

Control de *Oxalis latifolia*: Revisión y propuestas para su mejoramiento

Aritz Royo-Esnal² y María Luisa López¹

¹Departamento de Biología Vegetal, sección de Botánica, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España.

²Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería, ETSEA, Universidad de Lleida, 25198, Lleida, España.

Abstract

A. Royo-Esnal, and M.L. López. 2008. Control of *Oxalis latifolia*: a review and proposals for its improvement. Cien. Inv. Agr. 35(2):121-136. *Oxalis latifolia* is a weed with a tropical, temperate and mediterranean distribution. It invades orchards, plant nurseries, gardens and corn fields. Although some mechanical and cultural methods and some herbicides may achieve excellent controls over this weed, their application is usually difficult and expensive. However, some specific characteristics in its annual life cycle make *O. latifolia* quite vulnerable. That is why the combinations of adequate control methods, such as ploughs, delay of sowing and mulches together with residual or foliar herbicides, are necessary to seek for each crop and climate, always taking in care the weed's biological particularities. Finally, new research lines that are less known in order to make the most of *O. latifolia*, such as its allelopathic characteristics or its use as a cover plant, are pointed out.

Key words: Chemical control, cultural control, herbicides, mulches, *Oxalis latifolia*, spud,

Introducción

De todos los trabajos publicados sobre *Oxalis latifolia* Kunth, el control en diferentes cultivos es el aspecto más estudiado. Esta mala hierba es especialmente dañina en India y Nueva Zelanda. No obstante, presenta una distribución mundial, a excepción de climas boreales y polares. Como mala hierba, forma parte de comunidades arvenses en numerosos cultivos y en algunos pastos, entre ellos algodón (Wilkins y Kabanyoro, 1997), arroz (Pandey *et al.*, 2003), cacahuete (Adalla, 1976), cebada, (Morgado-Arroyo y Urzua-Soria, 1995), cebolla (Ved-Prakash *et al.*, 2000; Wilson, 1973), cultivos de semillas oleaginosas (Saraswat y Rabha, 1993), gladiolo (Nirmala *et al.*, 1991), guisante (Wilson, 1989), judía (Jakelaitis *et al.*, 2003), maíz (Jakelaitis *et al.*, 2003; Rahman *et al.*, 2002; Urzua-Soria *et al.*, 2002; Maina *et al.*, 2001; Villarías, 2000; Fraga *et al.*, 1993; Thomas, 1991; Ochoa y Zaragoza, 1982;

Wetala, 1979a; Kahurananga *et al.*, 1973; Atwal y Gopal, 1972), manzano (Ram y Tewari, 1979; Tewari y Ram, 1976), mijo africano (Singh y Arya, 1999), nabo (Chivingue y Rukuni, 1989), pasto bahía (Maciel *et al.*, 2008), patata (Nimje, 1991), rosa (Rajamani *et al.*, 1992), soja (Arya y Singh, 1998; Arya, 1991; Wetala, 1976), té (Ohsawa, 1982; Ramachandran, 1978), tomate (Nascente *et al.*, 2004), trigo (Pandey y Ved-Prakash, 2003; Urzua-Soria *et al.*, 2002; Morgado-Arroyo y Urzua-Soria, 1995) y vid (Prathibha *et al.*, 1995a, b).

En la mayoría de estos cultivos, *O. latifolia* causa principalmente pérdidas de cosecha. Sin embargo, en maíz existen algunos casos donde no se registraron pérdidas significativas (Thomas, 1991). Mas aún, la presencia de *O. latifolia* podría ser favorable como ocurre en plantaciones de té, donde evita el establecimiento de malezas más dañinas (Ohsawa, 1982). En Europa, su presencia es bastante amplia. No obstante, es en la zona más meridional, específicamente en España, donde realmente se ha convertido en un problema, siendo muy importante en huertas familiares

de la costa cantábrica (Valenciano *et al.*, 2005; Royo, 2004) y en maizales, tanto de bioclima templado como mediterráneo (Villarías, 2000; Fraga *et al.*, 1993; Ochoa y Zaragoza, 1982).

A pesar de los trabajos de investigación realizados, no existe un método que garantice su control. En parte esto se debe a las particulares características biológicas de *O. latifolia* (Royo, 2004), y a la inexistencia de herbicidas efectivos y a la vez selectivos (Taberner, 2006). Existe consenso respecto del gran esfuerzo que se ha de realizar para controlar esta maleza y, en ocasiones, para poder erradicarla. Pero a su vez, la diversidad de cultivos a los que afecta favorece su persistencia.

En esta revisión de literatura se revisan las características biológicas y los factores que afectan esta mala hierba. Así mismo se realiza una revisión de los estudios sobre los métodos de control y considerando las características biológicas de esta maleza, se propone una estrategia de manejo de *O. latifolia*.

Ciclo anual y características biológicas

Oxalis latifolia es una mala hierba bulbosa distribuida en zona con climas tropicales, templados y mediterráneos (Royo, 2004). El ciclo anual integra una época de dormición (letargo) (Jackson, 1960), excepto en los climas tropicales sin sequías severas (Chawdhry, 1974). Su ciclo anual se inicia con la activación de los bulbos, lo que ocurre con temperatura del suelo sobre 15°C (Holm *et al.*, 1997; Jackson, 1960), hasta las heladas de otoño (Jackson, 1960) o severas sequías (Chawdhry, 1974) que provocan la caída de las hojas.

El ciclo anual se divide en tres fases (Marshall y Gitari, 1988): establecimiento, multiplicación y senescencia. El establecimiento incluye la germinación y la emergencia del bulbo parental (Chawdhry (1974). En condiciones de invernadero, la emergencia ocurre a los 17 d después de haber plantado el bulbo (Pandey *et al.*, 2000). La fase de multiplicación incluye la tuberización de la raíz, que sólo ocurre si el bulbo se encuentra cerca de la superficie del suelo (López y Royo, 2001a) seguido por la emisión de estolones con producción de bulbillos apicales y la floración, lo que ocurre

en el periodo comprendido entre 17 a 120 d post-plantación de los bulbos (Pandey *et al.*, 2000). La tercera fase incluye la muerte progresiva follaje, la contracción de la raíz engrosada, la dispersión en profundidad del bulbo, el crecimiento y diferenciación de las finas escamas protectoras de los bulbos hijos, y la separación de los bulbos parentales. La senescencia total ocurre a los 192 d (Pandey *et al.*, 2000), aproximadamente seis meses y medio desde la primera emisión de raíces.

La fructificación ocurre muy rara vez en la naturaleza. La producción de semillas de *O. latifolia* sólo se ha reportado en dos oportunidades (Robb, 1963; Rivals, 1960). Por lo tanto, la reproducción fuera de su área de origen es preferentemente agámica. Es decir, las poblaciones son en su gran mayoría clones (Marshall y Gitari, 1988). La falta de variabilidad genética aparentemente podría ser ventajosa para su control.

Tanto Parker (1966) como Chawdhry y Sagar (1974) destacan la importancia de la primera defoliación, que se debería realizar cuando los bulbos han emergido sus hojas, pero antes de recuperar las reservas nutricionales. Chawdhry y Sagar (1973) realizaron un interesante trabajo que consistió en obtener autoradiografías de *O. latifolia* en diferentes etapas de su desarrollo tras someterle 60 min de activa fotosíntesis en una atmósfera con $^{14}\text{CO}_2$. De este modo fue posible determinar que en la etapa inicial de asimilación (hasta que la planta presenta cinco hojas), los bulbos no importan productos de la fotosíntesis, sino que éstos se destinan a nuevas hojas y a las zonas de crecimiento de estolones. Es decir, en las primeras etapas de la asimilación, los bulbos tratan de desarrollar el mayor número de hojas posible y se preparan para la multiplicación. Esto pone de manifiesto la importancia de la primera defoliación. Debido a que la emergencia depende del momento en el que se activa cada bulbo y de la profundidad a la que se encuentra en el campo (tardan más cuanto más profundos se encuentren), es difícil la elección del momento adecuado para la primera defoliación porque cada bulbo se encuentra en un momento distinto de desarrollo.

Por otro lado, Prathibha *et al.* (1995b) indican

que *O. latifolia* es muy vulnerable a los herbicidas entre los 42 y 56 d después de plantados, lo que en el campo supondría 30 a 45 d después de la primera emergencia. Además, *O. latifolia* es sensible a la congelación (Jehlik, 1995; Holm *et al.*, 1997; Royo y López, 2004), a la sequía estival (Royo-Esnal y López, 2005b) y a una gran profundidad de enterramiento en el suelo (Royo-Esnal y López, 2007). La intensa competencia por espacio y nutrientes y las labores agrícolas pueden reducir muy significativamente su multiplicación (Royo, 2004). Para establecer una adecuada estrategia de control se hace necesario aprovechar circunstancias particulares de cada lugar, especialmente por la imposibilidad de controlar los factores climáticos y considerando que es imposible asegurar el suficiente enterramiento de todos los bulbos de un campo de cultivo para provocar la muerte por consunción.

