

RESUMEN / ABSTRACT

Este estudio se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato, municipio de Irapuato, Gto., México; las actividades iniciaron en Septiembre de 1998 y culminaron en Diciembre de 1998. La variedad de papa utilizada fue la Alfa. Se evaluaron los tratamientos herbicidas oxadiazón, metribuzín y diurón, comparados con un testigo limpio y un testigo con maleza todo el ciclo. Se usó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Se analizaron las variables: a) respuesta de cada una de las especies de maleza al efecto de los herbicidas y b) daño al follaje de la papa por efecto de los herbicidas. Se encontró que ninguno de los herbicidas evaluados ocasionó fitotoxicidad a las plantas de papa. Con respecto a control de maleza, los mejores tratamientos fueron el testigo sin maleza todo el ciclo, el oxadiazón en dosis de 3, 4 y 5 l ha⁻¹ y el metribuzín en dosis de 1 kg ha⁻¹.

This study was conducted at the Experimental Agricultural Field of the Institute of Agricultural Sciences of the University of Guanajuato, in Irapuato, Gto., Mexico; the study was started on September 1998 and was ended on December of the same year. The variety used was Alpha. The treatments evaluated were the application of herbicides oxadiazon, metribuzin and diuron, to weeded and unweeded plots for a complete cycle. A randomized block design was used with four replicates. The variables examined were: a) response of each weed species to the effect of herbicides and, b) damage to the potato leaves affected by herbicides. It was found that none of the evaluated herbicides caused phytointoxication to potato plants. Regarding the weed control the best treatments were the unweeded whole cycle, the oxadiazon at dosages of 3, 4 and 5 l ha⁻¹ and metribuzin at a dosage of 1.0 kg ha⁻¹.

Recibido: 8 de Febrero de 2002

Aceptado: 30 de Enero de 2003

¹ Cuerpo Académico en Producción y Desarrollo Agropecuario. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Apartado Postal 311, C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México. Tel. y Fax: (462) 4-18-89; 4-41-18. Email: luispm@dulcinea.ugto.mx

Control Químico de Maleza en el Cultivo de Papa *Solanum tuberosum* L., en la Región de Irapuato, Gto., México.

Luis Pérez Moreno¹ y Rafael Ramírez Malagón¹

INTRODUCCIÓN

La papa *Solanum tuberosum* L., constituye el cuarto alimento a nivel mundial y nacional. En nuestro país se siembran aproximadamente 63,000 hectáreas de papa en dos épocas: verano e invierno, de las cuales se obtiene una producción de 1,391,098 Mt (FAO, 1998).

En el estado de Guanajuato se siembran 5,000 hectáreas de papa; la mayor parte de la superficie sembrada en la entidad se localiza en alturas que van desde los 1,700 hasta los 1,900 msnm, bajo condiciones de riego y en cuyo caso se utiliza principalmente la variedad Alfa. Los principales municipios donde se siembra son: León, San Francisco del Rincón, Silao y Romita, donde el rendimiento promedio es 22.19 ton ha⁻¹, que contrasta con los rendimientos más altos del país (47.75 ton ha⁻¹) obtenidos en Coahuila (SARH, 1993).

En las siembras comerciales de papa en el estado de Guanajuato se observan diferencias en la tecnología del cultivo, desde las altamente tecnificadas hasta las de tecnología poco desarrollada. Sin embargo se tienen problemas comunes que en mayor o menor grado causan daños económicos al cultivo de papa en ambos ciclos de cultivo; siendo los más importantes las enfermedades como el tizón tardío *Phytophthora infestans* y el nematodo dorado *Globodera rostochiensis*; asimismo, las plagas como la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella*; también, la carencia de cultivares con buenas características agronómicas y finalmente, las malezas que son difíciles de controlar y elevan el costo de producción.

Puesto que la papa se desarrolla muy vigorosamente, la maleza compete con ella más bien por humedad y nutrimentos que por espacio. Si bien las labores de cultivo la abaten, puede resultar conveniente combatirlas con productos químicos. La competencia se establece desde la emergencia de las plantas de papa y a través de

PALABRAS CLAVE: Papa; *Solanum tuberosum* L.; Maleza; Control químico; Herbicidas.

