los que finalmente determinan si un agricultor usará una práctica de control eficientemente (Ortiz, 1997). Por lo tanto, contribuir a mejorar el conocimiento de los agricultores sobre los principios del uso de fungicidas influiría en el uso más eficiente de los mismos.

Los fungicidas que se usan en el cultivo de la papa en Los Andes

Existen diferencias en cuanto a los fungicidas sistémicos usados en los sitios estudiados. En Morochata, Bolivia, el sistémico que más se utiliza es el clorhidrato de propamocarb, y este se usa solo sin ningún fungicida de contacto. Bolivia es el único sitio donde se usa este producto. Las fenilamidas se usan en menor, aunque importante escala en Bolivia, mientras estos productos son los más importantes en el Perú. Salvo en la provincia de Bolívar, casi no se usan fenilamidas en Ecuador. El compuesto sistémico que más se utiliza es cimoxanil.

También hay bastante diferencia entre sitios en cuanto a los fungicidas de contacto. En Bolivia, el fungicida de contacto más utilizado es clorotalonil, pero este producto no se utilizó en ninguno de los otros sitios del estudio. En Ecuador se utilizó el producto mancozeb casi exclusivamente. Como contraste, en el Perú la diversidad de fungicidas de contacto es mayor. Se utilizaron mancozeb, propineb y fentinacetato con frecuencia importante. En términos generales, el mancozeb es el producto activo de contacto más común en las zonas estudiadas de Ecuador y Perú, y también es común cuando forma parte de un producto combinado con un fungicida sistémico como metalaxil en Perú y el cimoxanil en el Ecuador.

Posiblemente esta variabilidad se explica por las estrategias de promoción de las diferentes casas comerciales en cada país. La diversidad de productos también sugiere que nuevos productos están continuamente ingresando al mercado (con diferentes nombres comerciales) y que los agricultores los prueban y deciden continuar usándolos según su eficacia.

Al parecer, los patrones de uso de fungicidas varían de lugar en lugar y también posiblemente de año en año. Linares (2001) refuerza esta observación indicando que en la campaña 1998-1999, en la Provincia de San Miguel, Cajamarca, Perú, los fungicidas más utilizados fueron el propineb (23% de aplicaciones) y el mancozeb (23% de aplicaciones). En cambio el metalaxil fue usado solamente en 10% de aplicaciones, comparado con 42% en la campaña 97-98 (aunque no se muestrearon los mismos agricultores).

En Ecuador se reportaron en total 18 ingredientes activos o combinaciones, en Perú hasta 14 ingredientes y en Bolivia hasta 6 ingredientes activos. Pero en Bolivia la muestra fue pequeña y localizada, por lo cual no se puede generalizar. Sin embargo, en Perú y Ecuador se reportaron más ingredientes activos que en los estados de Idaho, Washington y Oregón de los Estados Unidos donde se reportan trece ingredientes activos (Murphy, 1997). Esto da una idea de la diversidad de productos usados y genera la pregunta si dicha diversidad no lleva a confundir al productor.

Los productos activos más utilizados para controlar el tizón tardío a mediados de la década de 1980 en la Sierra Central y Sur de Perú eran el mancozeb, propineb y metiram (Ewell et al., 1994). Esto indica que en los últimos 15 años se ha incrementado la diversidad de productos utilizados para el control del tizón, posiblemente por el desarrollo del mercado de los pesticidas ya que continuamente nuevos productos son lanzados en el intento de lograr una mayor efectividad.

En términos generales, sin pretender hacer generalizaciones porque los datos que se reportan provienen de estudios de caso localizados, se aprecia que los agricultores utilizan mayor diversidad de fungicidas en Ecuador, pero el mayor uso de unos pocos es uniforme, luego en Perú y menos en Bolivia. Esto podría estar relacionado con la selección de la zona para el estudio en cada país, el grado de desarrollo del mercado de productos agroquímicos y con el tipo de productor en cada zona. Además, las variaciones en condiciones agroecológicas tienden a favorecer el desarrollo del tizón en algunas zonas y consecuentemente los agricultores tienden a usar más fungicidas.

El número de aplicaciones de fungicidas

La evidencia generada por grupos focales en Cajamarca, Perú, indica que cada aplicación de fungicidas significa un desembolso de dinero en efectivo para el agricultor. Pocos agricultores pueden comprar los productos por adelantado, sólo cuando les fue bien en la campaña anterior, o tienen otras fuentes de ingresos como el ganado lechero. Otros se ven obligados a invertir de emergencia cuando el tizón tardío aparece. Si la familia no tiene recursos o no invirtió con antelación en fungicidas, se corre el riesgo de perder el cultivo. Esta es la situación de la mayoría de pequeños agricultores que no pueden cubrir el costo de los agroquímicos.