Entre los factores que afectan a la emergencia de *O. latifolia*, la profundidad de enterramiento es el factor más importante. Las hojas deben atravesar la capa de suelo entre el bulbo y la superficie para emerger, éstas no presentan protección alguna, salvo unos pelos tectores. El pecíolo es débil y fácil de eliminar (López y Royo, 2001c), pero la rápida capacidad regenerativa de la planta compensan su posible pérdida (Church y Henson, 1969). Se ha demostrado que después de aplicar mensualmente paraquat ($0,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y diquat ($0,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y posteriormente arar a 25 cm de profundidad, necesitaron cinco años para erradicar esta mala hierba del suelo (Popay *et al.*, 1996).

En los climas continentales, las bajas temperaturas producto de heladas invernales penetran unos pocos centímetros en el suelo, causando la muerte de bulbos hibernantes superficiales (Jehlik, 1995). Si a este efecto de heladas sumamos la alta mortandad, disminución de la multiplicación y baja productividad debida a la profundidad, sería conveniente cultivar sólo superficialmente el suelo. Así se evita devolver a la superficie los bulbos profundamente enterrados. De esta manera, además de mantener el suelo libre de bulbos de *O. latifolia* en las estratas más superficiales, se dificulta la emergencia de los bulbos profundos.

En climas oceánicos, libres de heladas, es necesario aprovechar el efecto profundidad mediante un volteo del suelo que llevara a profundidad la parte superficial de la población de bulbos de *O. latifolia*, donde se concentra la mayoría de sus individuos. Además, considerando la distribución en peso de las poblaciones de *O. latifolia*, a esa profundidad la mayoría de los bulbos, que son de tamaño pequeño, morirían por consunción antes de emerger (Royo-Esnal y López, 2007; López y Royo, 2003).

Por otro lado e independientemente del clima, tener la población infestante profunda supone ventajas adicionales. Por ejemplo, retraso en la emergencia y en la fotosíntesis. Además, emergen menos hojas con grandes folíolos, que facilitan la aplicación de herbicidas foliares (Royo y López, 2005a). El único inconveniente de la profundidad es que, en caso de sobrevivir los bulbos, los bulbos hijos laterales podrían llegar a ser más pesados de lo normal (Royo-Esnal y López, 2007).

La morfología de las células de la epidermis foliar tienen importancia en la aplicación y efectividad de los herbicidas. Estas células son relativamente grandes (Robb, 1963), similares a las descritas en otras especies de *Oxalis* (Poulson y Vogelmann, 1990). La forma redondeada y el gran tamaño de las células epidermales reducirían la superficie de contacto con las gotas de agua, determinando una baja tensión superficial. Por lo tanto, es necesario el uso de surfactantes para aumentar la eficacia, por ejemplo de imazapir y oxifluorfen y otros posibles herbicidas (Devendra *et al.*, 2004, 2000).

La erradicación de *O. latifolia* por muerte directa es poco accesible. Previamente se ha propuesto desgastar los bulbos como la mejor manera de acabar con ellos (Valenciano *et al.*, 2005; Royo, 2004). Es decir, provocando la producción de hojas pero sin que éstas puedan llegar fotosintetizar. Por esta razón se propone desgastar y debilitar progresivamente los bulbos, hasta que mueran al agotar sus reservas para una ulterior emergencia. Considerando la eficacia y rapidez en la asimilación, las reservas y las características de multiplicación de *O.*

latifolia, la combinación de métodos de control físicos, químicos y culturales se tendrían que realizar al menos durante dos años consecutivos para lograr un control aceptable.

Antes de plantear una estrategia de control es importante estudiar las poblaciones de *O. latifolia* a controlar. En este sentido es conveniente considerar los niveles iniciales de infestación y características poblacionales. El nivel de infestación puede indicarnos la gravedad de la situación y la distribución de la población (en peso o tamaño) da idea de la intensidad con la que habría de combatirse esta mala hierba. Poblaciones de mayor peso o tamaño serán más resistentes a las medidas de control que se vayan a utilizar. Por el contrario y considerando un control integrado, en poblaciones de *O. latifolia* de poco peso se podrían usar efectivamente dosis reducidas de herbicidas, tal como se ha propuesto para el control de *Avena sterilis* var. *ludoviciana* (Fernández-Quintanilla *et al.*, 2001; De Lucas *et al.*, 1999). Un estudio poblacional al término de la temporada permitirá comprobar la efectividad de los tratamientos de ese año, así como la conveniencia de modificarlos o continuar con los mismos. Por último, el posible uso de diferentes híbridos de maíz que disminuyen la biomasa de las malas hierbas podría facilitar el control de *O. latifolia* (Begna *et al.*, 2001).

Métodos de control no químicos

Los métodos de control de esta mala hierba por medios físicos y culturales, por ejemplo, azada (Wetala, 1979a) y la defoliación constante (Chawdhry y Sagar, 1974; Esler, 1962) son poco aconsejables. Esta mala hierba es prácticamente imposible de eliminar sólo con estos medios (Marshall, 1987; Ochoa y Zaragoza, 1982; Wetala y Sambai, 1977). La mayoría de estos tratamientos culturales han sido poco estudiados e incluso descartados por favorecer la dispersión *O. latifolia*. Por ejemplo, la aradura favorece la dispersión de *O. latifolia* con respecto a la no perturbación del suelo (Kumar y Singh, 1990a).

En maíz y judía, Jakelaitis *et al.* (2003) observaron que la densidad, frecuencia e

importancia relativa de *O. latifolia* aumentaron del primer al tercer año de estudio tanto con aradura convencional como con siembra directa. El aumento fue mayor en siembra directa que con aradura convencional. Por el contrario, Urzúa-Soria *et al.* (2002) después de cuatro años de estudio no encontraron variaciones significativas en las poblaciones de *O. latifolia* en suelos arados mínimamente en forma convencional, sin arar o con siembra directa. Es importante destacar que el estudio de Jakelaitis *et al.* (2003) se realizó en Viçosa (20°45' lat. S, 648 m.s.n.m); mientras que el estudio de Urzúa-Soria *et al.* (2002) se efectuó en Chapingo (19°29' lat. N, 2250 m.s.n.m). Es probable que diferencias en temperaturas debido a las diferencias en altitudes pudieran explicar el comportamiento dispar de *O. latifolia* respecto a las araduras realizadas, dado que las heladas pueden inactivar los bulbos (Holm *et al.*, 1997; Jackson, 1960).

Por lo tanto, se deduciría que algunas técnicas pueden ser de gran ayuda si se combinan entre sí y se integran al uso de herbicidas específicos. Así, se pueden enterrar los bulbos a gran profundidad (Royo-Esnal y López 2007; Esler, 1962) o dejarlos en la superficie para que se hielan (Royo y López, 2004) o se desequen (Taberner, 2006). También se puede realizar una primera defoliación mecánica o química, antes de que los bulbos tengan más de cuatro hojas. De esta manera se debilitan impidiendo que recuperen las reservas invertidas para emerger (Chawdhry y Sagar, 1974; Parker, 1966).

El uso de barbechos podría ser un método efectivo en zonas mediterráneas. En estos lugares las sequías estivales, después de la dormición invernal, impedirían el óptimo crecimiento de *O. latifolia* (Royo y López, 2005b). Sin embargo, no serían útiles en zonas donde el clima permita cumplir el ciclo anual en pocos meses. Por ejemplo, esto ocurre en Uganda donde se afirma que especies de *Oxalis* abundan después de los barbechos (Ugen y Wortmann, 2001).

Existen escasos estudios sobre la utilización de coberteras. Sin embargo, este método de control cultural es interesantísimo. La primera referencia al uso de coberteras fue un comentario

de Allen (1962) en la discusión sobre el trabajo de Esler (1962) donde se afirmó que todos los bulbos resultaron muertos después de dos años de utilización de coberturas de polietileno negro. Este comentario fue corroborado por Ingle *et al.* (1995), quienes en sólo un año y usando el mismo material de cobertura, lograron reducir la población infestante de *O. latifolia* en un 97 a 98%. Según Ingle *et al.* (1995) la cobertura con polietileno negro provoca la muerte de los bulbos por agotamiento de sus reservas. El uso de polietileno negro también fue evaluado por Valenciano *et al.* (2005), obteniendo reducciones significativas en número de bulbos y de hojas. No obstante, el grado de control obtenido fue agrónomicamente insuficiente.

Por otro lado, Jehlick (1995) propone la retirada de las capas superficiales de suelo con las que se podría preparar compost. El mismo autor advierte la necesidad de cotejar el nuevo compost antes de usarlo.