KEYWORDS: Potato; *Solanum tuberosum* L.; Weed; Chemical control; Herbicides.

todo el ciclo. Adicionalmente, al final, la maleza entorpece la cosecha (Bayer, 1991). Con respecto al control químico de maleza en papa, Smith (1977) menciona que el diurón es fototóxico a la planta de papa y que es más efectivo para el control de la maleza cuando se aplica a la emergencia del cultivo que cuando se aplica al momento de la siembra. También, este mismo autor reporta que hay pocos herbicidas selectivos que pueden ser aplicados directamente a las plantas de papa; sin embargo, los hay que pueden ser aplicados al suelo inmediatamente después de la siembra y antes de la emergencia de la papa; algunos de estos herbicidas son: metribuzín, alachlor, EPTC, alachlor + chlorbromurón. Harris (1978) menciona que el metribuzín fue introducido al cultivo de papa en 1973, y es un herbicida efectivo que puede ser aplicado después que las plantas han emergido, sin riesgos de fitotoxicidad. Se reporta que los mejores controles de maleza de hoja ancha en el cultivo de papa en el Perú, se obtuvieron con 3.0 y 4.0 kg ha⁻¹ de patorán y 0.5 a 1.5 kg ha⁻¹ de metribuzín (Anónimo, 1977). En 1995, Hamil y Zhang, en un trabajo de control de maleza en maíz con el uso de metribuzín, encontraron que la dosis de metribuzín por hectárea, en combinación con otros herbicidas, puede ser reducida con ahorros de 25% del costo del herbicida, con lo cual además del menor costo se impacta menos al medio ambiente. En el presente trabajo se plantearon los objetivos siguientes: a) determinar el efecto de tres herbicidas sobre la variedad de papa Alfa y b) evaluar la

eficiencia de tres herbicidas, sobre la maleza presente en siembras de papa de otoño-invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio experimental

El estudio se realizó durante el ciclo de otoño-invierno 1998-1999, en el Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato, localizado en la Ex hacienda "El Copal" ubicada en el km 9 de la carretera Irapuato-Silao, en el municipio de Irapuato, Gto. El terreno se encuentra ubicado geográficamente a 101° 01' 01" de latitud norte y 20° 49' 49" de longitud oeste, con una altitud de 1750 msnm. El clima de esta zona según Köppen es un BS1hw(W)(e) que es el menos seco de los secos esteparios con lluvias en verano distribuidas durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre; la precipitación promedio anual es de 668.5 mm. La temperatura media anual es de 18°C. Las primeras heladas se presentan en octubre y las últimas en marzo, teniendo un período libre de heladas de 220 días (Montesinos, 2000).

Herbicidas

Los tratamientos de herbicidas estudiados fueron:

- 1.- Testigo desyerbado todo el ciclo
- 2.- Testigo enyerbado todo el ciclo
- 3.- Oxadiazón a dosis de 3 l ha⁻¹
- 4.- Oxadiazón a dosis de 4 l ha⁻¹
- 5.- Oxadiazón a dosis de 5 l ha⁻¹
- 6.- Diurón, 1 kg ha⁻¹
- 7.- Metribuzín, 1 kg ha⁻¹

En cada uno de los tratamientos de herbicidas (tabla 1) se hizo una sola aplicación en preemergencia al cultivo y a la maleza, utilizando como vehículo 300 litros de agua por hectárea.

Variables analizadas

- a) Efecto fitotóxico (daño al follaje de las plantas de papa por efecto de los herbicidas);



Panorámica de la cosecha de un cultivo de papa.

medido de acuerdo a la escala de puntuación EWRS, donde: 1 significa ausencia absoluta de síntomas (planta sana); 2 síntomas muy leves, cierta atrofia; 3 síntomas leves, pero claramente apreciables; 4 síntomas más acusados (p.e. clorosis), probablemente sin efecto negativo sobre el rendimiento; 5 fuerte clorosis y/o atrofia; es de esperar que se vea afectado el rendimiento; 6 a 7 daños crecientes hasta la desaparición del cultivo.

b) Reducción en la brotación de la papa por efecto de los herbicidas; medida en el número de plantas emergidas.

c) Respuesta de cada una de las especies de maleza al efecto de los herbicidas; medida en la siguiente escala: 1= Resistente; 2= Medianamente resistente; 3= Tolerante; 4= Medianamente susceptible; 5 = Susceptible.

d) Reducción en la población de cada una de las especies de maleza.

