

Técnicas ecológicas de control de malezas (extracto alelopático) en el cultivo de trigo*

Environment friendly (allelopathic extract) weed control techniques in wheat crop

Imtiaz khan^{1§} and Muhammad Ishfaq Khan¹

¹The University of Agriculture Peshawar-Department of Weed Science. Pakistan, 25130. [§]Autor para correspondencia: imtiazkhan@aup.edu.pk.

Resumen

Generalmente, los herbicidas (pesticidas) tienen el potencial de contaminar el medio ambiente. Agua subterránea, estanques, lagos y ríos se ven fuertemente afectados por la contaminación de éstos. Los herbicidas que encuentran su camino en los ríos, arroyos y lagos acabar envenenando la vida marina y tener un efecto adverso en la industria pesquera. Así que, en los estudios de campo, los efectos fitotóxicos de extractos orgánicos de malezas se determinaron en las malezas y cosecha de trigo. El etanol CHCl₃ (triclorometano o cloroformo) o extractos de algas palillo de dientes (*Ammi visnaga* L.) y la enredadera de campo (*Convolvulus arvensis* L.) se aplicaron en 1 000 y 500 ppm. Un mes después de la siembra de trigo, el extracto de CHCl₃ de correhuella a 1 000 ppm y malezas palillo de dientes a 500 ppm, reducido drásticamente la población de malezas (33,67 malezas m⁻² cada uno de 101 m⁻² en el control sin tratar), pero aumentó el rendimiento de grano de trigo. El extracto CHCl₃ de enredadera, aplicada a 500 ppm, dio un rendimiento del trigo máximo (1.2 t ha⁻¹), mientras que el extracto de malezas palillo de dientes en el mismo disolvente y se aplica a 1 000 ppm dio el rendimiento de trigo de 1,1 t ha⁻¹. Se recomiendan medidas de control juiciosas para malas hierbas nocivas de extractos alelopáticos que se adopte para la cosecha de mejor calidad y cantidad de trigo y también evitar la contaminación del aire.

Abstract

Generally herbicides (pesticides) have the potential to pollute the environment. Ground water, ponds, lakes and rivers are strongly affected by herbicide pollution. The herbicides that find their way into rivers, streams and lakes end up poisoning the marine life and have an adverse effect on the fishing industry. So in field studies, the phytotoxic effects of organic weed extracts were determined on the weeds and wheat crop. Ethanol or CHCl₃ (trichloromethane or chloroform) extracts of toothpick weed (*Ammi visnaga* L.) and field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) were applied at 1 000 and 500 ppm. One month after wheat sowing. The CHCl₃ extract of field bindweed at 1 000 ppm and toothpick weed at 500 ppm drastically reduced the weeds population (33.67 weeds m⁻² each than 101 m⁻² in untreated control) but increased the wheat grain yield. The CHCl₃ extract of bindweed applied at 500 ppm gave maximum wheat yield (1.2 t ha⁻¹), while toothpick weed extract in the same solvent and applied at 1 000 ppm gave wheat yield of 1.1 t ha⁻¹. Judicious control measures for noxious weeds of allelopathic extracts are recommended to be adopted for harvesting better quantity and quality of wheat and also avoid the air pollution as well.

Keywords: allelochemicals, environmentally friendly, phytotoxic effect on weeds, organic extracts, wheat crop.

* Recibido: noviembre de 2014
Aceptado: enero de 2015

Palabras clave: aleloquímicos, amigable con el medioambiente, cosecha de trigo, efecto fitotóxico sobre las malas hierbas, extractos orgánicos.

Introducción

El uso de productos químicos como una única herramienta de manejo de malezas ha demostrado ser dañina, debido al desarrollo de resistencia en las malezas y sus efectos adversos sobre el medio ambiente. Los científicos de todo el mundo están buscando métodos alternativos de manejo de malezas. Alelopatía durante largo tiempo se ha reconocido como una guerra química entre las especies de plantas. La aplicación intensiva y repetida de herbicida es eficaz para una maleza específica, pero a menudo da lugar a varios efectos negativos, tales como la evolución de las malas hierbas resistentes (Schumann *et al.*, 1995; Wu *et al.*, 1999) efectos residuales en los siguientes cultivos, y la desaparición de algunas malas hierbas susceptibles, que afecta a la biodiversidad vegetal de malezas y la contaminación del medio ambiente Itoh (2004). Esta situación de deterioro sugiere que se requiere una agricultura respetuosa del medio ambiente para reducir la dependencia únicamente en herbicidas químicos para el control de malezas.

La explotación de la alelopatía es una técnica natural y ecológica, teniendo el potencial de ser una herramienta única para el control de malas hierbas, y agricultura sostenible (Yoshiharu *et al.*, 1991; Kostadinova, 2002; Khanh *et al.*, 2005). Sin considerar las malezas, los efectos alelopáticos de los cultivos, también se han identificado en varios cultivos (Lovett y Ryuntyu, 1992; Nimbal *et al.*, 1996; Chellamuthu *et al.*, 1997; Wu *et al.*, 1999; La *et al.*, 1999; Putman y Duke, 2000; Lafleur y Malik, 2001; Itok, 2004; Jamil, 2004).