Entre las posibilidades propuestas para el control de *O. latifolia*, se encuentra la escarda animal (Ochoa y Zaragoza, 1982). Sin embargo, los efectos tóxicos que provoca el ácido oxálico en altas proporciones no aconsejan su uso (Duncan *et al.* 1997). Esto, a pesar de que algunos autores afirman que el ganado puede adaptarse al consumo moderado de oxalato (McKenzie *et al.* 1988).

El control biológico de *O. latifolia* mediante hongos fitopatógenos es un campo poco estudiado. Sin embargo, se ha demostrado que la roya causada por *Puccinia oxalidis* reduce el tamaño de su bulbo y disminuye su viabilidad (Suteri, 2006). Este patógeno ha sido identificado como microherbicida (Khare, 2002).

Control químico

El control químico de *O. latifolia* se ha estudiado ampliamente. Muchos herbicidas y en dosis diferentes se han evaluado contra esta mala hierba. Sin embargo, muy pocos han otorgado un control satisfactorio. Casi todos los herbicidas exitosos tienen un uso restringido, generalmente por la incompatibilidad que tienen con los cultivos que afecta *O. latifolia*.

Los herbicidas más estudiados han sido glifosato, oxadiazón, oxifluorfen y trifluralina. Según la mayoría de los trabajos consultados se ha obtenido un control excepcional de esta mala hierba en vid (Prathibha *et al.*, 1995a, b), rosa (Rajamani *et al.*, 1992), huertas familiares (Valenciano *et al.*, 2005, Anónimo, 1976), cacahuete (Demaire, 1975), algodón (Wilkins y Kabanyoro, 1997), soja (Arya, 1991) y cebolla (Wilson, 1973). En algunas ocasiones estos herbicidas se han combinado con una primera aplicación de oxadiazón y glifosato en post-emergencia, habiendo obtenido excelentes resultados (Cox y Kerr, 1981, 1979). En el Cuadro 1 se recoge la relación de trabajos realizados con estos herbicidas para el control de *O. latifolia*.

Estos herbicidas, glifosato, oxadiazón, oxifluorfen y trifluralina, pueden ser muy útiles en huertas, viveros y jardines, donde la diversidad de especies cultivadas permite una mayor alternancia y adaptación de los tratamientos (Taberner, 2006; Weber, 2003; Parsons y Chubertson, 2001). Sin embargo, esta mala hierba afecta principalmente maíz, cultivo que llega a tener considerables extensiones en la Península Ibérica y donde *O. latifolia*, por su vivacidad, puede llegar a ser una maleza muy peligrosa (Villarías, 2000). El maíz también se ve afectado por esta mala hierba en otras partes del mundo como India (Atwal y Gopal, 1972), Sudáfrica (Thomas, 1991), Nueva Zelanda (Rahman *et al.*, 2002) y Brasil (Jakelaitis *et al.*, 2003). Pero a pesar de que Gautam y Singh (1990) no encontraron en el maíz efectos residuales de algunos de los herbicidas anteriormente citados, Kumar y Singh (1990b) detectaron efectos residuales de oxadiazón. Ninguno de los cuatro herbicidas (glifosato, oxadiazón, oxifluorfen y trifluralina) más efectivos contra *O. latifolia* está recomendado para su aplicación en maíz en España (De Liñán, 1999).

Por otro lado, existen herbicidas compatibles con el maíz que algunas veces han obtenido un muy buen control de *O. latifolia* pero en otras situaciones su control ha sido algo diferente (Cuadros 2 y 3). Entre los herbicidas residuales se destacan atrazina (Rahman *et al.*, 2002; Rajamani *et al.*, 1992; Kumar y Singh, 1988), linurón (Wetala, 1976; Kahurananga *et al.*,

Cuadro 1. Estudios realizados con glifosato, oxadiazón, oxifluorfen y trifluralina para el control de *Oxalis latifolia*.**Table 1.** Control of *Oxalis latifolia* achieved with glyphosate, oxadiazon, oxifluorfen and trifluraline.

Herbicidas	Dosis x ha	Control ¹	Cultivo	Observación	Autor
Glifosato	6 L al 36%	+++	Sin cultivo	Tres aplicaciones	Valenciano <i>et al.</i> , 2005
	0,5 y 1 kg	+++	Sin cultivo	Ensayo en macetas	Pandey y Gonvidra, 2003
	26,3 g i.a.	++	Sin cultivo	Más metsulfurón 0,2 g i.a. ha ⁻¹	Devendra <i>et al.</i> , 1997
	¿? ²	++	Sin cultivo		Popay <i>et al.</i> , 1996
	¿? ²	++	Vid	Más pendimetalina	Prathibha <i>et al.</i> , 1995a,b
	2 kg	+++	Sin cultivo	Más oxifluorfen, 0,15 kg·ha ⁻¹ , ensayo en macetas	Prathibha <i>et al.</i> , 1995a,b
	0,5 ⁻¹ kg	++	Rosa		Rajamani <i>et al.</i> , 1992
	1 kg	+++	Sin cultivo		Singh <i>et al.</i> , 1991
	1 kg	+++	Sin cultivo		Kumar y Singh, 1988
	2 kg	+++	Sin cultivo	Más oxadiazón	Cox y Kerr, 1981
	1-10 x 10 ⁴ g·L ⁻¹	++	Sin cultivo	Ensayo placas de petri	Mostade, 1979
	2 kg	+++	Sin cultivo	Seis semanas y media	Wetala, 1979b
	4 kg	++	Sin cultivo	Posemergencia tardía	Wetala, 1979b
	2 kg	+++	Sin cultivo	Más oxadiazón	Cox y Kerr, 1979
	1,5 kg	+++	Sin cultivo	Previa aplicación oxadiazón	Cox y Kerr, 1979
	1,5 L	++	Sin cultivo		Cox, 1978
	6 L	++	Lechuga		S.E.A., 1976
4,3 kg	+++	Cacahuete		Demaire, 1975	
Oxadiazón	0,5; 1,0 y 1,5 kg	+++	Sin cultivo		Pandey y Gonvidra, 2003
	8 L	+++	Sin cultivo	Una y 2 aplicaciones	López y Royo, 2001
	0,5 kg	+++	Sin cultivo	Una, 2 y 3 años de aplicación	Arya y Singh, 1998
	0,375 kg i.a.	+	Algodón		WilkinsyKabanyoro, 1997
	0,5 kg i.a.	++	Soja		Arya, 1991
	0,75 kg	+++	Sin cultivo		Singh <i>et al.</i> , 1991
	0,75 kg	+++	Sin cultivo		Kumar y Singh, 1988
	2 kg	+++	Sin cultivo	Tres y 4 aplicaciones	Cox y Kerr, 1981
	0,75-1,5 kg	++	Sin cultivo		Wetala, 1979b
	1-10 x 10 ⁴ g·L ⁻¹	++	Sin cultivo	Ensayo placas de petri	Mostade, 1979
	5 L	+++	Zanahoria		S.E.A., 1976
	5 L	+++	Lechuga		S.E.A., 1976
	11 L	+++	Cacahuete		Demaire, 1975
1, 1,5 y 3 kg	+++	Cebolla	Seis semanas	Wilson, 1973	
Oxifluorfen	0,25 kg	++	Cebolla		Ved-Prakash <i>et al.</i> , 2000
	0,5 y 0,1 kg	+++	Sin cultivo	Una, 2 y 3 años de aplicación	Arya y Singh, 1998
	0,15 kg	+++	Vid	Más glifosato	Prathibha <i>et al.</i> , 1995a,b
	0,5-1 kg	+++	Rosa		Rajamani <i>et al.</i> , 1992
	0,1 kg	+++	Soja		Arya, 1991
	1,5-1,9 kg	++	Sin cultivo		Wetala, 1979b
	0,8 kg	+++	Varios	Afecta al cultivo	Richardson y Parker, 1977
Trifluralina	0,5; 1,0 y 1,5 kg	+++	Sin cultivo		Pandey y Gonvidra, 2003
	1-1,5 kg	+	Sin cultivo	Dos semanas	Wetala, 1979b
	1-10 x 10 ⁴ g·L ⁻¹	++	Sin cultivo	Ensayo placas de petri	Mostade, 1979
	2 kg	+++	Cebolla		Wilson, 1973
	2 kg	+++	Sin cultivo		Church y Henson, 1969
	4,48 kg	++	Sin cultivo	Diez semanas	Parker, 1966

¹ Efectividad relativa en función de los resultados publicados en escala de: +++, control excelente; ++, control bueno; +, control regular.² ¿?, dosis no aportada por los autores correspondientes.³ Relative effectiveness depending on the results published in a scale of: +++, excellent control; ++, good control; +, average control.⁴ ¿?, doses were not provided by the authors.

Cuadro 2. Herbicidas residuales estudiados para el control de *Oxalis latifolia*, compatibles con el maíz.

Table 2. Residual herbicides compatible with corn possible to use against *Oxalis latifolia*.