La variable “a” se tomó a los 25 y 35 días después de la aplicación de herbicidas, la “b” se tomó a los 35 días, y las “c y d” a los 65 días.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se realizaron los análisis de varianza necesarios y la comparación de medias a través de la prueba de Tukey, en los casos que fue necesario, con $P < 0.05$. Cada parcela experimental estuvo constituida por cinco surcos de 10 m de



Panorámica de un cultivo de papa sin competencia de maleza por humedad y nutrientes.

largo con un espaciamiento entre sí de 1.0 m y una distancia entre plantas de 0.3 m, lo cual constituyó una superficie de 50 m². Para la toma de datos la parcela útil consistió de 24 m² de los tres surcos centrales.

Desarrollo experimental

El material genético de papa que se utilizó en esta prueba fue la variedad Alfa. La siembra se realizó el día 5 de septiembre de 1998 en un suelo bien preparado (barbecho, dos pasos de rastra, dos pasos de niveladora y surcado). El tubérculo semilla se depositó en el fondo del surco a una profundidad de 10 cm. Se fertilizó con el tratamiento recomendado para la región: 140-300-100, aplicando 70 kg de nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio al efectuar la siembra, los 70 kg de nitrógeno restantes se aplicaron al momento que la planta alcanzó 20 cm de altura (SARH-INIA-CIAB-CAEB, 1985). Se siguieron las labores de cultivo necesarias como riegos, escardas y aspersiones para el control de plagas y enfermedades.

Evaluación de daño a maleza y plantas en cultivo

Para la evaluación del número de especies de maleza, se tomó en forma aleatoria un área de 25 x 25 cm por cada parcela experimental, procediéndose a contar el número de malezas por especie y el grado de daño mostrado por las

Tabla 1. Herbicidas involucrados en el estudio. Irapuato, Gto., México. O-I 1998-1999.

No.	Tratamiento	Dosis ha ⁻¹	Época de aplicación
1	Testigo desyerbado todo el ciclo		
2	Testigo enyerbado todo el ciclo		
3	Oxadiazón	3.0 l	**
4	Oxadiazón	4.0 l	**
5	Oxadiazón	5.0 l	**
6	Diurón	1.0 kg	**
7	Metribuzín	1.0 kg	**

* * Una aplicación en preemergencia al cultivo y a la maleza en 300 litros de agua.

malezas sobrevivientes a la aplicación de herbicidas. Así mismo, se evaluó el daño sufrido por las plantas en cultivo por el efecto de los herbicidas, utilizando los indicadores enumerados en la sección de variables analizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de papa en todos los tratamientos mostraron desarrollo y vigor similares, indicando con ello que no hubo daño al cultivo por ninguno de los herbicidas empleados; sin embargo, se hicieron los correspondientes análisis de varianza con los datos obtenidos en el primer y segundo muestreos para evaluación de daño al follaje llevados a cabo a los 25 y 35 días de la aplicación. Los análisis de varianza indicaron que no hubo significancia para el factor tratamientos de herbicidas, con coeficientes de variación del 0% (tabla 2); los siete tratamientos tuvieron calificación de 1, que significa ausencia absoluta de síntomas o sea son plantas sanas (tabla 3). Así pues, ninguno de los herbicidas a las dosis evaluadas causó fitotoxicidad a las plantas de papa; lo cual concuerda con lo reportado por Harris (1978) y Smith (1977), quienes reportaron que el metribuzín se puede aplicar en el cultivo de papa sin riesgos de fitotoxicidad.