Químicos alelopáticos también pueden persistir en el suelo, que afecta tanto a las plantas vecinas, así como los plantados en sucesión. Aunque derivados de plantas, los aleloquímicos pueden ser más biodegradables que los herbicidas tradicionales, pero también pueden tener efectos nocivos en las especies que no sean objetivos; lo que exige estudios ecológicos antes de su uso generalizado (Leather, 1983; Pawar y Chawan, 1999; Ma *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2003).

El hallazgo de Steel *et al.* (1980), mencionado en su opinión de que el uso de la alelopatía para controlar malas hierbas podría ser ya sea directamente mediante la utilización de las interacciones alelopáticas naturales, en particular de plantas de

Introduction

Use of chemicals as a sole weed management tool has proved harming due to the development of resistance in weeds and their adverse effects on the environment. Scientists worldwide are looking for alternative methods in weed management. Allelopathy has long been recognized as a chemical warfare among the plant species. The intensive and repeated application of herbicide is effective for a specific weed but often results in several negative effects, such as the evolution of resistant weeds (Schumann *et al.*, 1995; Wu *et al.*, 1999), residual effects on the following crops, and the disappearance of some susceptible weeds, which affects weed plant biodiversity and environmental contamination Itoh (2004). This deteriorating situation suggests that an environment-friendly agriculture is required to reduce the solely dependence on chemical herbicides for weed control.

Exploitation of allelopathy is a natural and environment-friendly technique having potential to be a unique tool for weed management and sustainable agriculture (Yoshiharu *et al.*, 1991; Kostadinova, 2002; Khanh *et al.*, 2005). Despite weeds, the allelopathic effects of crops have also been identified many crops (Lovett y Ryuntyu, 1992; Nimbal *et al.*, 1996; Chellamuthu *et al.*, 1997; Wu *et al.*, 1999; La *et al.*, 1999; Putman y Duke, 2000; Lafleur y Malik, 2001; Itok, 2004; Jamil, 2004).

Allelopathic chemicals can also persist in soil, affecting both neighboring plants as well as those planted in succession. Although derived from plants, allelochemicals may be more biodegradable than traditional herbicides but may also have undesirable effects on non-target species, necessitating ecological studies before widespread use (Leather, 1983; Pawar y Chawan, 1999; Ma *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2003).

The finding of (Steel *et al.*, 1980) mentioned in their review that the use of allelopathy for controlling weeds could be either through directly utilizing natural allelopathic interactions, particularly of crop plants, or by using allelochemicals as natural herbicides. Khan *et al.* (2008) Investigated the allelopathic effects of *C. arvensis* on many test plants and evaluated the presence of allelochemicals in different organs. They explored that the aqueous extracts of *C. arvensis* roots which significantly reduced the germination of all test crops except cucumber and

cultivo, o mediante el uso de aleloquímicos como herbicidas naturales. Khan *et al.* (2008) investigaron los efectos alelopáticos de *C. arvensis* en muchas plantas de ensayo y se evaluó la presencia de aleloquímicos en diferentes órganos. Se exploraron que los extractos acuosos de raíces de *C. arvensis* que redujo significativamente la germinación de todos los cultivos de ensayo excepto pepino y trigo, mientras que los extractos acuosos de los brotes, la reducción de la germinación de todos los cultivos de ensayo, excepto el maíz y el trigo. Los extractos acuosos inhibieron en gran medida la longitud de la radícula primaria de germinación de las semillas. El hallazgo de Kruze *et al.* (2002) mostró que el efecto alelopático de sustancias fisiológicamente activas, publicado por *C. arvensis* y notó que los aleloquímicos de dicha especie de malezas, afectó significativamente la fisiológica, parámetros morfológicos y biométricos de plantas de tomate y frutas. Los resultados Yoshiharu *et al.* (1991) observaron que, las plantas con propiedades alelopáticas fueron seleccionados con mayor frecuencia entre las plantas medicinales que entre los cultivos y malezas comunes y la actividad más fuerte, que se observó en *A. visnaga* se manifiesta tanto por la inhibición del crecimiento de la planta así como en las propiedades de los fungicidas. La mayoría de las especies de árboles tienen propiedades alelopáticas, por ejemplo *Prosopis juliflora* Khan (2008). Eucalyptus tiene también aleloquímicos que puede ser utilizado como bioherbicida (Putman, 1984; Pawar, 1999; Putman, 2000; Khan, 2008). De acuerdo a algunos científicos, esta planta llegó a la región Indo-Pak para usarse como forraje de caballos soldado británicos, mientras que otros informaron de que sea utilizado como propósito forestación en Australia. En otro estudio, se observó que el extracto de hoja de *Prosopis juliflora* disminuyó el porcentaje de germinación de semillas de *Cynodon dactylon* Al- Humaid *et al.* (1998). La tasa creciente de *Sorghum bicolor* suprimió la germinación de *Vigna mungo* (Chellamuthu *et al.*, 1997; Putman *et al.*, 1984). Extractos de sorgham de agua se recomienda para fin comercial utilizar debido a su alto potencial para la supresión de malezas.

Los estudios sobre los árboles (*Prosopis juliflora*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia nilotica*) extractos en nuestro laboratorio. Los resultados de (Kham 2004a y 2004b) exhibieron el efecto inhibitor diferencial sobre plantas de trigo y sus malas hierbas.