Herbicida	Dosis x ha	Control ¹	Cultivo	Observación	Autor
Aclonifén	7,5 L	+++	Sin cultivo	Bulbos enterrados a 8 cm	López y Royo, 2001
Alacloro	2 kg	+++	Cebolla	Más deherbaje manual	Ved-Prakash <i>et al.</i> , 2000
	3 kg	+	Gladiolo		
	2 kg	-	Soja	Más atrazina	Arya, 1991 Wetala, 1979b Adalla, 1976
	2-3 kg	-	Maíz		
	3 L	+++	Cacahuete		
Atrazina	¿? ²	++	Maíz	Más nicosulfurón	Rahman <i>et al.</i> , 2003
	¿? ²	+	Maíz	Más acetocloro	Rahman <i>et al.</i> , 2003
	2-3 kg	+	Rosa		Rajamani <i>et al.</i> , 1992
	2 kg	+++	Sin cultivo		Kumar y Singh, 1988
	2-3 kg	-	Maíz	Más alacloro y metolacloro	Wetala, 1979
Diflufenicán	4,5 kg	+	Sin cultivo	Bulbos enterrados a 8 cm	López y Royo, 2001
Dimetenamida	2 L	+++	Sin cultivo		Royo y López, 2003
Diurón	2-2,5 kg	+++	Rosa		Rajamani <i>et al.</i> , 1992
	1,5 kg	+	Sin cultivo		Kumar y Singh, 1988
	2 kg	+++	Manzano		Ram y Tewari, 1979
	1,25-5 kg	+++	Manzano	Más terbacilo	Tewari y Ram, 1976
EPTC	5 kg	++	Maíz		Atwal y Gopal, 1972
	5,04 kg	+++	Sin cultivo	Diez semanas	Parker, 1966
Linurón	1,1-2,2 kg	++	Soja		Wetala, 1976
	2,5-5 kg	++	Maíz	Afecta el cultivo	Kahurananga <i>et al.</i> , 1973
	2,24 kg	+++	Sin cultivo	Diez semanas	Parker, 1966
Pendimetalina	1,5 kg	+++	Cebolla	Más deherbaje manual	Ved-Prakash <i>et al.</i> , 2000
	1,25-2 kg i.a.	+++	Algodón		Wilkins y Kabanyoro, 1997
	¿? ²	+++	Vid	Más glifosato	Prathibha <i>et al.</i> , 1995a,b
Simazina	2-3 kg	+	Rosa		Rajamani <i>et al.</i> , 1992
	0,5-3 kg	++	Sin cultivo		Seth y Misra, 1982
	5 kg	++	Manzano		Ram y Tewari, 1979
	5 kg	++	Maíz		Atwal y Gopal, 1972
	2 kg	+++	Sin cultivo	Diez semanas	Parker, 1966

¹ Efectividad relativa en función de los resultados publicados en escala de: +++, control excelente; ++, control bueno; +, control regular; -, control no significativo o ineficiente.

² ¿?, dosis no aportada por los autores correspondientes

¹ Relative effectiveness depending on the results published in a scale of: +++, excellent control; ++, good control; +, average control.

² ¿?, dose were not provided by the corresponding authors.

1973; Parker, 1966), pendimetalina (Wilkins y Kabanyoro, 1997; Prathibha *et al.*, 1995a, b) y simazina (Rajamani *et al.*, 1992; Seth y Misra, 1982; Ram y Tewari, 1979). Entre los herbicidas foliares se destacan 2,4-D (Pandey y Govindra, 2003; Singh y Arya, 1999; Prathibha *et al.*, 1995a, b), MCPA (Jackson, 1962) y paraquat (Nirmala *et al.*, 1991; Seth y Misra, 1982; Chawdhry y Sagar, 1974). Con estos herbicidas rara vez se consigue más de un 80%

de control de esta mala hierba, lo que según algunos autores es insuficiente (Valenciano *et al.*, 2005).

En condiciones normales se ha conseguido controlar satisfactoriamente *O. latifolia* con alacloro, atrazina, dimetenamida, MCPA, nicosulfurón en combinación con paraquat, y con MCPA aplicado solo (Costa *et al.*, 2007). Muchos de los productos citados provocan un

Cuadro 3. Herbicidas foliares de cierto control contra *Oxalis latifolia* y compatibles con el maíz.**Table 3.** Foliar herbicides compatible with corn possible to use against *Oxalis latifolia*.

Herbicida	Dosis x ha	Control ¹	Cultivo	Observaciones	Autor
Cicloxiidim	0,4 kg i.a.	+++	Algodón		Wilkins y Kabanyoro, 1997
2,4-D	0,5-1 kg	++	Sin cultivo		Pandey y Govindra, 2003
	0,75 kg i.a.	++	Mijo		Singh y Arya, 1999
	1-1,5 kg	++	Sin cultivo		Prathibha <i>et al.</i> , 1995a, b
	3 3 kg	++	Huertas	Más glifosato a los 4 meses	Saraswat y Rabha, 1993
	1,5-3 kg	+++	Gladiolo		Nirmala <i>et al.</i> , 1991
	1 kg	+++	Sin cultivo	Regeneración de brotes	Kumar y Singh, 1988
	1-10 x 10 ⁴ g·L ⁻¹	+++	Sin cultivo	Ensayo en placas de petri	Mostade, 1979
	2,5 kg i.a.	++	Manzano		Ram y Tewari, 1979
	2,5 kg	++	Maíz		Atwal y Gopal, 1972
	1,12 kg	+	Sin cultivo	Efecto temporal	Parker, 1966
	0,25-1 g·L ⁻¹	++	Sin cultivo		Jackson, 1962
MCPA	0,25-1 g·L ⁻¹	++	Sin cultivo		Jackson, 1962
Nicosulfurón	¿? ²	++	Maíz		Rahman <i>et al.</i> , 2003
Paraquat	0,8 kg	+++	Sin cultivo	Aplicación mensual más arado	Popay <i>et al.</i> , 1996
	1,5; 3; 5 kg	++	Gladiolo		Nirmala <i>et al.</i> , 1991
	0,5-3 kg	+++	Sin cultivo		Seth y Misra, 1982
	0,25 kg	+++	Sin cultivo	A intervalos de 2-4 semanas	Chawdhry y Sagar, 1974
	0,28 kg	+++	Sin cultivo		Parker, 1966
	2 kg	+++	Sin cultivo	Diez semanas	Parker, 1966

¹ Efectividad relativa en función de los resultados publicados en escala de: +++, control excelente; ++, control bueno; +, control regular; -, control no significativo o ineficiente.

² ¿?, dosis no aportada por los autores correspondientes

¹ Relative effectiveness depending on the results published in a scale of: +++, excellent control; ++, good control; +, average control.

² ¿?, dose were not provided by the corresponding authors.

retraso en la emergencia de *O. latifolia* (Pandey y Govindra, 2003; Parker, 1966). De esta manera se evita la competencia inicial con el cultivo que tanto perjudica a la cosecha (Arya *et al.*, 1994; Atwal y Gopal, 1972; Church y Henson, 1969).

En el Cuadro 4 se recogen algunos herbicidas con cierto control sobre *O. latifolia*, aunque estos productos no se puedan aplicar en maíz. Tal es el caso de fenoxaprop (Wilkins y Kanbanyoro, 1997) e imazetapir (Wilson, 1989).

Control en huertas familiares, viveros y jardines

La lucha contra *O. latifolia* en huertas familiares, viveros y jardines, debido a sus generalmente reducidas extensiones y a la variedad de especies comestibles u ornamentales, es más sencilla que en el cultivo del maíz. Existe un abanico de posibilidades, pero las reducidas

dimensiones de estos cultivos hace muchas veces imposible la introducción de maquinaria pesada. Por ello sólo se mencionan métodos de uso poco frecuente pero que parecen adecuados para el control de esta mala hierba en estas condiciones.

Para el control de *O. latifolia* en los viveros y jardines de Centroeuropa, Jehlik (1995) sugiere la retirada del suelo infestado para hacer compost. Esta medida parece muy válida y a tener en cuenta para el control de esta mala hierba. Además, tiene utilidad en huertas familiares no demasiado extensas, donde el esfuerzo físico requerido para retirar la estrata superficial del suelo no sea demasiado costoso. Esta medida presenta tres ventajas adicionales, no requiere de tratamientos químicos, es barata y el compost se puede reutilizar.

Así mismo, el uso de coberturas de plástico negro de probado éxito y recomendado en horticultura

Cuadro 4. Herbicidas relativamente efectivos contra *Oxalis latifolia* disponibles en el mercado, pero incompatibles con maíz.
Table 4. Herbicides relatively effective against *Oxalis latifolia* that are available but, non compatible with corn.