Reducción en la brotación de la papa (a los 35 días de la aplicación de los herbicidas)

Con los datos obtenidos en la evaluación de la reducción en la brotación de la papa a los 35

Tabla 3. Efecto fitotóxico (daño al follaje de las plantas de papa a los 25 y 35 días de la aplicación de los herbicidas). Irapuato, Gto., México. O-I 1998-1999.

No.	Tratamiento	Calificación de daño (a los 25 días)	Calificación de daño (a los 35 días)
1	Testigo desyerbado todo el ciclo	1	1
2	Testigo enyerbado todo el ciclo	1	1
3	Oxadiazón	1	1
4	Oxadiazón	1	1
5	Oxadiazón	1	1
6	Diurón	1	1
7	Metribuzín	1	1

días de la aplicación, se realizó el análisis de varianza, el cual indicó que no hubo significancia para el factor tratamientos de herbicidas, con coeficiente de variación del 90% (tabla 2); los siete tratamientos presentaron porcentajes de brotación estadísticamente iguales, lo que significa que al aplicar los diferentes herbicidas, no se presentó efecto sobre emergencia de plantas de papa; lo anterior concuerda con lo reportado por Harris (1978) y Smith (1977), quienes reportaron que el metribuzín se puede aplicar en el cultivo de papa sin riesgos de fitotoxicidad.

Reducción en la población de cada una de las especies de maleza

Las especies que estuvieron presentes a los 65 días del inicio del experimento fueron: 1.- Verdolaga: *Portulaca oleracea*; 2.- Golondrina: *Euphorbia albomarginata*; 3.- Quelite: *Chenopodium album*; 4.- Zacate pinto: *Echinochloa colonum*; 5.- Zacate de agua: *Echinochloa crus-galli*; 6.- Mostaza de vaina corta: *Brassica geniculata*; 7.- Nabo silvestre: *Brassica campestris*.

Para reducción del número de plantas de cada una de las especies de maleza, los resultados muestran que hubo alta significancia para tratamientos de herbicidas para dos especies (tabla 2); lo que indica que hay diferencias entre los tratamientos de herbicidas con respecto al número de plantas de maleza por metro cuadrado tanto de verdolaga como de quelite.

Tabla 2. Resultados de los análisis de varianza de las variables del estudio. Irapuato, Gto., México. O-I 1998-1999.

Variable	F.c.	C.V. (en %)
Efecto fitotóxico (daño al follaje de papa a los 25 días de la aplicación)	N.S.	0
Efecto fitotóxico (daño al follaje de las plantas de papa a los 35 días de la aplicación)	N.S.	0
Reducción en la brotación de la papa	N.S.	90
Control de verdolaga	**	13
Control de golondrina	**	9
Control de quelite cenizo	**	15
Control de zacates	**	12
Control de mostaza	**	15
Número de verdolagas/m ²	**	97
Número de golondrinas/m ²	N.S.	159
Número de quelites/m ²	**	65
Número de zacates/m ²	N.S.	190
Número de mostazas/m ²	N.S.	384

Tabla 4. Número de plantas/m² de diversas especies de maleza a los 65 días después de aplicar los herbicidas en un cultivo de papa variedad Alfa. Irapuato, Gto., México. O-I 1998-1999.

Verdolaga	Golondrina	Quelites	Zacates	Mostaza
1*- 0 b ¹	1.- 0 a	1.- 0 c	1.- 0 a	1.- 0 a
2*- 452a	2.- 8 a	2.- 52a	2.- 8 a	2.- 0 a
3*- 28 b	3.- 20 a	3.- 12 bc	3.- 16 a	3.- 0 a
4*- 24 b	4.- 0 a	4.- 8 c	4.- 0 a	4.- 4 a
5*- 0 b	5.- 16 a	5.- 16 bc	5.- 0 a	5.- 4 a
6*- 92 b	6.- 16 a	6.- 44ab	6.- 8 a	6.- 0 a
7*- 68 b	7.- 0 a	7.- 16 bc	7.- 8 a	7.- 0 a

1*: Testigo desyerbado todo el ciclo; 2*: Testigo enyerbado todo el ciclo; 3*: Oxadiazón 3.0 l ha⁻¹; 4*: Oxadiazón 4.0 l ha⁻¹; 5*: Oxadiazón 5.0 l ha⁻¹; 6*: Diurón 1.0 kg ha⁻¹; 7*: Metribuzín 1.0 kg ha⁻¹.