Las especies de malezas *Ammi visnaga* y *Convolvulus arvensis* son las peores malezas en trigo y otros cultivos de invierno, en el Valle de Peshawar, Pakistán. Verano anual, en su ciclo de vida, esto ahora ha ocupado todo el valle de Peshawar y continúa ampliándose. El *Convolvulus arvensis*

wheat, while aqueous extracts of shoots, reduced the germination of all test crops, except maize and wheat. The aqueous extracts greatly inhibited the length of primary radicle than seed germination. The finding of Kruze *et al.* (2002) showed that allelopathic effect of physiologically active substances, released by *C. arvensis* and noticed that allelochemicals of said weed specie significantly affected the physiological, morphological and biometric parameters of tomato plants and fruits. The results Yoshiharu *et al.* (1991) observed that plants with allelopathic properties were more frequently selected among medicinal plants than among common crops and weeds and the strongest activity which was noticed in *A. visnaga* and was manifested by both plant growth inhibition and fungicidal properties. Most of the tree species have allelopathic properties, for example *Prosopis juliflora* Khan (2008). Eucalyptus has also allelochemicals which can be used as bioherbicide (Putman, 1984; Pawar, 1999; Putman, 2000; Khan, 2008). According to some scientists this plant came to Indo-Pak region for the purpose of fodder of British soldier horses while others reported it to be used as forestation purpose in Australia. In another study it was noticed that leaf extract of *Prosopis juliflora* decreased the seed germination percentage of *Cynodon dactylon* Al- Humaid *et al.* (1998). The increasing rate of *Sorghum bicolor* suppressed the germination of *Vigna mungo* (Chellamuthu *et al.*, 1997; Putman *et al.*, 1984). Sorgham water extracts is recommended for Chemma *et al.* (2003) commercial purpose use due to its high potential for weed suppression.

The studies on trees (*Prosopis juliflora*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia nilotica*) extracts in our lab. The results of (Kham 2004a y 2004b) exhibited the differential inhibitory effect on wheat plants and its weeds.

The weed species *Ammi visnaga* and *Convolvulus arvensis* are the worst weeds in wheat and other winter crops in the Peshawar Valley, Pakistan. Summer annual in its life cycle, this has now occupied whole of the Peshawar valley and expanding more. The *Convolvulus arvensis* is a perennial multiplying through its seed and underground parts, and is a serious weed in this region like elsewhere in the world. As allelochemicals are current area of research for the development of natural herbicides for sustainability of agro-ecosystems, it was attempted to investigate the allelopathic potential of these unwanted species to be exploited for weed management in wheat. Studies were undertaken with the objective to find out the response

es un multiplicador perenne a través de su semilla y las partes subterráneas, y es una maleza importante en esta región como en otras partes del mundo. Como los aleloquímicos se encuentran en el área actual de la investigación para el desarrollo de herbicidas naturales para la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas, se intentó investigar el potencial alopático de estas especies no deseadas para ser explotados para el manejo de malezas en trigo. Se llevaron a cabo estudios con el objetivo de averiguar el efecto de respuesta y fitotóxicidad de los aleloquímicos, de especies de malezas *Ammi visnaga* y *Convolvulus arvensis* extraído en etanol CHCl_3 (con dosis completas y medio de tejido a tierra del follaje) sobre el crecimiento de diferentes hierbas y cosecha de trigo (Figura 1).

Materiales y métodos

El experimento de campo se llevó a cabo en la Universidad Agrícola de Khyber, Paktunkhwa, Pakistán para investigar el efecto de diferentes extractos orgánicos de especies de malezas *Ammi visnaga* y *Convolvulus arvensis*, especialmente en la maleza y el propio cultivo de trigo durante el invierno 2009-2010. El experimento se conformó en bloques completos al azar (RCB), con cuatro repeticiones, con un tamaño de parcela de $5 \times 1.50 \text{ m}^2$. La variedad de trigo Ghaznavi-98 se sembró en la densidad de siembra de 120 kg ha^{-1} durante la tercera semana de noviembre de 2009. Los extractos de plantas se aplicaron tres semanas después de la emergencia del cultivo como una sola aplicación y, el experimento se cosechó en la primera semana de mayo de 2010. El experimento consta de nueve tratamientos (ocho eran tratamientos alelopáticos que tienen aplicación post-emergente única y una revisión de maleza) (Cuadro 1). Para la preparación de extractos de malezas, los brotes en la fase de floración de las dos especies de malezas a saber *Ammi visnaga* y *Convolvulus arvensis* se cosechadas y secan a la sombra, plantadas y posteriormente se extrajeron en los respectivos disolventes a saber etanol y CHCl_3 (triclorometano o cloroformo). La dosis completa fue el extracto puro, y la dosis media incluía 50% de extracto + 50% de agua (v/v) (Cuadro 1). Los datos fueron registrados en los parámetros, es decir, la densidad de malezas en m^{-2} , altura de planta (cm), longitud de la espiga (cm), granos pico^{-1} , peso de 1 000 granos (g), rendimiento biológico (t ha^{-1}) y el rendimiento de grano (t ha^{-1}). Los datos sobre los parámetros individuales se sometieron a análisis de varianza técnica (ANOVA) y los medios fueron separados aún más y se compararon mediante la prueba de Fisher con la prueba LSD sin protección (Steel *et al.*, 1980).

and phytotoxic effect of allelochemicals of weed species *Ammi visnaga* and *Convolvulus arvensis* extracted in Ethanol and CHCl_3 (with full and half doses of grounded tissue of foliage) on growth of different weeds and wheat crop (Figure 1).