Herbicida	Dosis x ha	Control	Cultivo	Autor
Fenoxaprop	0,12 kg i.a.	+	Algodón	Wilkins y Kabanyoro, 1997
Fluometurón	2,5 kg i.a.	+	Algodón	Wilkins y Kabanyoro, 1997
Imazetapir	0,4 kg	++	Guisante	Wilson, 1989
Picloram	0,37 kg	+	Sin cultivo	Parker, 1966
	1,12 kg	+++	Sin cultivo	Parker, 1966
Quizalofop	0,44 kg i.a.	+	Algodón	Wilkins y Kabanyoro, 1997
Terbacilo	2,5-5 kg	+++	Manzano	Tewari y Ram, 1976
	0,5-1 kg	-	Sin cultivo	Church y Henson, 1969

¹ Efectividad relativa en función de los resultados publicados en escala de: +++, control excelente; ++, control bueno; +, control regular; -, control no significativo o ineficiente.

¹ Relative effectiveness depending on the results published in a scale of: +++, excellent control; ++, good control; +, average control.

(Ingle *et al.*, 1995) podría ser también muy útil en viveros y jardines (Valenciano *et al.* 2005; Allen, 1962).

Por último, la cantidad de especies que se pueden cultivar permite el uso particularizado de los herbicidas oxadiazón, oxifluorfen y trifluralina, muy efectivos contra especies de *Oxalis* y tolerados por la especie cultivada de que se trate. Así, oxadiazón podría usarse en clavel, frutales y en soja (De Liñán, 1999). Oxifluorfen sería un buen herbicida a tener en cuenta en huertas de cebolla, col, coliflor, coles de Bruselas y en frutales de hoja caduca. Trifluralina es posible de emplear en ajo (excepto en cultivares morados), judía de grano, judía verde, soja, zanahoria, cebolla, col, col de Bruselas, coliflor, pimiento y en tomate. Glifosato sólo se podría aplicar de manera dirigida en estos cultivos. Se sugiere emplear estos herbicidas en dosis reducidas debido a que algunos pueden contaminar el medio si no se usan con precaución.

Control de *Oxalis latifolia* en maíz en zonas libres de heladas

Se ha reportado que con aradura convencional el aumento de *O. latifolia* es menor que con siembra directa (Jakelaitis *et al.* ,2003). Esto se puede deber a que con aradura se consigue una mejor la distribución en profundidad de los bulbos. Tal como se ha comentado, éste factor afecta de sobremanera la supervivencia de *O. latifolia* (Royo-Esnal y López, 2007; Esler, 1962). Por lo tanto, se podrían eliminar los

bulbos más débiles y los más pequeños, que son los más numerosos con una primera aradura en profundidad justo antes de la siembra, cuando los bulbos han emergido y cuando las primeras hojas están presentes, pero de cuyo gasto energético aun no se han recuperado (López y Royo, 2003; Chawdhry y Sagar, 1974). De acuerdo con Atwal y Gopal (1972) si se permite el crecimiento de *O. latifolia* en las etapas iniciales del maíz, el crecimiento de éste y la cosecha se puede reducir en un 60 a 70%. En soja, la competencia de la mala hierba es más severa en los primeros 20 d pos-siembra (Arya *et al.*, 1994). Dependiendo de las condiciones particulares de cada cultivo, un corto retraso (14 d) en la aradura y la siembra permitiría la activación y crecimiento de un gran número de bulbos de *O. latifolia*, un mayor desgaste de los mismos al arar el terreno y una disminución considerable de su capacidad competitiva. Una estrategia similar ha sido propuesta por Recasens *et al.* (2003) para el control de *Lolium rigidum*.

Una segunda posibilidad consiste en la aplicación de un herbicida de preemergencia, tolerado por el maíz y capaz de controlar parcial o totalmente *O. latifolia*. Entre los herbicidas con un control parcial se encuentran aclonifén, alacloro y atrazina, los que retrasan el desarrollo de *O. latifolia* y debilitan los bulbos. La aplicación se realizaría antes o después de la siembra del maíz, en función de la necesidad de mantener una capa de herbicida en el suelo. La profundidad de los bulbos contribuiría a dificultar la emergencia de las hojas y a un mejor control (López y Royo, 2001b).

De este modo se permite que el cultivo crezca sin competencia en su fase inicial más vulnerable. Luego, las raíces más desarrolladas y potentes del cultivo, alcanzan la profundidad de los bulbos compitiendo y dificultando su desarrollo. Si algunos bulbos consiguen emerger, el propio cultivo los sombrearía dificultando su desarrollo. Como complemento para aumentar la competencia sobre *O. latifolia* y dificultar su emergencia, es posible disminuir la distancia entre las hileras de maíz. Una estrategia de control similar ha propuesto Anderson (2000) para el control de *Setaria italica*.

También es factible sembrar especies forrajeras entre hileras como se ha propuesto para el control de otras malas hierbas del maíz, las que actúan como coberteras, en tanto estas especies forrajeras resistan la acción del herbicida residual (Gallagher *et al.*, 2003; Begna *et al.*, 2001; Abdin *et al.*, 2000; Caruthers *et al.*, 1998).

En estas condiciones, los bulbos que sobreviven están muy retrasados en su desarrollo y el tiempo que tardan en emerger del suelo favorece un aumento en el tamaño foliar de la mala hierba (Royo y López, 2005a). Una vez cosechado el maíz, una aplicación de un herbicida foliar total (glifosato) eliminaría gran parte de los bulbos. La mayor superficie de absorción facilitaría el control y, considerando que dichos bulbos ya se encontrarían muy debilitados, sería posible el uso de dosis herbicidas reducidas. Glifosato parece tener efectos fitotóxicos sobre las plántulas del maíz (Wagner *et al.*, 2003), pero su aplicación después de la cosecha y su rápida degradación hacen posible su uso (Villarías, 1981).

Aún cuando con la aplicación de estos tratamientos durante una temporada no consiga un control total, se podría diezmar significativamente las poblaciones de *O. latifolia*. No obstante, sólo en una segunda o tercera temporada sería posible tener efectos irreversibles sobre esta mala hierba.

Control de *Oxalis latifolia* en maíz en zonas con alto riesgo de heladas

Los bulbos superficiales que son los más abundantes, habrán muerto por efecto del frío

en zonas con alto riesgo de heladas. En este caso conviene mantener estable el suelo para no llevar a la superficie los bulbos profundos y para dificultar al máximo la emergencia de las hojas como resultado de un suelo endurecido en el otoño e invierno. Una aradura superficial, o la aplicación de un herbicida foliar pre-siembra en primavera, contribuiría a eliminar las partes aéreas de las malas hierbas emergidas, evitando llevar a la superficie los bulbos de *O. latifolia*.

Además será necesario seguir con las recomendaciones del cultivo en climas sin heladas, particularmente con aplicación de un herbicida residual.

Control de *Oxalis latifolia* en maíz en zonas mediterráneas con sequía estival

Dadas las características del clima mediterráneo, con sequía en verano, tanto el barbecho como la rotación del cultivo de maíz a uno de secano pueden ser medidas efectivas para controlar *O. latifolia*, dada su incapacidad para soportar sequías una vez iniciado su crecimiento. En estas condiciones se sugiere:

1. Si se deja un suelo en barbecho durante al menos un año, la sequía estival eliminaría gran parte de la población infestante de *O. latifolia*. Si se mantiene el barbecho por un segundo año, se podría eliminar por completo esta mala hierba. Por el contrario, si se decidiese empezar a cultivar tras el año de descanso, los tratamientos citados para lugares sin heladas o con heladas acabarían por erradicarla puesto que los bulbos supervivientes de *O. latifolia* estarían muy debilitados tras el primer año de sequía.
2. Si la opción fuera la rotación, los cultivos más adecuados serían cereales de invierno (ej. trigo, cebada). Los cereales sembrados en otoño emergen mucho antes que *O. latifolia* en la siguiente primavera. Además, la densidad de los cereales afecta los bulbos en sus etapas iniciales y si desarrollan hojas, el sombreamiento provocado por la especie cultivada los afecta considerablemente. Luego de la cosecha, la sequía del verano permitiría eliminar los bulbos debilitados que hubieran sobrevivido a la competencia del cultivo.

Posibles aplicaciones alelopáticas de *Oxalis latifolia*

La alelopatía es la interacción química entre dos plantas o entre una planta y otro ser, tanto si su efecto es perjudicial (inhibitorio del crecimiento) o beneficioso (potenciador del mismo). *O. latifolia* reduce los rendimientos de diferentes cultivos, pero no se ha precisado si esta reducción se debe sólo a la competencia que ejerce, a sus efectos alelopáticos o a una combinación de ambos efectos.