El número de aplicaciones de fungicidas varía según el lugar, las condiciones agroecológicas predominantes y la orientación al mercado. Entre los ocho lugares estudiados en Ecuador, Bolivia y Perú (Cuadro 3), es en el

Carchi donde se aplican fungicidas con mayor frecuencia. En este lugar se cultiva intensamente la papa con objetivos comerciales y además presenta condiciones ideales para el desarrollo del tizón. En las otras provincias del Ecuador, el número de aplicaciones tiende a ser menor, porque las condiciones climáticas son menos adecuadas para esta enfermedad y porque la papa se cultiva con menos orientación comercial. En Cajamarca, Perú, el promedio de aplicaciones fue superior al promedio de Carchi aunque la orientación es más hacia autoconsumo, sin embargo este promedio estaba sobre los valores normales porque en la campaña 1997-1998 en que se tomaron los datos ocurrió el fenómeno climático de El Niño que incrementó las precipitaciones, y por lo tanto los agricultores se vieron obligados a realizar más aplicaciones. En otros lugares del Perú como en Huaraz y Cuzco, el número de aplicaciones fue considerablemente menor porque hubo menos precipitación. En el caso del Perú, Linares (2001) indica que el número de aplicaciones aumenta según el área sembrada de papa por agricultor en la zona de San Miguel, Cajamarca, donde el tizón tardío es endémico (Figura 1). Sólo cerca del 30% de agricultores que siembran entre 0.01 y 0.25 ha de papa usan entre 4 a 9 aplicaciones, mientras que alrededor del 80% de los que siembran más de 2 ha tienden a usar el mismo número de aplicaciones. Las parcelas más grandes son generalmente cultivadas por agricultores comerciales que tienen capital para invertir en control fitosanitario con agroquímicos. Ortiz et al. (1999) también indican una correlación positiva significativa entre el área total de la finca y el número de aplicaciones, confirmando que los agricultores con más recursos, que producen en forma comercial, tienden a usar más fungicidas.

Cuadro 3. Número de aplicaciones de fungicidas en Ecuador, Perú y Bolivia. Adaptado de Barrera et al. (1998), Guamán et al. (1999) y Ortiz et al. (1999)

País	Provincia o Departamento*	Rango de plicaciones	Promedio	Desviación estándar
Ecuador	Carchi	1-15	6.5	3.0
	Bolivar	0-15	4.2	2.9
	Cotopaxi	1-9	3.8	1.4
	Chimborazo	1-7	3.3	0.9
Perú	Cajamarca**	0-14	6.6	3.5
	Huaraz	0-6	2.2	1.5
	Cusco	0-7	3.3	1.4
Bolivia	Morochata***	0-5	2.3	1.0

* Las localidades específicas se indican en el Cuadro 1. ** Año lluvioso. *** Año seco.

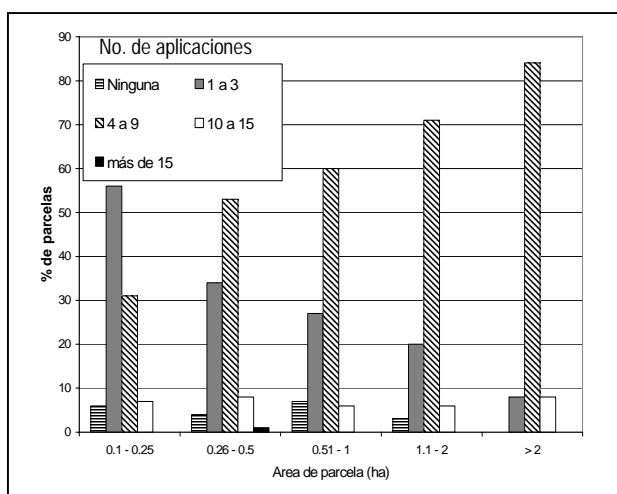


Figura 1. Número de aplicaciones de pesticidas (la mayoría fungicidas) en 400 parcelas de San Miguel, Cajamarca, Perú. Campaña 1998-1999.

En Morochata, Bolivia, el promedio es de 2.3 aplicaciones por campaña, con un rango de 0 a 5. Sin embargo, en la campaña en que se tomaron los datos (1997-1998) hubo menos precipitación que la normal. En el año anterior el promedio de aplicaciones en una de las comunidades de la zona fue de 3.8, lo que es igual o mayor que en 4 de los 7 sitios en el estudio (Torrez et al., 1999).