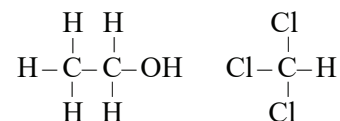


Figura 1. Estructura química del etanol de CHCl_3 (triclorometano o cloroformo).

Figure 1. Chemical structure of ethanol CHCl_3 (trichloromethane or chloroform).

Materials and methods

Field experiment was conducted at Khyber Paktunkhwa Agricultural University Peshawar, Pakistan to investigate the effect of different organic extracts of weed species *Ammi visnaga* and *Convolvulus arvensis*, especially on the weeds and wheat crop itself during winter 2009-2010. The experiment was laid out in randomized complete block (RCB) design, with four replications having a plot size of $5 \times 1.50 \text{ m}^2$. Wheat variety Ghaznavi-98 was sown at the seed rate of 120 kg ha^{-1} during third week of November, 2009. Plant extracts were applied three weeks after emergence of crop as a single application and the experiment was harvested in the first week of May, 2010. The experiment comprised of nine treatments (eight were allelopathic treatments having single post-emergent application and a weedy check) (Table 1). For preparation of weed extracts, the shoots at flowering stage of both weed species viz. *Ammi visnaga* and *Convolvulus arvensis* was harvested and dried in the shade, ground and subsequently extracted in the respective solvents viz. Ethanol and CHCl_3 (trichloromethane or chloroform). The full dose was the pure extract, and the half dose included 50% extract + 50% water (v/v) (Table 1). Data were recorded on the parameters i.e., weed density m^{-2} , plant height (cm), spike length (cm), grains spike⁻¹, 1 000 grain weight (g), biological yield (t ha^{-1}) and grain yield (t ha^{-1}). The data on individual parameters were subjected to analysis of variance (ANOVA) technique and the means were further separated and compared by the Fisher's unprotected LSD test (Steel *et al.*, 1980).

Cuadro 1. Diferentes tratamientos utilizados y sus formulaciones.**Table 1. Different treatments used and their formulations.**

Treatments	Formulations
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) full dose	pure extracted in ethanol
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) half dose	50% pure extract + 50% water and extract in ethanol
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) full dose	CHCl ₃ extracted
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) half dose	50% pure extract + 50% water and extract in CHCl ₃
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) full dose	pure extracted in Ethanol
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) half dose	50% pure extract + 50% water
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) full dose	Pure extract in CHCl ₃
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) half dose	50% pure extract + 50% water and extract in CHCl ₃
Weedy check	-

Resultados y discusión

Las especies de malezas que infestaron el cultivo experimental de trigo eran avena loca (*Avena fatua* L.), swinecress (*Coronpus didymus* (L.) Sm.), frondoso tártago (*Euphorbia helioscopia* L.), fumaria (*Fumria indica* L.), correhuela (*C. arvensis* L.), muelle rizado (*Rumex crispus* L.), cenizo (*Chenopodium album* L.), pasto azul anual (*Poa annua* L.), sweetclover indio (*Melilotus indica* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.). Los resultados revelaron que, los extractos orgánicos y sus diferentes composiciones de ambas malezas tuvieron un efecto significativo en la densidad de las malezas y la reducción de la población de malezas hasta el nivel considerable.

Sin embargo, el control eficaz de malas hierbas se registró con la aplicación de *Ammi visnaga* (media dosis) y *Convolvulus arvensis* (dosis completa), se extrajo en CHCl₃, la reducción de la población de malezas hasta 33.7 m⁻² de malas hierbas en cada parcela tratada en comparación con 101 plantas m⁻² bajo control de malezas (Cuadro 2). Estas dos mejores tratamientos de puntuación se encontraron estadísticamente a la par con el resto de tratamientos que van desde 37.3 hasta 47 m⁻² malezas, excepto CHCl₃ extracto de *Convolvulus arvensis* (dosis completa) y el extracto de etanol de *Ammi visnaga* (media dosis) teniendo 80.7 y 53.3 m⁻² de malezas, respectivamente, lo que mostró un rendimiento deficiente.

Los hallazgos de Khan *et al.* (2004a and 2004a) tienen una gran analogía con nuestras inferencias y mencionaron que, los aleloquímicos suprimen fuertemente la aparición de malas hierbas. El *et al.* (1998) también utilizan alelopatía como una ayuda en la producción de cultivos. Utilizaron

Results and discussion

Weed species infested the wheat experimental crop were wild oats (*Avena fatua* L.), swinecress (*Coronpus didymus* (L.) Sm.), leafy spurge (*Euphorbia helioscopia* L.), fumitory (*Fumria indica* L.), field bindweed (*C. arvensis* L.), curly dock (*Rumex crispus* L.), common lambsquarters (*Chenopodium album* L.), annual blue grass (*Poa annua* L.), indian sweetclover (*Melilotus indica* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.). Results revealed that the organic extracts and their different compositions of both weeds had a significant effect on weed density and reduced the weed population up to considerable level.