Se sabe de los efectos alelopáticos de otras especies de *Oxalis*. Los extractos de *O. articulata* presentan actividades antifúngicas (Shiraishi *et al.*, 2003) y una cobertura de *O. articulata*, *O. deppei* u *O. brasiliensis* reduce en un 40-50% el peso de importantes malezas como *Amaranthus patulus*, *Chenopodium album*, *Cyperus microria* y *Digitaria ciliaris* (Shiraishi *et al.*, 2005). Además, inhibieron el alargamiento radical de la lechuga. Sin embargo, los mismos autores no han podido explicar si estos efectos se deben al oxalato o a otro componente presente en especies del género *Oxalis*. Por otro lado, *O. latifolia* se suele usar como cubierta vegetal para evitar la erosión y el establecimiento de malas hierbas en cultivos de té en Sri Lanka (Ohsawa, 1982). Sería muy interesante continuar esta línea de investigación para buscar una utilidad a *O. latifolia*, tanto si se pudiera usar en algunos cultivos como cubierta vegetal, como si se recolectara con el fin de obtener sustancias alelopáticas de sus diferentes órganos.

Conclusiones

En función de los antecedentes expuestos en esta revisión, el control de *O. latifolia* es casi imposible sin el desarrollo de una estrategia de control integrado. Todas las pautas que se han comentado se refieren a un debilitamiento paulatino de los bulbos, sea por vía de defoliaciones mecánicas y químicas, enterramientos, uso de coberteras, competencia con el cultivo o por efecto de heladas y sequías estivales. Ocasionalmente las estrategias sólo se dirigen a causar la muerte directa de los bulbos de *O. latifolia*, aplicando un herbicida total, realizando compost o aplicando otras medidas

de control únicas. Estas pautas hacen referencia a cultivos presentes en bioclimas templados y mediterráneos, pero algunas de ellas se podrían aplicar también en zonas tropicales. Las citadas sugerencias pueden exigir un esfuerzo adicional por parte del agricultor, pero los resultados son promisorios. Por último, dada las numerosas investigaciones realizadas con herbicidas, consideramos que los estudios futuros se deberían orientar a la utilización combinada de tratamientos herbicidas con métodos culturales aún poco explotados para el control de esta mala hierba. Entre estos últimos se encuentra el uso de coberteras de plástico o vegetales y la realización de compost con las capas superiores del suelo. Así mismo, los posibles efectos alelopáticos de *O. latifolia* merece mayor estudio

Resumen

Oxalis latifolia es una mala hierba de distribución tropical, templada y mediterránea que infesta cultivos hortícolas, viveros, jardines y cultivos de maíz. A pesar de que algunos métodos mecánico-culturales y numerosos herbicidas contribuyen a un aceptable e incluso excelente control, su aplicación muchas veces es difícil y cara. Sin embargo, *O. latifolia* presenta determinadas características biológicas en su ciclo anual que la hacen más o menos vulnerable. Por ello se hace necesario estudiar combinaciones adecuadas de los métodos de control, como los arados, retrasos en la siembra o uso de cubiertas con los diferentes herbicidas, tanto residuales como foliares, siempre teniendo en cuenta sus particularidades biológicas, para cada tipo de cultivo en cada situación geográfica. Finalmente, caben destacar líneas de investigación poco conocidas para el aprovechamiento de *O. latifolia*, como podrían ser las características alelopáticas o su uso en ciertos cultivos como cubierta vegetal.

Palabras clave: Control cultural, control químico, escarda, herbicidas, *Oxalis latifolia*.

Literatura citada

Abdin, O.A., X.M. Zhou, D. Cloutier, D.C. Coulman, M.A. Faris y D.L. Smith. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short

- season maize (*Zea mays*). *European Journal of Agronomy* 12:93-102.
- Adalla, J.J.O.C. 1978. Effects of herbicidal weed control on growth and development of groundnuts (*Arachis hypogea* L.) in Western Kenya. Pages 136-140. In: Proc. 6th East African Weed Science Conference. Nairobi, Kenya.
- Allen, F.C. 1962. Review Papers Session I. Page 86. In: Proc. 15th New Zealand Weed Control Conference. Christchurch, New Zealand.
- Anderson, R.L. 2000. Cultural systems to aid weed management in semiarid corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 14:630-634.
- Anónimo. 1976. Roundup y Ronstar. Ensayos realizados por la Agencia Oyarzun. Información C.R.C. N° 24. Región del Cantábrico, España. 20 pp.
- Arya, M.P.S. 1991. Effect of different herbicides on *Oxalis latifolia* weed in soybean (*Glycine max* L.) under rainfed conditions. *Annals Agricultural Research* 12:57-63.
- Arya, M.P.S., R.V. Singh y G. Singh. 1994. Crop-weed competition in soybean (*Glycine max*) with special reference to *Oxalis latifolia*. *Indian Journal of Agronomy* 39:136-139.
- Arya, M.P.S. y R.V. Singh. 1998. Direct and residual effect of Oxadiazon and Oxyfluorfen herbicides on the control of *Oxalis latifolia* in soybean. *Indian Journal of Weed Science* 30:36-38.
- Atwal, B.S. y Ram Gopal. 1972. *Oxalis latifolia* and its control by chemical and mechanical methods in the hills. *Indian Journal of Weed Science* 4:74-80.
- Begna, S.H., R.I. Hamilton, L.M. Dwyer, D.W. Stewart, D. Cloutier, L. Assemat, K. Foroutan-Pour y D.L. Smith. 2001. Weed biomass production response to plant spacing in corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture. *Weed Technology* 15:647-653.
- Carruthers, K., Q. Fe, D. Cloutier y D.L. Smith. 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with interrow cultivation. *European Journal of Agronomy* 8:225-238.
- Chawdhry, M.A. 1974. Growth study of *Oxalis latifolia* H.B.K. *East African Agricultural and Forestry Journal* 39:402-406.
- Chawdhry, M.A. y G.R. Sagar. 1973. An autoradiographic study of the distribution of ¹⁴C labelled assimilates at different stages of development of *Oxalis latifolia* H.B.K. and *O. pes-caprae* L. *Weed Research* 13:430-437.
- Chawdhry, M.A. y G.R. Sagar. 1974. Control of *Oxalis latifolia* H.B.K. and *O. pes-caprae* L. by defoliation. *Weed Research* 14:293-299.
- Chivinge O.A. y D. Rukuni. 1989. Competition between purple garden sorrel (*Oxalis latifolia* H.B.K.) and rape (*Brassica napus* L.). *Zimbabwe Journal of Agricultural Research* 27:123-130.
- Church, J.M.F. y H.M.G. Henson. 1969. Chemical control of *Cyperus rotundus* and *Oxalis latifolia* in Uganda. *PANS* 15:578-583.
- Costa, J., P. Eulalio, J. Fernández-Anero, R. Garnett, C. Martin, N. Muelleder, C. Novillo, M.P. Plancke y A. Pleysier. 2007. Seguridad del herbicida Roundup Ready®, y de su empleo sobre variedades modificadas genéticamente para tolerancia a glifosato. Monsanto Agricultura España S.L. Cuaderno Técnico 6. Madrid, España. 59 pp.
- Cox, T.I. 1978. Effects of glyphosate on *Oxalis latifolia*. Pages 34-39. In: Proc. 31st New Zealand Weed and Pest Control Conference. New Plymouth, New Zealand.
- Cox, T.I. y R.M. Kerr. 1979. Management of *Oxalis latifolia* infestations with herbicides. Pages 431-435. In: Proc. 7th Asian-Pacific Weed Science Society Conference. Sydney, Australia.
- Cox, T.I. y R.M. Kerr. 1981. *Oxalis latifolia* control programmes with oxadiazon and glyphosate. Pages 231-234. In: Proc. 8th Asian-Pacific Weed Science Society Conference. Bangalore, India.
- De Liñán, C. 1999. *Vademécum de Productos Fitosanitarios y Nutricionales*. Ediciones Aerotécnicas S.L., Madrid, España. 632 pp.
- De Lucas, C., C. Fernández-Quintanilla, M.J. Sánchez del Arco, L. Navarrete y C. Torner. 1999. Influencia del uso de variedades competitivas en la optimización de dosis de herbicidas en cultivo de cebada. Páginas 227-232. En: Actas del Congreso 1999 de la SEMH, Logroño, España.
- Demaire, B. 1975. *Oxalis latifolia* Kunth, noxious weed in Rwanda. Phenological observations to establish methods of control. *Bulletin Agricole du Rwanda* 8:99-100.
- Devendra, R., T.V.R. Prasad y Revanna. 1997. Quantification of joint action of herbicides mixture and identification of dosage for control of *Cyperus rotundus* L. and *Oxalis latifolia* H.B. and K. In: Proc. Indian National Science Academy. Part B, Biological Sciences 63:349-358.
- Devendra, R., M.U. Kumar, T.V. Ramachandra Prasad y B. Mallik. 2000. Technique to identify suitable surfactant to enhance herbicide potency. *Journal of Plant Biology* 27:117-123.
- Devendra, R., V. Umamahesh, T.V.R. Prasad, T.G. Prasad, S.T. Asha y A. Ashok. 2004. Influence of surfactants on efficacy of different herbicides in control of *Cyperus rotundus* and *Oxalis latifolia*. *Current Science* 86:1148-1151.
- Duncan, A.J., P. Frutos y S.A. Young. 1997. Rates of oxalic acid degradation in the rumen of sheep and goats in response to different levels