^yValores con la misma letra en cada columna, no difieren en la prueba de Tukey P<0.05.

La tabla 4 muestra al testigo siempre desyerbado con 0 malezas y al testigo siempre enyerbado con 452 plantas de verdolaga más 8 de golondrina más 52 de quelite más 8 de zacates (*Echinochloa colonum* y *Echinochloa crus-galli*) por metro cuadrado, o sea, las plantas de maleza compitiendo contra las plantas de papa por luz, agua y nutrimentos. De la maleza, la especie más agresiva fue la verdolaga, que aunque no es una planta que compita con la papa en altura sí es una planta que se establece en forma temprana, con un crecimiento muy rápido por lo que con 452 plantas por metro cuadrado compite fuertemente por agua y nutrientes. El tratamiento con mayor número de verdolagas por metro cuadrado después del control siempre enyerbado fue el de diurón con un total de 92 plantas por metro cuadrado (tabla 4). El tratamiento que siguió en orden de importancia por el número de plantas de verdolaga sobrevivientes por metro cuadrado fue el de metribuzín con 68 plantas por metro cuadrado (tabla 4); sin embargo, el número de las otras especies de maleza fue muy bajo, por lo que, el metribuzín puede considerarse una buena opción para control de maleza en papa. Para verdolaga y quelite, con el oxadiazón en las 3 diferentes dosis, sobrevivieron 28 y 12 plantas por metro cuadrado con la aplicación de 3 litros por hectárea; 24 y 8 plantas por metro cuadrado con las dosis de 4 litros y 0 y 16 plantas por metro cuadrado con las dosis de 5 litros (tabla 4). Por otra parte las

poblaciones de maleza por metro cuadrado en general disminuyeron con la aplicación de herbicidas; sin embargo, en el caso de la golondrina se observa que en el testigo siempre enyerbado se presentó en promedio una población de 8 plantas por metro cuadrado; mientras que en los tratamientos Oxadiazón 5.0 l ha⁻¹, Diurón 1.0 kg ha⁻¹ y Oxadiazón 3.0 l ha⁻¹, el número de golondrina se incrementó a 16, 16 y 20 respectivamente (tabla 4), lo cual puede explicarse por el hecho de que al disminuir la competencia de otras malezas pudieran nacer y establecerse más plantas de golondrina por metro cuadrado.

Control de cada una de las especies de maleza

Se evaluó el control de maleza obtenido referido al daño que mostraron las plantas de maleza sobrevivientes. Con esos datos, se realizaron los análisis de varianza. Para control de maleza, los resultados muestran que hubo alta significancia para tratamientos de herbicidas (tabla 2); lo que indica que hay diferencias entre los tratamientos de herbicidas con respecto al daño infligido por los herbicidas a las diferentes especies de malas hierbas.

El control de maleza fue evaluado con el daño que los herbicidas empleados infligieron a las malezas a los 65 días de iniciado el cultivo (tabla 5), lo que en papa significa que en esa

Tabla 5. Control de diversas especies de maleza a los 65 días después de aplicados los Herbicidas, en un cultivo de papa Alfa. Irapuato, Gto., México. O-I 1998-1999.

Especies de maleza				
Verdolaga	Golondrina	Quelite	Zacates	Mostaza
1*- 5.00a ¹	1.- 5.00a	1.- 5.00a	1.- 5.00a	1.- 5.00a
2*- 1.00 d	2.- 1.00 d	2.- 1.00 b	2.- 1.00 c	2.- 1.00 c
3*- 4.50ab	3.- 4.00 b	3.- 4.75a	3.- 4.75a	3.- 3.75ab
4*- 4.25ab	4.- 4.75ab	4.- 5.00a	4.- 5.00a	4.- 4.75ab
5*- 5.00a	5.- 4.50ab	5.- 4.75a	5.- 4.50a	5.- 4.50ab
6*- 2.25 c	6.- 2.50 c	6.- 2.25 b	6.- 3.00 b	6.- 3.50 b
7*- 3.75 b	7.- 4.75ab	7.- 4.25a	7.- 4.75a	7.- 4.75ab