However, effective weed control was recorded with the application of *Ammi visnaga* (half dose) and *Convolvulus arvensis* (full dose) extracted in CHCl₃, reduced the weed population up to 33.7 weeds m⁻² in each treated plot as compared to 101 plants m⁻² in weedy check (Table 2). These two top scoring treatments were found statistically at par with all other treatments ranging from 37.3 to 47 weeds m⁻² except CHCl₃ extract of *Convolvulus arvensis* (full dose) and Ethanol extract of *Ammi visnaga* (half dose) having 80.7 and 53.3 weeds m⁻², respectively which showed poor performance. The findings of Khan *et al.* (2004a and 2004a) have a great analogy with our inferences and mentioned that allelochemicals strongly suppress the emergence of weeds. The also utilized allelopathy as an aid in crop production Einhelling *et al.* (1998). They used different plant extracts for weed management in wheat and barley crops. The results of (Leather, 1983; Jamil, 2004) showed that allelopathic plant water extracts of sunflower, eucalyptus, rapeseed

diferentes extractos de plantas para el manejo de malezas en los cultivos de trigo y cebada. Los resultados de (Leather, 1983; Jamil, 2004) mostraron que, los extractos de agua de las plantas alelopáticas de girasol, de eucalipto, de colza y de sésamo, en combinación con extractos de agua sorgo aplican como pulverización foliar e inhibieron el crecimiento y la masa seca de las malas hierbas en cultivos de trigo.

and sesame in combination with sorghum water extracts applied as foliar spray and inhibited the growth and dry mass of weeds in wheat crop.

Results further revealed that plant height was significantly affected by different extracts under study (Table 2). However, tallest plants (85 cm) were recorded in plots treated with Ethanol extract of *Convolvulus arvensis* (full dose) closely followed

Cuadro 2. Efecto de algunos extractos de plantas sobre la densidad de malezas (plantas m⁻²), altura de la planta (cm) de trigo.
Table 2. Effect of some plant extracts on Weed density (plants m⁻²), Plant height (cm) of wheat.

Treatments	Weed density (m ⁻²)	Plant height (cm)
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) full dose	53.3	76.8
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) half dose	38.7	78.9
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) full dose	39.7	77.9
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) half dose	33.7	81.4
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) full dose	47.0	85.0
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) half dose	37.3	78.4
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) full dose	33.7	79.3
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) half dose	80.7	81.0
Weedy check	101.0	75.7
LSD _{0.05}	19.6	7.2

Los resultados revelaron además que, la altura de la planta se vio afectada significativamente por los diferentes extractos en estudio (Cuadro 2). Sin embargo, las plantas más altas (85 cm) se registraron en las parcelas tratadas con extracto de etanol de *Convolvulus arvensis* (dosis total), seguido de cerca por 81.4 y 80 cm en las parcelas tratadas con CHCl₃ extractos de *Ammi visnaga* (media dosis) y *Convolvulus arvensis* (media la dosis), respectivamente. La altura en estos tratamientos probablemente podría ser debido a la ineficaz el control de malezas en estos tratamientos. La competencia interespecífica entre el cultivo y las malezas estimula a las plantas de cultivo a invertir más de la fotosíntesis en los tejidos estructurales para ganar la luz del sol. Todos los otros cinco tratamientos fueron estadísticamente a la par con los demás para la altura de la planta y variaron desde 76.8 hasta 79.3 cm. En cheque maleza, la competencia más severa dictó la disponibilidad de espacio y nutriente limitante y en consecuencia las plantas no logró alcanzar la altura, comparado con los mejores tratamientos de puntuación y por lo tanto la altura de la planta baja (75.7 cm), se registró en una revisión de la maleza.

Para el trigo longitud de la espiga, todas las composiciones de ambos extractos orgánicos tuvieron efecto no significativo. Sin embargo, numéricamente, las más largas (9 cm) de los

by 81.4 and 80 cm in the plots treated with CHCl₃ extracts of *Ammi visnaga* (half dose) and *Convolvulus arvensis* (half dose), respectively. The tallness in these treatments could probably be due to the ineffective weed control in these treatments. The interspecific competition between the crop and weeds stimulate the crop plants to invest more of the photosynthate on structural tissues for gaining the sun light. All other five treatments were statistically at par with each other for plant height and ranged from 76.8 to 79.3 cm. In weedy check, the more severe competition rendered the space and nutrient availability limiting and consequently the plants failed to attain the comparative height with the top scoring treatments and hence the lowest plant height (75.7 cm) was recorded in weedy check.

For wheat spike length, all the compositions of both organic extracts had non-significant effect. However, numerically the longest (9 cm) spikes were observed in crop treated with CHCl₃ extract of *Ammi visnaga* (half dose) while all other treatments had almost the same spike length with range of 8.1 to 8.9 cm including weedy check (Table 3).

Analysis of the data further emphasized that both weed extracts had significant effect on number of grains spike⁻¹. Highest number of grains spike⁻¹ (60.7) was observed in full dose of *Ammi visnaga* (ethanol) which was also found

picos se observaron en cultivo tratado con CHCl_3 , extracto de *Ammi visnaga* (media dosis), mientras que todos los otros tratamientos tenían casi la misma longitud de la espiga con la gama de 8.1 a 8.9 cm de verificación incluyendo maleza (Cuadro 3).

statistically at par with 54.3 grains spike⁻¹ obtained in the plots treated with full dose of *Convolvulus arvensis* (CHCl_3 extracted). The later treatment was in turn also found at par with all other seven treatments including untreated check having range of 41 to 45.3 grains spike⁻¹ (Table 3).