El número de aplicaciones está influenciado por muchos factores (Cuadro 4). Ortiz et al. (1999) indican que existe una correlación significativa y negativa entre la edad del jefe de familia (generalmente el que toma las decisiones sobre uso de pesticidas) y el número de aplicaciones. Es decir, los agricultores más jóvenes tienden a aplicar más. Con cada año de disminución de la edad los agricultores aplicaban 0.04 aplicaciones más. También existe una influencia significativa de los años de educación sobre el número de aplicaciones. Cada año adicional de educación influyó en que se usaran 0.26 aplicaciones más. Los agricultores con mayor tamaño de finca también tienden a aplicar más. Cada hectárea de incremento del área estaba asociado al incremento de 0.53 aplicaciones más. Estos agricultores tienen más recursos y pueden solventar el gasto que implica el uso de fungicidas. La fecha de siembra también influye en el número de aplicaciones, ya que los agricultores tienen que aplicar más cuando siembran en los últimos meses del año coincidiendo con el periodo lluvioso. Retrasar la siembra en un mes podía significar tener que aplicar 0.21 veces más. El lugar (condiciones agroclimáticas) también está asociado con la intensidad del uso de fungicidas. En Cajamarca se analizaron tres provincias, en dos de ellas (Contumazá y San Miguel) donde se presentan más precipitaciones se realizan aproximadamente 3 veces más aplicaciones que en la provincia de Cajamarca que es más seca. Se esperaría que agricultores que siembran cultivares resistentes usen menos fumigaciones. Sin embargo, la evidencia disponible del estudio en Perú no es concluyente (Ortiz et al., 1999). Una posible explicación es que la mayoría de agricultores tiende a sembrar de 2 a 5 cultivares de papa en campos contiguos, que generalmente son pequeños (el promedio de área dedicada a papa es de 0.58 ha dividida en parcelas más pequeñas), por lo tanto el costo adicional de aplicar a un cultivar resistente, aunque no lo necesite, no sería significativo. El agricultor para reducir los riesgos prefiere aplicar. Por otro lado, entre los cultivares analizados que eran siete, incluyendo el grupo de cultivares nativos como un cultivar, sólo el cultivar Amarilis era resistente. Este cultivar recién había sido introducido a la zona estudiada una campaña antes, por lo que se puede asumir que los agricultores estaban recién evaluando su reacción al tizón. Posiblemente recién en las siguientes campañas se usen menos aplicaciones para este cultivar.

Cuadro 4. Factores que influyen en el número de aplicaciones de fungicidas en las Provincias de Cajamarca, Contumazá y San Miguel, Perú. Campaña 1997-1998

Variable	Coefficiente	Significancia (t)
Edad	-0.04	-1.95 *
Educación	0.26	0.33 **
Mano de obra familiar	0.01	0.06
Area de la finca	0.53	2.16 **
Cultivares:		
Amarilis	-3.66	-0.66
Canchán	0.47	0.84
Chaucha	1.38	1.63
Libertería	-0.35	-0.62
Perricholi	0.93	1.22
Yungay	-0.18	-0.37
Fecha de siembra	0.21	3.27 ***
Lugares:		
Contumazá	3.34	4.24 ***
San Miguel	3.38	4.49 ***
Constante (Cajamarca)	-286.03	-3.22 ***
Número de observaciones		131.00
R ²		0.56

*** Significativo a 0.01 p.; **significativo a 0.05 p.; * significativo a 0.1.

Nota: El cultivar de referencia es el grupo de cultivares nativos. El lugar de referencia es la provincia de Cajamarca.

La edad del agricultor fue significativa pero negativamente asociada con el número de aplicaciones. El nivel de educación, área de la finca, fecha de siembra y el lugar estuvieron significativa y positivamente asociados con el número de aplicaciones.

Fuente: Ortiz et al., 1999.

Las formas de aplicación

En términos generales, los agricultores tienden a no hacer aplicaciones preventivas debido a su desconocimiento sobre los tipos de fungicidas y la biología del patógeno. Barrera et al. (1998) indica que

para el caso de Ecuador, el 51% de agricultores aplica fungicidas cuando aparecen los síntomas, lo cual puede ser muy tarde. Un caso similar se observó en el Perú. En Bolivia en el año del estudio la mayoría realizó aplicaciones antes de la aparición de síntomas porque las lluvias se retrasaron en la campaña 1997-1998. Aunque encuestas realizadas el año anterior en la zona indicaron que solamente 17% de los agricultores aplicaron en forma preventiva.

Los estudios de caso indicaron que la mayoría de agricultores aplicaron fungicidas con bombas de mochila manuales de 15 litros en el caso de Cajamarca, Perú o de 20 litros en Morochata, Bolivia. En el Perú, más del 85% de agricultores prepara la mezcla directamente en la mochila usando una cuchara como medida para la dosificación, lo cual influye en que no se usen las dosis correctas (ver más adelante). En el Perú, para la primera aplicación generalmente mezclan un insecticida para insectos foliares y un fungicida. A partir de la segunda aplicación sólo usan fungicidas para el tizón. En Morochata los agricultores mezclan fungicidas e insecticidas en la mayoría de aplicaciones. En el Perú y Bolivia, los tipos de boquilla que se usan son de plástico tipo cono. La aplicación se realiza tratando de mojar todas las hojas por encima, lo cual no es eficiente en caso de productos de contacto ya que el fungicida no llega al envés de las hojas. Por el contrario, en Carchi mezclan el producto en un depósito grande (turril), combinando hasta 7 o más diferentes productos, que incluyen fungicidas. En un año normal aplican tanto producto que muchos agricultores no ven síntomas de infección con tizón (Sherwood, comunicación personal).