1*: Testigo desyerbado todo el ciclo; 2*: Testigo enyerbado todo el ciclo; 3*: Oxadiazón 3.0 l ha⁻¹; 4*: Oxadiazón 4.0 l ha⁻¹; 5*: Oxadiazón 5.0 l ha⁻¹; 6*: Diurón 1.0 kg ha⁻¹; 7*: Metribuzín 1.0 kg ha⁻¹.

^yValores con la misma letra en cada columna, no difieren en la prueba de Tukey P<0.05.



Maleza compitiendo por humedad y nutrimentos con plantas de papa.

etapa del cultivo el daño que tenían que hacer las malezas ya lo habían hecho, porque en esa etapa ya la papa había alcanzado su máximo desarrollo foliar y a lo sumo en 30 días más se llevaría a cabo el desvare de la planta de papa como preparación para la cosecha.

En el control de las malezas por el herbicida oxadiazón, se observan valores que indican que el daño sobre las malezas sobrevivientes fue muy severo y lo mejor de ello fue que el daño apareció igual de severo con cualquiera de las dosis probadas (tabla 5), con lo cual, de acuerdo con Hamil y Zhang (1995), es conveniente recomendar y utilizar la dosis menor, en este caso de 3 kilogramos por hectárea, ya que de esa forma, se impacta en menor medida el ambiente y se logra abatir los costos del cultivo que en este caso consistiría en un 40% menos del costo del herbicida.

Los resultados anteriores coinciden con lo reportado por Smith (1977), Anónimo (1977) y Harris (1978), quienes indican que existen herbicidas que son selectivos al cultivo de papa, se pueden aplicar sin riesgos de fitotoxicidad y son efectivos en el control de maleza. Lo anterior indica que los productos herbicidas oxadiazón y metribuzín efectúan un buen control de la maleza presente en el cultivo de papa del ciclo otoño-invierno, de la región de Irapuato, Gto.

CONCLUSIONES

- 1.- Ninguno de los herbicidas evaluados redujeron la emergencia de plantas de papa.
- 2.- Ninguno de los herbicidas evaluados provocan fitotoxicidad en las plantas de papa.
- 3.- El mejor control de maleza en el cultivo de papa, se tuvo con el testigo desyerbado todo el ciclo.
- 4.- No se presentaron diferencias de control entre las tres dosis de oxadiazón y la de metribuzín empleadas.
- 5.- El diurón no fue fitotóxico para las plantas de papa, pero también fue muy poco tóxico para las plantas de maleza sobrevivientes.

REFERENCIAS

- Anónimo, (1977). Control de maleza en el cultivo de papa. En: *Memorias de la 11 Reunión Latinoamericana de Coordinación de Actividades de Investigación y Producción de Papa*. Puerto Varas, Chile. p. 80.
- Bayer de México, S.A. de C.V. (1991). *Manual para la protección de la papa*. Folleto para Técnicos y Productores. México, D.F. 47 p.
- FAO. (1998). <http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture>.
- Hamil, A. S. and Zhang, J. (1995). Herbicide reduction in metribuzin-based weed control programmes in corn. *Canadian Journal of Plant Science* (75), 927-933.
- Harris, P.M. (1978). *The potato crop*. First published. Chapman and Hall. pp. 384-398.
- Montesinos, S.G. (2000). *Resumen Climatológico Anual*. Instituto de Ciencias Agrícolas. Irapuato, Gto., México. Universidad de Guanajuato. p.1.
- SARH-INIA-CIAB-CAEB, (1985). *Guía para la asistencia técnica agrícola en la región del Bajío*. Celaya, Gto., México. pp. 113-121.
- SARH, (1993). *Superficie y rendimientos de cultivos en México*. pp. 25-32.
- Smith, O. (1977). *Potatoes: Production, storing and processing*. 2a ed. Westport, Connecticut. Avi Publishing Company, Inc. pp. 530-542.