Cuadro 3. Efecto de algunos extractos de plantas de la longitud del punto (cm) y número de granos pico⁻¹ de trigo.
Table 3. Effect of some plant extracts on Spike length (cm) and No. of grains spike⁻¹ of wheat.

Treatments	Spike length (cm)	Núm. grains Spike ⁻¹
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) full dose	8.8	60.7
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) half dose	8.1	45.0
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl_3) full dose	8.6	44.7
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl_3) half dose	9.0	45.3
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) full dose	8.9	44.7
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) half dose	8.9	42.7
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl_3) full dose	8.3	54.3
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl_3) half dose	8.1	44.7
Weedy check	8.4	41.0
LSD _{0.05}	N.S	13.48

NS= non-significant.

El análisis de los datos, subrayando además que ambos extractos de malezas tenían efecto significativo en el número de granos por pico⁻¹. Se observó mayor número de granos pico⁻¹ (60.7) en dosis completa de *Ammi visnaga* (etanol), que también se encontró estadísticamente a la par con 54.3 granos pico⁻¹ obtenida en las parcelas tratadas con dosis completa de *Convolvulus arvensis* (CHCl_3 extraído). El tratamiento más tarde fue a su vez también encontró a la par con el resto de siete tratamientos, incluyendo el testigo sin tratar con rango de 41 a 45.3 granos pico⁻¹ (Cuadro 3).

El pico de peso de grano⁻¹ se vio afectada significativamente por no todos los extractos (Cuadro 4). Sin embargo, se observó el mayor (2.3 g) peso del grano pico⁻¹ en *Ammi visnaga* (etanol) dosis completa seguida de 2 g en *Convolvulus arvensis* (CHCl_3) dosis completa. El testigo sin tratar tenía 1.5 g de grano de peso pico⁻¹. Los datos sobre 1 000 peso de grano manifiestan una variabilidad significativa entre los tratamientos de ambos tipos de extractos orgánicos (Cuadro 4) La más alta (38.5 g), 1 000 peso de grano, se registró en *Ammi visnaga* (etanol) media dosis completa; sin embargo, el segundo de 37.5 g observado en parcelas tratadas con *A. visnaga* (CHCl_3) dosis completa, pero el tratamiento más tarde también fue estadísticamente a la par con *Convolvulus arvensis* (etanol) dosis completas y medio. Los cuatro tratamientos restantes oscilaron 32.8-34.7 g también superar la verificación maleza (30.6 g).

The grain weight spike⁻¹ was non-significantly affected by all extracts (Table 4). However, the highest (2.3 g) grain weight spike⁻¹ was observed in *Ammi visnaga* (ethanol) full dose followed by 2 g in *Convolvulus arvensis* (CHCl_3) full dose. The untreated check had 1.5 g grain weight spike⁻¹. The data on 1 000 grain weight manifested significant variability among the treatments of both types of organic extracts (Table 4) The highest (38.5 g) 1 000-grain weight was recorded in *Ammi visnaga* (ethanol) half dose followed by 37.5 g observed in plots treated with *A. visnaga* (CHCl_3) full dose, but the later treatment was also statistically at par with *Convolvulus arvensis* (ethanol) full and half doses. The remaining four treatments ranged from 32.8 to 34.7 g also surpass the weedy check (30.6 g).

The biological yield of wheat was non-significantly affected by the different applied treatments. However, there was a random variation in the data. The highest and similar biological yield (2 t ha⁻¹) was recorded in *Ammi visnaga* (CHCl_3) with full dose and the untreated check (Table 5), while other seven treatments ranged from 1.3 to 1.9 t ha⁻¹. The data on grain yield revealed significant effects of different formulations of both kinds of organic extracts. The highest and statistically at par grain yield (1.2 and 1.1 t ha⁻¹) was recorded in plots treated with *Convolvulus arvensis* (CHCl_3) half dose and *Ammi visnaga* (CHCl_3) full dose, respectively. These two treatments were closely followed by

Cuadro 4. Efecto de algunos extractos de plantas en el peso de grano pico⁻¹ (g) y 1 000 peso del grano (g).
Table 4. Effect of some plant extracts on grain weight spike⁻¹ (g) and 1 000 grain weight (g).

Treatments	Grain weight spike ⁻¹ (g)	1 000 grain weight (g)
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) full dose	2.3	32.8
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) half dose	1.9	38.5
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) full dose	1.8	37.5
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) half dose	1.9	33.7
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) full dose	1.9	35.7
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) half dose	1.8	35.2
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) full dose	2.0	33.4
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) half dose	1.5	34.7
Weedy check	1.5	30.6
LSD _{0.05}	N.S	3.7

NS= non-significant.

El rendimiento biológico de trigo no fue significativamente afectado por los diferentes tratamientos aplicados. Sin embargo, hubo una variación aleatoria en los datos. El rendimiento biológico más elevado y similar (2 t ha⁻¹) se registró en *Ammi visnaga* (CHCl₃) con la dosis completa y la comprobación no tratada (Cuadro 5), mientras que otros siete tratamientos variaron desde 1.3 hasta 1.9 t ha⁻¹. Los datos sobre el rendimiento de grano revelaron efectos significativos de diferentes formulaciones de ambos tipos de extractos orgánicos. La más alta y estadísticamente al rendimiento de grano (1.2 y 1.1 t ha⁻¹) que fue grabado en las parcelas tratadas con *Convolvulus arvensis* (CHCl₃) media dosis y *Ammi visnaga* (CHCl₃) dosis completa, respectivamente. Estos dos tratamientos fueron seguidos de cerca por *Ammi visnaga* (etanol) dosis completa (1 t ha⁻¹), que también se encuentra a la par con dosis completa de *Convolvulus arvensis* (etanol) y *Ammi visnaga* (CHCl₃) dosis media que tiene un rendimiento de 0.9 t ha⁻¹. Los tres tratamientos restantes no lograron salir de control de rendimiento y se observaron a la par la revisión de la maleza (0.8 t ha⁻¹).