En el Perú, observaciones en campo indicaron que los agricultores generalmente comienzan con un fungicida más barato (generalmente de contacto) aplicándolo cada dos semanas según las condiciones climáticas, si las lluvias se intensifican aplican cada semana y si ven que el producto usado no controla, cambian a un producto más "fuerte", que generalmente es un sistémico como el metalaxil. Sin embargo, ellos no conocen las diferencias de acción de dichos productos. En Morochata, Bolivia, en cambio un 78% de los agricultores empezaban con un producto sistémico, y un 15% alternaba con un fungicida de contacto después.

En general los agricultores no usan medidas de protección cuando aplican pesticidas, menos aún cuando aplican fungicidas a los cuales consideran como menos tóxicos, ya que posiblemente no los asocian con casos de envenenamiento agudo. Sin embargo, la exposición a fungicidas también puede causar daños al ambiente y a las personas (Shuster y Schroeder, 1990; Pillings y Jepson, 1993; Murphy, 1997).

Las dosis utilizadas

La evidencia colectada por varios estudios indica que los agricultores tienden a utilizar cantidades por hectárea y por mochila menores que las recomendadas por los fabricantes. Ewell et al. (1994) indica que los agricultores en el Perú en promedio usaban menos del 50% de la dosis recomendada en el caso del propineb y el mancozeb. En cambio, la dosis usada de metiram estaba alrededor del 80% de la dosis recomendada. Ortiz et al. (1999) llegan a la misma conclusión (Figura 2). En tres de seis productos comerciales, los agricultores en promedio usan menos del 50% de la dosis recomendada. Para los otros tres productos, los agricultores usan en promedio entre 70% y 90% de la dosis recomendada. Esto significa que si se recomienda usar entre 4 a 5 cucharadas por mochila de 15 litros, los agricultores aplican de una a dos. Sin embargo, no todos los agricultores usan menos dosis de las recomendadas y al parecer ésta decisión depende del tipo de producto y de su precio. Por ejemplo, el metalaxil combinado con mancozeb es uno de los productos más caros en Cajamarca, Perú, posiblemente por esta razón 83% de agricultores usan una dosis menor que la recomendada. En cambio cuando los agricultores usan un producto comercial a base de mancozeb, que es un producto comercial más barato, ellos usan una dosis menor que la recomendada sólo en el 42% de los casos.

Los agricultores usan dosis menores que las recomendadas debido a varias causas, entre las cuales está la falta de recursos económicos en el momento oportuno, es decir la falta de dinero en efectivo cuando requieren comprar los fungicidas. Los pequeños agricultores pueden llegar al extremo de comprar fungicidas por cucharas de algún vecino, ya que no tienen dinero para comprar fungicidas por kilogramos. En otros casos, los agricultores tratan de invertir lo menos posible ya que no tienen la seguridad de recuperar la inversión al momento de la cosecha. La caída de los precios de la papa en el Perú a finales de la campaña 1999-2000 fue tan dramática que muchos agricultores no cosecharon porque el costo de cosechar era mayor al de la venta del producto. Otra causa de la subdosificación es la falta de conocimiento, ya que los agricultores no conocen que esta práctica podría incidir en un control ineficiente del tizón y crear problemas de resistencia a los fungicidas.

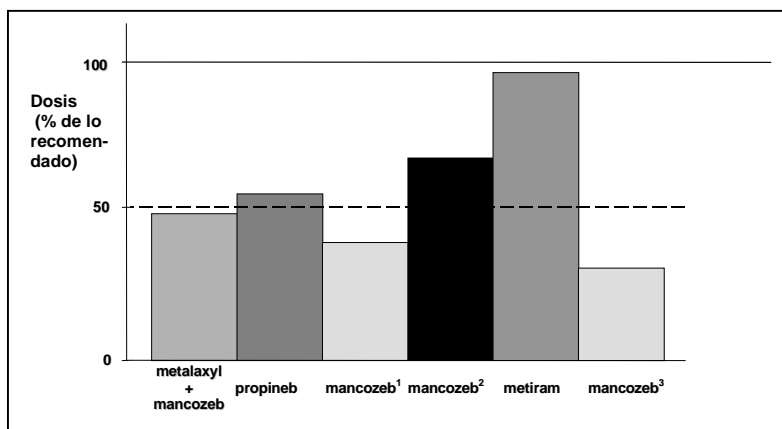


Figura 2. Dosis de los ingredientes activos más usados en las provincias de Cajamarca, Contumazá y San Miguel, Perú. Campaña 1997-1998. En el caso de mancozeb, los números indican diferentes productos comerciales. Fuente: Ortiz et al., 1999.