- of oxalic acid administration. *Animal Science* Pencaitland 65:451-455.
- Esler, A.E. 1962. Some aspects of autoecology of *Oxalis latifolia* Kunth. Pages 87-90. In: Proc. 15th New Zealand Weed Control Conference. Christchurch, New Zealand.
- Fernández-Quintanilla, C., J. Barroso y D. Ruiz. 2001. Diseño de un programa de tratamientos de precisión para el control de *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* en cereales. Páginas 183-187. En: Actas del Congreso 2001 de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh), León, España.
- Fraga, M.I., E. Sauquillo y S.C. Baleato. 1993. Evolución de la flora arvense en cultivos de maíz de Galicia a lo largo del desarrollo del cultivo. Páginas 54-56. En: Actas Congreso 1993 de la Sociedad Española de Malherbología, Lugo, España.
- Gallagher, R.S., J. Cardina y M. Loux. 2003. Integration of cover crops with post emergence herbicides in no-till corn and soybean. *Weed Science* 51:995-1001.
- Gautam, S. y C.M. Singh. 1990. Studies on residue estimation of different herbicides by bioassay techniques using different oilseed crops as indicator plants. *Indian Journal of Weed Science* 22:47-52.
- Holm, L., J. Doll, E. Holm, J.V. Pancho y J.P. Herberger. 1997. *World Weeds: Natural Histories and Distribution*. Ed. John Wiley and Sons Inc. New York. USA. 1129 pp.
- Ingle, T., S. Wright y I. Popay. 1995. Mulches and fatty acid herbicides for the control of fishtail *Oxalis*. Pages 333-334. In: Proc. 48th New Zealand Plant Protection Conference, Hastings, New Zealand.
- Jackson, D.I. 1960. A growth study of *Oxalis latifolia* H.B.K. *New Zealand Journal of Science* 3:600-609.
- Jackson, D.I. 1962. The response of *Oxalis latifolia* to hormone herbicides. *Weeds* 10:23-25.
- Jakelaitis, A., L.R. Ferreira, A.A. Silva, E.L. Agnes, G.V. Miranda y A.F.L. Machado. 2003. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. *Planta Daninha* 21:71-79.
- Jehlik, V. 1995. Anter der Gattung *Oxalis* Sect. *Ionoxalis* in der Tschechischen Republik und der Slowakei. 1. *Oxalis latifolia*. *Preslia* 67:1-14.
- Kahurananga, J., M. Magambo, C.J. Mosha y L. Sambia. 1973. The effect of five herbicides on broad-leaved weed density and dry matter yield of maize. *Miscellaneous Report East African Community Tropical Pesticide Research Institute* 815, Arusha, Tanzania. 8 pp.
- Khare, K.B. 2002. A new mycoherbicide for the control of a common weed, *Oxalis latifolia* in Kenya. *Indian Phytopathology* 55:524-525.
- Kumar, S. y C.M. Singh. 1988. Control of *Oxalis latifolia* H.B. and K. under mid-hill conditions of Himachal-Pradesh. *Indian Journal of Weed Science* 20:32-38.
- Kumar, S. y C.M. Singh. 1990a. Studies on ecology of *Oxalis latifolia* H.B. and K. And *Ageratum conyzoides* L. *Indian Journal of Weed Science* 22:78-82.
- Kumar, S. y C.M. Singh. 1990b. Studies on estimation of herbicide residues through bioassay using different cereal crops. *Indian Journal of Weed Science* 22:92-97.
- López, M.L. y A. Royo. 2001a. Effect of the depth in the development of *Oxalis latifolia* Kunth. In: Proc. III International Weed Science Congress. Manuscript number 48. Foz do Iguassu. Brazil, 13 p.
- López, M.L. y A. Royo. 2001b. Control de *Oxalis latifolia* Kunth –barrabasa- con una y dos aplicaciones de acionifén, diflufenicán y oxadiazón, a dos profundidades, en Guipúzcoa. Páginas 297-303. Actas del Congreso 2001 de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh) León, España.
- López, M.L. y A. Royo. 2001c. Crecimiento y funciones del peciolo de *Oxalis latifolia* Kunth. Páginas 255-260. Actas del Congreso 2001 de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh), León, España.
- López, M.L. y A. Royo. 2003. Poblaciones infestantes de *Oxalis latifolia* en tres cultivos de Guipúzcoa. *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica* 15:39-52.
- Maciel, C.D.G., J.P. Poletine, C.J.R. Aquino, C.J.R. Ferreira y R.M.D. Maio. 2008. Composição florística da comunidade infestante em gramados de *Paspalum notatum* no município de Assis, SP. *Planta Daninha* 26:57-64.
- Maina, J.M., E.G. Thurairara, G.N. Kibata, F.J. Musembi, G. Nyanyu, J.G.N. Muthamia, J.O. Okuro, I. Mutura, S. Amboga, A.N. Micheni, F. Mureithi, D. Overfield y P.J. Therry. 2001. Participatory development of weed management strategies in maize based cropping systems in Kenya. Pages 199-204. In: The BCPC Conference Weeds 2001 1-2. Brighton, UK.
- Marshall, G. 1987. A review of the biology and control of selected weed species in the genus *Oxalis*: *O. stricta* L., *O. latifolia* H.B.K. and *Oxalis pes-caprae* L. *Crop Protection* 6:355-364.
- Marshall, G. y J.N. Gitari. 1988. Studies on the growth and development of *Oxalis latifolia*. *Annals of Applied Biology* 112:143-150.
- Mc Kenzie, R.A., A.M. Bell, G.J. Storie, F.J. Keenan, K.M. Cornack y S.G. Grant. 1988.

- Acute oxalate poisoning of sheep by buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). Australian Veterinary Journal 65:1-26.
- Morgado-Arroyo, F. y F. Urzua-Soria. 1995. Incidencia de enfermedades foliares y maleza en trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos sistemas de labranza en el estado de Hidalgo. Revista Chapingo, Serie Protección Vegetal 2:77-81.
- Mostade, J.M. 1979. Contribution à la lutte chimique contre *Oxalis latifolia*. Bulletin Agricole du Rwanda. p. 137-143.
- Nascente, A.S., W. Pereira y M.A. Medeiros. 2004. Interferencia das plantas daninhas na cultura do tomate para processamento. Horticultura Brasileira 22:602-606.
- Nimje, P.M. 1988. Weed Survey of Patato Fields of Higher Hills of Nilgiris. Indian Journal of Weed Science 20:26-31.
- Nirmala-Pant, C.P. Pathak, R.M. Rai y N. Pant. 1991. A note on the chemical weed control in gladiolus crop. Progressive Horticulture 23:127-128.
- Ochoa, M.J. y C. Zaragoza L. 1982. Presencia de *Oxalis latifolia* Kunth en cultivos de regadío en el valle medio del Ebro. ITEA 48:58-64.
- Ohsawa, M. 1982. Weeds of Tea Plantations. Pages 435-448. In: W. Holzner and M. Numata (eds.). Biology and Ecology of Weeds. Dr. Junk Publishers. The Hague, Netherlands.
- Pandey, A.K., Govindra-Singh y O.P. Mishra. 2000. Growth and development of *Oxalis latifolia* H.B.K. Indian Journal of Weed Science 32:1-6.
- Pandey, A.K. y Govindra-Singh. 2003. Effect of herbicides on growth and development of *Oxalis latifolia*. Indian Journal of Weed Science 35:93-96.
- Pandey, A.K. y Ved-Prakash. 2003. Studies on weed-crop competition in rainfed wheat under mid-hill conditions of North-west Himalayas. Indian Journal of Weed Science 35:107-108.
- Pandey, A.K., Ved-Prakash y H.S. Gupta. 2003. Crop-weed competition studies in spring rice (*Oryza sativa*) under mid-hill conditions of North-west Himalayas. Indian Journal of Weed Science 35:38-40.
- Parker, C. 1966. Pot experiments with herbicides on *Oxalis latifolia* Kunth. Pages 126-134. In: Proc. 8th Brighton Weed Control Conference. Brighton, UK
- Parsons, W. y E. Chuthbertson. 2001. Noxious Weeds of Australia. NSW Agriculture Bookshop, Orange, Australia, 698 pp.
- Popay, A.I., T.I. Cox, A. Ingle y R. Kerr. 1996. Effect of cultivation on the emergence of *Oxalis latifolia* in New Zealand. Pages 131-135. In: Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark.
- Poulson, M.E. y T.C. Vogelmann. 1990. Epidermal focussing and effects upon photosynthetic light harvesting in leaves of *Oxalis*. Plant, Cell and Environment 13:803-811.
- Prathibha, N.C., T.V. Muniyappa y B.G. Murthy. 1995a. Studies on chemical control of *Oxalis latifolia* on growth, yield and quality of grapes. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 20:202-205.
- Prathibha, N.C., T.V. Muniyappa y B.G. Murthy. 1995b. Biology and control of *Oxalis latifolia*. World Weeds 2:19-24.
- Rahman, A., T.K. James, J.P. Mellsop y N. Pyke. 2002. Management of *Oxalis latifolia* and *Calystegia sepium* in maize. Pages 235-240. In: Proc. 55th Conference of the New Zealand Plant Protection Society Incorporated. Rotorua, New Zealand.
- Rajamani, K., S. Thamburaj, T. Thangaraj y S. Murugesan. 1992. Studies on the effect of certain herbicides in rose cv. Happiness. South Indian Horticulture 40:121-122.
- Ram, C.B. y J.D. Tewari. 1979. Chemical control of tipatia weed (*Oxalis latifolia* H.B.K.) in apple orchard. Indian Journal Agricultural Research 13:203-207.
- Ramachandran, K. 1978. Some common weeds of South Indian tea fields. Planters' Chronicle 73:151-152.
- Recasens, J., J. Planes, A. Cirujeda y A. Taberner. 2003. Management strategies of *Lolium rigidum* herbicide resistant populations in Mediterranean areas. Pages 17-18. In: Proc. 7th EWRS Mediterranean Symposium, Adana, Turkey.
- Richardson, W.G. y C. Parker. 1977. The activity and post-emergence selectivity of some recently developed herbicides: KUE2079A, HOE29152, RH2915, Triclopyr and DOWCO290. Technical Report. Agricultural Research Council, Weed Research Organization 42, Oxford, UK. 53 pp.
- Rivals, P. 1960. On the life history and problems of control of *Oxalis latifolia* Kunth. La Terre d'Occ. 7:397-405.
- Robb, S.M. 1963. *Oxalis latifolia* Kunth. New Phytologist 62:75-79.
- Royo, A. 2004. Estudio de la biología y ecología de *Oxalis latifolia* Kunth: efecto de los factores ambientales y culturales sobre su etiología. Tesis Doctoral, Departamento de Botánica, Universidad de Navarra, Pamplona, España. 217 pp.
- Royo, A. y M.L. López. 2003. Dimethenamide control of *Oxalis latifolia*. Pages 73-74. In: Proc. 7th EWRS Mediterranean Symposium. Adana, Turquía.
- Royo, A. y M.L. López. 2004. Effect of frosts on the mortality of common and cornwall forms of *Oxalis latifolia* Kunth. Pages 313-319. In: Proc. XII International Conference on Weed Biology, Dijon, France.