Ammi visnaga (Ethanol) full dose (1 t ha⁻¹), which was also found at par with full dose of *Convolvulus arvensis* (Ethanol) and *Ammi visnaga* (CHCl₃) half dose having yield of 0.9 t ha⁻¹. The remaining three treatments failed to out yield control and were noticed at par with weedy check (0.8 t ha⁻¹).

The (Khan, 2003; Kostadinova *et al.*, 2002) also investigated the allelopathic effects of *Convolvulus arvensis* on many test plants which significantly reduced the germination of all test crops except cucumber, maize and wheat, while some of the aqueous extracts greatly inhibited the length of primary radicle than seed germination. The finding of Yoshiharu *et al.* (1991) showed that strongest activity in *Ammi visnaga* and manifested both plant growth inhibition and fungicidal properties. These findings are also in agreement with the work of (Yoshiharu *et al.*, 1991; Cheema *et al.*, 2003) who worked on *Sorghum bicolor* extracts and (Kan *et al.*, 2004a and 2004b) reported inhibitory effect of some forest species on weeds of wheat.

Cuadro 5. Efecto de algunos extractos de plantas sobre el rendimiento biológico (t ha⁻¹) y el rendimiento de grano de trigo (t ha⁻¹).
Table 5. Effect of some plant extracts on biological yield (t ha⁻¹) and grain yield (t ha⁻¹) of wheat.

Treatments	Biological yield (t ha ⁻¹)	Grain yield (t ha ⁻¹)
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) full dose	1.8	1.0
<i>Ammi visnaga</i> (ethanol) half dose	1.3	0.8
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) full dose	2.0	1.1
<i>Ammi visnaga</i> (CHCl ₃) half dose	1.6	0.9
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) full dose	1.8	0.9
<i>Convolvulus arvensis</i> (ethanol) half dose	1.5	0.7
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) full dose	1.4	0.8
<i>Convolvulus arvensis</i> (CHCl ₃) half dose	1.9	1.2
Weedy check	2.0	0.8
LSD _{0.05}	N.S.	0.2

t ha⁻¹ = tones per hectare; NS= non-significant.

El (Khan, 2003; Kostadinova *et al.*, 2002) también investigaron los efectos alelopáticos de *Convolvulus arvensis* en muchas plantas de ensayo que redujo significativamente la germinación de todos los cultivos de ensayo excepto pepino, maíz y trigo, mientras que algunos de los extractos acuosos inhibió en gran medida la longitud de la radícula primaria que germinación de las semillas. El hallazgo de Yoshiharu *et al.* (1991) mostró que la actividad más fuerte de *Ammi visnaga* y se manifiesta tanto en la inhibición del crecimiento de la planta y propiedades fungicidas. Estos resultados son también de acuerdo con el trabajo de Yoshiharu *et al.*, 1991; Cheema *et al.*, 2003), quien trabajó en extractos de *Sorghum bicolor* (Kan *et al.*, 2004a and 2004b) informaron efecto inhibitorio de algunas especies forestales sobre las malas hierbas de trigo.

Conclusión

Ambos extractos orgánicos de especies de malezas *Ammi visnaga* y *Convolvulus arvensis* en etanol y CHCl_3 eran fitotóxicos a las malas hierbas, pero no le hizo ningún efecto adverso sobre la cosecha de trigo. Estos productos naturales son necesarios para ser explotados para la sostenibilidad en los ecosistemas agrícolas y, que también reduzcan la contaminación debido a diferentes herbicidas químicos utilizados para el control de malezas. La selectividad contemplada entre el trigo y las malas hierbas, ofrece una ventana para su uso selectivo en la cosecha de trigo. Se sugieren más estudios para documentar estos hallazgos.

Literatura citada

- Al-Humaid, A. I. and Warrag, M. O. A. 1998. Allelopathic effects of mesquite (*Prosopis juliflora*) foliage on seed germination and seedling growth of bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *J. Arid Environ.* 38:237-243.
- Cheema, Z. A.; Khaliq, A. and Mubeen, M. 2003. Response of wheat and winter weeds to foliar application of different plant water extracts of sorghum (*S. bicolor*). *Pak. J. Weed Sci. Res.* 9:89-97.
- Chellamuthu, V.; Balasubramanian, T. N. and Palaniappan, S. N. 1997. Allelopathic influence of *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. on field crops. *Allelopathy J.* 4:291-302.
- Einhellig, F. A. and Leather, G. R. 1998. Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production. Springer science+business Media, B. V. Formerly Kluwer Academic Publishers B. V. 14:1829-1844.
- Fay, P. K. and Duke, W. B. 1997. An assessment of allelopathic potential in *Avena* germplasm. *Weed Sci.* 25:224-228.