Hay lugares específicos en los Andes, como en El Carchi, Ecuador, donde el problema es la sobredosificación, ya que los agricultores tienden a mezclar varios productos, los cuales pueden tener el mismo ingrediente activo, en un "cóctel" de pesticidas (Barrera et al. 1998., Crissman et al., 1998).

Subdosificación y sobredosificación son problemas asociados a la falta de conocimiento de los agricultores. Muchos productos no presentan información clara en las etiquetas y los agricultores no saben interpretarla, por lo que se basan en su experiencia más que en la recomendación técnica sobre la dosificación.

Los costos de los fungicidas

Crissman et al. (1998) indican que el 8.32% del costo total de producción de papa se dedica a fungicidas en el Carchi que es una zona de producción comercial de papa. El costo de los fungicidas es menor que el costo de la mano de obra (25%) o el costo de fertilizantes (20%). En el Perú, el MINAG (1999) reporta un costo por fungicidas de 7.7% del total de los costos cuando se utiliza una tecnología media, lo cual representa aproximadamente 136 US\$ por hectárea. Ortiz et al. (1999) reporta que los agricultores de la zona de Cajamarca, inviertan en promedio 100 US\$/ha en fungicidas (aproximadamente 10% del costo total). Sin embargo, existe gran variabilidad respecto a la inversión en el control del tizón tardío. El mismo autor indica que, de un total de 131 entrevistados en tres provincias, aproximadamente el 5% de los agricultores no invirtieron en el control del tizón. En el otro extremo hubo un 12.9% de agricultores que invirtieron entre 200 US\$ a 500 US\$/ha. La mitad de agricultores (51%) gastaron entre 1US\$/ha a 66US\$/ha. Lo cual representa el rango de inversión que realizan los agricultores típicos de la zona de Cajamarca, Perú, para el control del tizón. En Bolivia, Guamán et al. (1999) indican que el costo de fungicidas en cuatro comunidades de Morochata, Cochabamba, varía entre 113 US\$/ha y 225 US\$/ha en promedio, lo cual representa entre 6% y 12% del costo total de producción.

En general, el costo de usar fungicidas no está entre los rubros más caros dentro de la estructura de costos de producción de la papa en los lugares analizados. Por lo tanto, no se deberían esperar reducciones dramáticas de costos como resultado de programas de capacitación para mejorar el control del tizón tardío.

La efectividad de los fungicidas

Los agricultores reconocen a los fungicidas como la principal práctica de control contra el tizón tardío, particularmente en zonas donde no hay cultivares resistentes o donde se siembra en épocas lluviosas. Según su experiencia, los fungicidas reducen el daño causado por la enfermedad. Ortiz et al. (1999), analizando 131 campos, indican que el número de aplicaciones de fungicidas está negativa y significativamente correlacionada con la severidad de la enfermedad. Es decir a mayor número de aplicaciones menor daño. En Morochata con mayor número de aplicaciones de fungicida sistémico y la alternancia de fungicidas sistémico

con contacto, la enfermedad es menos severa (Cuadro 5). El número de aplicaciones de fungicida de contacto no está significativamente correlacionada con severidad, posiblemente por las deficiencias en la aplicación. La evidencia sugiere que a pesar de las formas de aplicación y dosis incorrectas, aplicar fungicidas es mejor que no aplicar ya que se controla la enfermedad en cierta medida. Sin embargo, posiblemente el uso podría hacerse más eficiente si se aplicara en la forma correcta.

Cuadro 5. Factores que influyen en el AUDPCr Campaña 97-98, Morochata, Bolivia. Adaptado de Guamán et al. (1999)

Variable	B	Significancia (t)
Alternancia	-3.204	-2.203*
Escolaridad nivel básico	-1.508	-0.496
Escolaridad nivel secundario	-1.705	-1.358
N° aplicaciones fungicida contacto	.237	0.333
N° aplicaciones fungicida sistémico	-1.797	-3.020**
Cultivar	-1.033	-0.340
Comunidad San Isidro	-.252	-0.171
Comunidad Pata Morochata	-5.635	-4.555**
Comunidad Compañía Pampa	-2.655	-0.776

R² = 0.63 R² ajustado = 0.54. * Significativo a 0.05. ** Significativo a 0.01.

Nota: Sólo la alternancia, el número de aplicaciones de un fungicida sistémico y el lugar estuvieron asociados significativa y negativamente con el AUDPCr.