- Royo-Esnaol, A. y M.L. López. 2005a. Effect of burial depth on the width of leaflets of *Oxalis latifolia*. In: CD-Rom Proc. 13th EWRS Symposium, Bari, Italy.
- Royo-Esnaol, A. y M.L. López. 2005b. Efecto de la Mediterraneidad sobre las formas common y cornwall de *Oxalis latifolia* Kunth. Malherbología Ibérica y Magrebí: soluciones comunes a problemas comunes. Capítulo 36. Páginas 229-236. In: J. Menéndez, F. Bastida, C. Fernández-Quintanilla *et al.* (eds.). Universidad de Huelva Publicaciones. Huelva, España.
- Royo-Esnaol, A. y M.L. López. 2007. Effect of depth on the productivity and extinction of *Oxalis latifolia* Kunth. Current Science 92:979-983.
- Saraswat, V.N. y M.K. Rabha. 1993. Major weeds of Rabi and Kharif crops and their control. Indian Farming 43:13-20.
- Seth, M.K. y L.P. Misra. 1982. Translocation of herbicides in *Oxalis latifolia* H.B. and K. Page 49. In: Abstract of papers, Annual Conference of Indian Society of Weed Science.
- Shiraishi, S., I. Watanabe, K. Kuno y Y. Fujii. 2003. Soil drenching with water extracts of *Oxalis articulata* Savigny suppress Fusarium wilt of tomato, Weed Biology and Management 3:184-188.
- Shiraishi, S., I. Watanabe, K. Kuno y Y. Fujii. 2005. Evaluation of the allelopathic activity of five Oxalidaceae vover plants and the demonstration of potent weed suppression by *Oxalis* species. Weed Biology and Management 5:128-136.
- Singh, C.M., Suresh Kumar y N.N. Angiras. 1991. Oxadiazon checks the troublesome *Oxalis* weed. Indian Farming 41:13.
- Singh, R.V. y M.P.S. Arya. 1999. Integrated weed management in finger millet (*Eleusine coracana*). Indian Journal of Agronomy 44:571-575.
- Suteri, B.D. 2006. Puccinia oxalidis Diet. and Ell. a potent mycoherbicide against *Oxalis latifolia* HBK. Abstract. Indian Journal of Phytopathology 59:255.
- Taberner, A. 2006. Oxalis spp. Páginas 182-183. En: Guia per al control de males herbes. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Lleida, España.
- Tewari, J.D. y C.B. Ram. 1976. Effect of Diuron and Terbacil on weed control in the orchards of red delicious apples. Proceedings of the Natural Academy of Science India 46(B), I and II:117-121.
- Thomas, P.E.L. 1991. The effect of *Oxalis latifolia* competition in maize. South African Journal of Plant and Soil 8:132-135.
- Ugen, M.A. y C.S. Wortmann. 2001. Weed flora and soil properties in subhumid tropical Uganda. Weed Technology 15:535-543.
- Urzua-Soria, F., J.K. Shibata, B. Figueroa-Sandoval y A. Martínez-Garza. 2002. Dinámica poblacional de malezas en diferentes sistemas de labranza y métodos de control en la rotación trigo maíz. Agricultura Técnica (México) 28:105-123.
- Valenciano, J.B., B. Reinoso y P.A. Casquero. 2005. Efecto de la solarización del suelo y la utilización del glifosato sobre la viabilidad de *Oxalis latifolia* bajo condiciones de León. Malherbología Ibérica y Magrebí: soluciones comunes a problemas comunes. Capítulo 90. Páginas 593-598. En: J. Menéndez, F. Bastida, C. Fernández-Quintanilla *et al.* (eds.) Universidad de Huelva Publicaciones, Huelva, España.
- Ved-Prakash, A.K. Pandey, R.D. Singh y V.P. Mani. 2000. Integrated weed management in winter onion (*Allium cepa*) under mid-hill conditions of north-western Himalayas. Indian Journal of Agronomy 45:816-821.
- Villariás, J.L. 1981. Guía de Aplicación de Herbicidas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. España. 856 pp.
- Villariás, J.L. 2000. Las malezas invasoras del cultivo del maíz y su control. Vida Rural 104:42-45.
- Wagner, R., M. Kogan y A.M. Parada. 2003. Phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings (*Zea mays* L.). Weed Biology and Management 3:228-232.
- Weber, E. 2003. Invasive Plant Species of the World, a reference guide to environmental weeds. CABI Publishing, Cambridge, USA. 548 pp.
- Wetala, M.P.E. 1976. Weed control in soybeans (*Glycine max* L. Merrill). Pages 141-155. In: Proceedings of the 6th East African Weed Science Conference. Nairobi, Kenya.
- Wetala, M.P.E. 1979a. Preliminary observations on chemical weed control in maize at Namulonge Research Station during the first rains of 1978. Mimeo Report, Tropical Pesticides Research Institute, Namulonge, Uganda. 10 pp.
- Wetala, M.P.E. 1979b. The search for chemical control of *Oxalis latifolia* Kunth at Namulonge Research Station. Miscellaneous report, 1979. Namulonge, Uganda. 14pp.
- Wetala, M.P.E. y L.M. Sambai. 1977. Effect of cutting an burying bulbs on sprouting and early development of *Oxalis latifolia* Kunth under two moisture regimes. In: Proc. Asian-Pacific Weed Science Society 6th Conference. Jakarta, Indonesia.
- Wilkins, R.M. y R. Kabanyoro. 1997. Weed control with herbicides and hand hoe weeding in cotton in Uganda. Pages 659-660. In: The 1997 Brighton Crop Protection Conference. Brighton, UK.
- Wilson, G.J. 1973. Oxalis suppression in onions. New Zealand Commercial Grower 28:33.

Wilson, A.K. 1989. The post-emergence selectivity in warm-climate species of some recently developed herbicides; AC 263499, BAS 514 OOH, CGA 131036, DPX-L5300 and DPX-

A7881. Technical Report Institute of Arable Crops Research, Long Ashton Research Station, 100. Long Ashton, UK. 50 pp.