Conclusion

The both organic extracts of weed species *Ammi visnaga* and *Convolvulus arvensis* in Ethanol and CHCl_3 were phytotoxic to weeds, but did not any adverse effect on wheat crop. Such natural products are needed to be exploited for sustainability in the agro-ecosystems and which also reduce pollution due to different chemical herbicides used for weed control. The selectivity contemplated between wheat and weeds offers a window for their selective use in wheat crop. Further studies are suggested to document these findings.

Acknowledgement

Researchers are highly indebted to Agricultural Linkages Program of Pakistan Agricultural Research Council (PARC), Islamabad, Pakistan to sponsor this research under the Mechanism of Weed Seed Dormancy Project.

End of the English version



- Itoh, K. 2004. Importance of biodiversity of aquatic plants in agro-ecosystem for rice production. *In: Schaal, B. A.; Chiang, T. Y. and Chou, C. H. (Eds.). Plant Evol. Gen. Biol. Weeds.* 245-266.
- Jamil, M. 2004. Weed management in wheat through allelopathic water extracts in combination with low rates of organic compounds. Ph.D Dissertation University of Agriculture, Faisalabad Pakistan. 167-169.
- Kazinczi, G.; Onofri, A.; Szabo, L.; Beres, I.; Horvath, J. and Takacs, A. P. 2007. Phytotoxic effects of *Convolvulus arvensis* weed on crops, *Allelopathy J.* 20:179-194.
- Khan, B. A. 2003. Eucalyptus seen as threat to environment. 'The Daily Dawn', Karachi, Pakistan, Tuesday, 12th August.
- Khan, I.; Hassan, G.; Khan, I. A. and Khan, M. I. 2004a. Efficacy of some new herbicidal molecules on weeds and yield components of wheat. 4th International Weed Science Congress, Durban, South Africa, June 20-24.
- Khan, M. A.; Marwat, K. B. and Hassan, G. 2004b. Allelopathic potential of some multi-purpose tree species (PPTS) on wheat and some of its associated weeds. *Int. J. Biol. Biotech.* 1:275-278.
- Khanh, T. D.; Chung, M. I.; Xuan, T. D. and Tawata, S. 2005. The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. *J. Agron. Crop Sci.* 191:172-175.
- Kostadinova, P.; Ahmed, T. I. and Kouzmova, K. 2002. A study of Allelopathic potential of *Convolvulus arvensis* leaves and roots. *J. Envir. Prot. Ecol.* 3:668-672.
- Kruse, M. M. and Strandberg, B. 2002. Ecological effects of allelopathic plants-A review. National Envir. Res. Institute-NERI Technical Report No -315 Silkeborg, Denmark.

- Lafleur, L. J. and Malik, M. A. B. 2001. The influence of one plant on another. Scientific Publishers, Jodhpur, India. 132 pp.
- Leather, G. R. 1983. Sunflower (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. *Weed Sci.* 31:37-42.
- Lovett, J. V. and Houlst, A. H. C. 1995. Allelopathy and self-defense in barley. *Am. Chem. Soc. Symposium Ser.* 170-183.
- Lovett, J. V. and Ryuntyu, M. Y. 1992. Potential uses of allelopathic chemicals for weed control strategies. *In: Rizvi, S. J. H. and Rizvi, V. (Eds.). Allelopathy: basic and applied aspects.* Chapman & Hall, London. 11-20 pp.
- Ma, H. J.; Shin, D. N.; Lee, I. J.; Koh, J. C.; Park, S. K. and Kim, K. U. 2006. Allelopathic potential of K21, selected as a promising allelopathic rice. *Weed Biol. Manag.* 6:189-196.
- Nimbal, C. I.; Yerkes, C. N.; Weston, L. A. and Weller, L. C. 1996. Herbicidal activity and site of action of the natural product Surogolone. *Pesticide Biochem. Physiol.* 54:73-83.
- Pawar, K. B. and Chawan, P. D. 1999. Influence of leaf leachates of plant species on mineral nutrition of *Sorghum bicolor* L. Moench. *Allelopathy J.* 6:87-92.
- Putnam, A. R. 1984. Allelopathic chemicals. Can natural plant herbicides help control weeds. *Weeds Today.* 15:6-8.
- Putnam, A. R. and DuKe, W. B. 2000. Biological suppression of weeds: Evidence for allelopathy in accessions of cucumber. *Sci.* 185:370-372.
- Schumann, A. W.; Little, K. M. and Eccles, N. S. 1995. Suppression of seed germination and early seedling growth by plantation harvest residues. *South African J. Plant Soil.* 12:170-172.
- Singh, H. P.; Daizy, R. B. and Kohli, R. K. 2003. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Critical Reviews in Plant. Sci.* 22:239-311.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics: a biological approach. 2nd (Ed.). McGraw Hill Book Co., Inc. New York, USA.
- Valverde, B. E.; Riches, C. R. and Caseley, J. C. 2000. Prevention and management of herbicide resistant weeds in rice. *Grafos, Cartago, Costa Rica.* 25-30.
- Wu, H.; Pratley, H.; Lemerle, D. and Haig, T. 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Res.* 39:171-180.
- Yoshiharu, F.; Mamoru, F.; Yoshihiko, H.; Kazuo, S. and Tomoko, S. 1991. Survey of Japanese medicinal plants for the detection of allelopathic properties. *J. Weed Sc. Tech.* 36:36-42.