Estos trabajos de investigación sugieren que, a pesar de los posibles efectos secundarios nocivos de los fungicidas, existe la posibilidad de optimizar su uso ya que tienen un efecto de control y al reducir el daño contribuyen a incrementar los rendimientos. Optimizar el uso de fungicidas no significa necesariamente aumentar la cantidad usada, sino mejorar la capacidad del agricultor para diagnosticar la enfermedad y para tomar decisiones apropiadas en cuanto al tipo de producto, la dosificación, la aplicación y la protección según el tipo de cultivar. Torrez et al. (1999) indican que la capacitación de agricultores sobre el manejo del tizón, particularmente el uso apropiado de fungicidas, es altamente rentable. Sin embargo, se esperaría que el ingreso de cultivares resistentes conllevaría a una reducción de la cantidad aplicada y la oportunidad de obtener cosechas para aquellos productores que no pueden solventar el costo de agroquímicos.

Resistencia a los fungicidas

Varios factores relacionados al cultivo de la papa en la zona alto Andina contribuyen a una alta presión de selección para resistencia a fungicidas en las poblaciones de *P. infestans*. Primero, los cultivos de papa generalmente deben ser protegidas desde que emergen durante un periodo vegetativo de 130 días. Por lo tanto, el número total de aspersiones por campaña agrícola puede ser alto, variando entre 1 a 15 según los resultados del estudio y aún más, dependiendo del clima, para un cultivo susceptible. Segundo, las poblaciones del patógeno en la zona Andina están compuestas por una sola línea clonal en cada país (Forbes et al., 1998), la cual como se describe anteriormente, está presente en el campo durante todo el año. Si se crea resistencia a un fungicida en una población, la resistencia no se perderá por recombinaciones genéticas, por migración de otras poblaciones, o por condiciones adversas que disminuyen las poblaciones y suelen ocurrir en el invierno en zonas templadas. Tercero, las enfermedades están presentes en niveles relativamente severos la mayor parte del año. Por lo tanto, la población del patógeno es grande, lo cual es un factor importante para determinar la probabilidad de la ocurrencia de resistencia a fungicidas (Fry and Milgroom, 1990). Finalmente, los agricultores no manejan los fungicidas como para reducir la selección del patógeno por resistencia, como se lo hace en otras partes del mundo. La mayoría de las prácticas diseñadas para reducir la selección de resistencia (Staub, 1991) son rutinariamente violadas (por ejemplo, fungicidas sistémicos son usados repetidamente como curativos). Como un ejemplo de uso indiscriminado de los pesticidas, a un cultivo susceptible de Capiro se le aplica exclusivamente compuestos basados en cimoxanil más de 15 veces en una estación (J. Carillo, comunicación personal).

Estos factores mencionados anteriormente son interesantes líneas de comparación entre los estudios de caso. En todos los sitios estudiados, la papa es cultivada durante todo el año. Bolivia no se considera parte de la zona tropical, pero Morochota tiene diferentes pisos ecológicos que permiten una producción

continua. Por eso, en todos los sitios hay un riesgo de tener tizón inmediatamente después de la emergencia del cultivo. El nivel del riesgo podría ser más alto en ciertos sitios, como por ejemplo El Carchi.

Todos los sitios estudiados tienen un solo linaje clonal del patógeno. El linaje que ataca a la papa en Ecuador y Perú es el EC-1, y en Bolivia el BR-1 (Forbes et al, 1998). Con un solo linaje no puede haber recombinación sexual dentro de la población del patógeno. La recombinación sexual puede diluir el nivel de resistencia que se encuentra en una población. Además, como no hay otras poblaciones (linajes) en la zona hay poca probabilidad que la resistencia se pierda o se diluya por la incursión de sangre nueva. Finalmente, la continuidad de la producción de papa durante el año generalmente representa una continuidad de la población del patógeno. Por eso, la población no pasa por cuellos de botellas (reducciones en el tamaño de la población) que a su vez pueden reducir o eliminar el nivel de resistencia en una población. Todos estos factores contribuyen a una situación en la cual hay una alta probabilidad de que se genere resistencia a fungicidas.

Un factor que puede afectar el nivel de resistencia a fungicidas es el tipo de fungicida usado. Este factor no es particular a ninguna región del mundo pero es relevante a los estudios de caso presentados en este estudio. Se nota que los fungicidas sistémicos, los que son realmente problemáticos para la creación de resistencia, difieren en importancia relativa entre los países (Cuadro 6). Como se notó anteriormente, solamente en Bolivia se usa un fungicida sistémico que no está mezclado con un protectante. La mezcla de sistémico y protectante es uno de los principios de manejo de fungicidas para reducir el riesgo de resistencia. Además en Bolivia, los principales compuestos sistémicos son metalaxil y ofurace, los dos son muy parecidos y de una clase de fungicidas considerada de alto riesgo para la creación de resistencia. Los demás sistémicos usados en cada lugar (cimoxanil, propamocarb y en menor escala, dimetomorf) pertenecen a una categoría de riesgo intermedio para la creación de resistencia. En general, el uso de productos de alto riesgo parece ser más frecuente en las zonas estudiadas de Bolivia y Perú que en Ecuador. Estudios recientes en el Perú, en las provincias de Oxapampa, Cajamarca, Arequipa y Comas, 92% de las muestras del patógeno fueron resistentes al metalaxil. La resistencia contra metalaxil es también efectiva contra ofurace. En Ecuador, alrededor del 50% de la población de *P. infestans* es resistente a metalaxil (Forbes et al, 1997). Aunque no disponemos de datos sobre resistencia a metalaxil en Bolivia, probablemente sea alta, por las razones discutidas anteriormente.

Cuadro 6. Principales productos activos usados en Bolivia, Ecuador y Perú (resultados de estudios de caso), expresados en porcentaje de aplicaciones. Adaptado de Guamán et al., 1999; Barrera et al., 1998; Ortiz et al., 1999 y encuestas propias en Perú

Tipo de producto	Ingrediente activo	Bolivia		Ecuador			Perú		
		Morochata (N=102)	Carchi (N=1135)	Bolivar (N=223)	Cotopaxi (N=372)	Chimborazo (N=204)	Cajamarca (N=887)	Huaraz (N=103)	Cusco (N=139)
Sistémico	clorhidrato de propamocarb	44	--	--	--	--	--	--	--
	otros**	--	6	--	3	2	1	--	--
	Subtotal	44	6	--	3	2	1	--	--
Contacto	Cloratolonil	18	--	2	0.5	--	--	--	--
	Mancozeb	8	36.9	11	40.3	31	24.4	24	7
	Propineb	--	3	--	7	5	19.3	--	7
	fentinacetato + mancozeb	--	0.1	--	0.2	--	0.3	--	45
	otros***	--	16	2	13	9	8	1	--
	Subtotal	26	55.9	15	60.8	45	51.7	25	14
Sistémico con contacto	fenilamida + contacto	29	5	28	8	4	47	54	40
	cymoxanil + contacto	--	30	55	28	39	--	--	--
	otros****	1	3	2	2	2	5	11	1
	Subtotal	30	38.1	85.0	36.2	53	47.3	75	86

* N: Número total de aplicaciones. Notar que se han incluido los productos usados en más de 10% de aplicaciones en por lo menos un lugar.

** incluye fentinacetato y benalaxil.

*** incluye ditiocarbamato, metiram, cúpricos, azufre, manganeb combinado con sulfato de cobre y oxiclورو de cobre.

**** incluye benalaxil + mancozeb, ofurace + metiram, captan + carboxin, cimoxanil + hidróxido de Cu, cimoxanil + mancozeb y dimetomorf + manc

Conclusiones

El uso de fungicidas para el control del tizón tardío es una práctica generalizada entre los agricultores que cultivan papa en los Andes. Sin embargo, no existen patrones comunes entre países y aún dentro de cada país hay variabilidad entre sitios. La evidencia sugiere que el uso de fungicidas no es óptimo. Hay una gran variedad de productos activos que se utilizan, las dosis generalmente están bajo los niveles recomendados, los agricultores desconocen aspectos sobre diagnóstico, diferencias entre ingredientes activos y medidas de protección al aplicar. Sin embargo, la evidencia también indica que los agricultores están logrando cierto control con el uso de fungicidas: un mayor número de aplicaciones está correlacionada con una reducción en el nivel de daño. Esto sugiere que se podría mejorar la eficiencia del uso de fungicidas, particularmente si se mejorara el conocimiento de los agricultores como parte de programas de manejo integrado del tizón tardío. La mejora del manejo de fungicidas se hace también necesaria para disminuir el riesgo de la generación de resistencia en las poblaciones del patógeno en la Zona Andina, el cual es alto debido a las condiciones agroecológicas actuales, de manejo y con los productos utilizados.

En general el costo de fungicidas no es el componente de costos más importante en los Andes. Sin embargo, para la mayoría de agricultores que siembran pequeñas parcelas de papa, que usan mano de obra familiar, el desembolso de dinero en efectivo para comprar fungicidas en el momento oportuno es un factor limitante. Para ellos una reducción en el número de aplicación de fungicidas sería muy deseable. Los cultivares resistentes con un uso más racional de fungicidas tendrían un papel fundamental para ayudar a este grupo de agricultores a reducir el riesgo ocasionado por el tizón tardío.

Literatura citada

Barrera, J., Unda, J., Ortiz, O., Norton, G. 1998. Manejo de las principales plagas y enfermedades de la papa por los agricultores de la República del Ecuador. Informe interno no publicado. Proyecto financiado por OPEC.

Claverías, R. 1986. Tecnología andina y desarrollo autosustentado en el sur peruano. Páginas 243-247 en: Perú: El problema agrario en debate. SEPIA I. V. Gómez, B. Revesz, E. Grillo y R. Montoya, eds. SEPIA. Lima, Perú.

Crissman, C., Espinosa, P., Ducrot, C., Cole, D., and Carpio, F. 1998. The case study site: physical, health, and potato farming systems in Carchi province. Pages 85-120 in: Economic, environmental, and health tradeoffs in agriculture: Pesticides and the sustainability of Andean potato production. C. Crissman, J. Antle and S. Capalbo, eds. Kluwer Academic Publishers, Centro Internacional de la Papa. USA.

Ewell, P., Fano, H., Raman, K.V., Alcazar, J., Palacios, M., Carhuamaca, J. 1994. Manejo de plagas de la papa por los agricultores en el Perú. Centro Internacional de la Papa, Sistemas Alimentarios. Serie de Investigación No. 6. Lima, Perú.

Fano, H. 1983. Cambio tecnológico y tendencias de la producción de papa en la región central del Perú. 1948-1979. Tesis de Economista, Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Economía. Lima, Perú.

Forbes, G. A., Escobar, X. C., Ayala, C. C., Revelo, J., Ordoñez, M. E., Fry, B. A., Doucett, K., and Fry, W. E. 1997. Population genetic structure of *Phytophthora infestans* in Ecuador. *Phytopathology* 87: 375-380.

Forbes, G.A., Goodwin, S.B., Drenth, A., Oyarzun, P., Ordoñez, M.E., Fry, W.E., 1998. A global marker database for *Phytophthora infestans*. *Plant Disease* 82: 811-818.

Franco, E. 1986. Cambios tecnológicos en la agricultura. Páginas 217-242 en: Perú: El problema agrario en debate. SEPIA I. V. Gómez, B. Revesz, E. Grillo y R. Montoya, eds. SEPIA. Lima, Perú.

Fry, W. E., and Milgroom, M. G. 1990. Population biology and management of fungicide resistance. Pages 275-285 in: Managing resistance to agrochemicals. M. B. Green, H. M. Lebaron, and W. E. Moberg, eds. American Chemical Society, Symposium Series 431.

Gálvez, V. 1990. Tecnologías campesinas de Chota. Páginas 55-63 en: Sociedad y Naturaleza en los Andes (Tomo I). PRATEC-PNUMA. Lima, Perú. pp. 55-63.

Guamán, S., Torrez, R., Quiroga, J. y Thiele, G. 1999. Estudio de línea de base del manejo del tizón de la papa en Cochabamba. Documento de Trabajo 13. Fundación PROINPA. Bolivia.

Linares, I. 2001. Tipificación de agricultores que cultivan papa en la provincia de San Miguel, Departamento de Cajamarca. Tesis de Economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Economía y Planificación.

MINAG-OIA (Oficina de información Agraria). 1999. Boletines estadísticos agrarios de 1994 a 1998. MINAG-OIA, 2000. Website: www.minag.gob.pe/estadisticas.

Murphy, K. 1997. Innovative cropping systems can replace hazardous pesticides. *Journal of Pesticide Reform*. Vol. 17.

Ortiz, O. 1997. The information system for IPM in subsistence potato production in Peru: experience of introducing innovative information in Cajamarca province. Tesis de Ph. D. University of Reading. Reino Unido.

Ortiz, O., Winters, P. y Fano., H.1999. La percepción de los agricultores sobre el problema del tizón tardío o rancho (*Phytophthora infestans*) y su manejo: estudio de casos en Cajamarca, Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 11.1998/1999:97 – 120.

Pillings, E. D., Jepson, D. C. 1993. Synergism between EBI fungicides and pyrethroid insecticide in the honeybee (*Apis mellifera*). *Pesticide Science*. 39:293-297.

Shuster, E., Schroeder, D.1990. Side effects of sequentially and simultaneously applied pesticides on non-target soil microorganisms in laboratory experiments. *Soil Biology and Biochemistry*. 22:375-384.

Staub, T. 1991. Fungicide Resistance - Practical Experience with Antiresistance Strategies and the Role of Integrated Use. *Annual Review of Phytopathology* 29: 421-442.

Torres, J. 1896. *Cartilla de agricultura del Perú*. Imprenta de El Comercio. Lima, Perú..

Torres, R., Veizaga, A., Macías, E., Salazar, M., Blajos, J., Gandarillas, A., Navia, O., Gabriel, J., Thiele, G. 1999. Capacitación a agricultores en el manejo integrado del tizón de la papa en Cochabamba. Fundación PROINPA.