

POTENCIAL ALELOPÁTICO DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) CHILENO SOBRE ALGUNAS MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO EN EL SUR DE CHILE

*THE DIFFERENTIAL ALLELOPATIC POTENTIAL OF CHILEAN WHEAT CULTIVARS (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ON DIFFERENT WEEDS ASSOCIATED WITH THIS CULTURE IN SOUTH CHILE*

Emma Bensch T.¹; Heidi Schalchli S.²; Claudio Jobet F.³; Peter Seemann F.³; Ricardo Fuentes P.³

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el potencial alelopático de cincuenta cultivares de trigo sobre cuatro especies de malezas frecuentes en el cultivo en la zona sur de Chile. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó el largo radical mayor de la especie receptora (maleza) a los 18 días de establecida ésta. Los datos transformados a porcentaje de inhibición del largo radical de la especie receptora en relación al testigo fueron sometidos a ANDEVA, Análisis Cluster y Tukey ($P \leq 0.05$). Se constató que el efecto alelopático de los cultivares sobre las especies de malezas evaluadas en la mayoría de los casos fue inhibitorio y ocasionalmente potenciador sobre algunas de estas malezas. Los cultivares más inhibitorios fueron Perquenco, Metrenco, Aztec y Baroudeur (rango: 57-65%) y los con menor inhibición Dollinco, Tilburi, Tukan y Bingo (rango: 20-29%). Los otros cultivares se ubicaron en un rango intermedio de inhibición. La interacción alelopática entre los cultivares de trigo y las malezas evaluadas difirió significativamente. En aquellas de mayor sensibilidad la secuencia fue la siguiente: *Spergula arvensis* (+10 a 88%), *Rumex acetosella* (+8 a 70%), *Avena fatua* (+36 a 74%) y *Vulpia bromoides* (+11 a 68%).

Palabras clave: Potencial alelopático diferencial, *Triticum aestivum* L. en malezas asociadas.

ABSTRACT

*The objective was: to evaluate the allelopathic potential of 50 wheat cultivars on four weed species associated with this culture in south Chile. The experimental design was in blocks with four repetitions. The longest main root of the receptive species (weed) was evaluated eighteen days after the establishment of the last one. The transformed data into percentage of inhibition of root length of the receptive species in relation to the control was analyzed using ANDEVA, cluster analysis and Tukey ($P \leq 0.05$). The allelopathic potential of fifty wheat cultivars in most cases root development of was inhibited and occasionally some weeds were potentiated. The more inhibitory cultivars were Perquenco, Metrenco, Aztec and Baroudeur (range 57 and 65%) and with less potential Dollinco, Tilburi, Tukan and Bingo (range 20 and 29%); the other cultivars showed a intermediate inhibition. The interaction allelopathic between wheat cultivars and weed species was: *Spergula arvensis* (+10 and 88%), *Rumex acetocella* (+8 and 70%), *Avena fatua* (+36 and 74%) and *Vulpia bromoides* (+11 and 68%).*

Key words: Allelopathic potential, wheat cultivars on weed species associated.

¹ Universidad de La Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. E-mail: eabensch@ufro.cl

² Universidad de La Frontera, Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración.

³ Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.
INIA, CRI Carillanca, Fitomejoramiento y Recursos Filogenéticos.

INTRODUCCIÓN

La competencia por factores de producción, tales como luz, agua y nutrientes, no siempre explica la supresión del crecimiento de plantas en los agroecosistemas (Putnam y Duke, 1978). En ocasiones, se manifiestan interacciones bioquímicas antagónicas a nivel de la zona radical de las especies cultivadas y las malezas asociadas a ellas. Estas interacciones consisten en la producción de sustancias orgánicas, secretadas o excretadas por las plantas y, además, por aquellas sustancias que provienen de la degradación de éstas en el suelo (Barceló *et al.*, 1988; Kogan, 1992; Ormeño, 1997; Altieri, 1999). Los fenómenos mencionados se incluyen en el concepto de alelopatía, el cual es ejercido a través de la liberación activa de sustancias inhibitorias desde la planta al medio por diferentes vías (Kogan, 1992; Ormeño, 1997). Estas sustancias químicas inhibitorias son llamadas aleloquímicos y el fenómeno en el cual están involucradas se designa con el nombre de Aleloquimia (Anaya y Cruz-Ortega, 2001). Los aleloquímicos usualmente son considerados como metabolitos secundarios o productos de desecho de las principales vías metabólicas de la planta (Long *et al.*, 1977; Argandoña *et al.*, 1980, 1981; Bohidar *et al.*, 1986; An *et al.*, 1998; Thackray *et al.*, 1990). Por otra parte, el uso masivo de herbicidas en la agricultura moderna ha aumentado la preocupación sobre residuos de herbicidas en el medio ambiente y el rápido desarrollo de resistencia a herbicidas (Wu, 2005). La similitud entre aleloquímicos naturales y herbicidas sintéticos en la supresión vegetal sugiere que la alelopatía posee un potencial para el manejo de malezas (Wu *et al.*, 1999). Al respecto Zheng *et al.* (2007) señalan que las especies cultivables tienen la capacidad de producir y exudar aleloquímicos a su alrededor para suprimir el crecimiento de malezas. El trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivo de gran importancia a nivel mundial, ha sido ampliamente estudiado por su potencial alelopático en el manejo de malezas (Wu *et al.*, 1999, 2000 a, 2000 b, 2001, 2002, 2003; Bertholdsson, 2004). Estudios recientes en *Lolium rigidum* indican que cultivares de trigo poseen diferentes rangos de inhibición del crecimiento radical de esta especie, encontrándose el 50% de los cultivares evaluados por sobre el 50% de inhibición (Bensch *et al.*, 2007). En este contexto, como hipótesis de trabajo se postuló que cultivares de trigo difieren en el efecto alelopático sobre algunas especies de malezas asociadas al

cultivo y que la sensibilidad alelopática de estas malezas a los cultivares de trigo es diferencial. Para dar cumplimiento a la hipótesis de trabajo se plantean como objetivos específicos: Identificar sensibilidad alelopática a trigo de cuatro especies de malezas asociadas al cultivo en la zona sur de Chile y clasificar cincuenta cultivares de trigo, en relación a su potencial alelopático diferencial sobre las cuatro especies de malezas frecuentes en el cultivo en la zona sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Instituto de Protección y Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. Los cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) fueron obtenidos del Banco de Germoplasma del Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, dependiente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y del predio experimental Maquehue, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, Temuco. Las semillas de malezas se recolectaron en predios de la IX y X regiones de Chile y otras provienen del Laboratorio de Semillas de la Universidad Austral de Chile. Para el establecimiento de los ensayos de laboratorio se utilizó el Método de Análisis de Laboratorio ECAM modificado (Bensch *et al.*, 2007).

El estudio tuvo por objetivo agrupar 50 cultivares de trigo (Cuadro 1) en relación a su potencial alelopático diferencial para las siguientes especies de malezas: *Spergula arvensis*, *Rumex acetosella*, *Avena fatua* y *Vulpia bromoides*. Cabe consignar que las malezas fueron seleccionadas por su sensibilidad a los exudados radicales de trigo evaluado previamente. Cada maleza fue considerada un evento independiente. El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones por tratamiento. Los cultivares de trigo fueron los tratamientos y un sistema maleza-maleza el testigo. La evaluación del largo radical de la especie receptora maleza se realizó a los 18 días de sembrada. Los datos derivados del experimento fueron transformados a valores de porcentaje de inhibición del largo radical de la especie receptora en relación al testigo y luego sometidos a Análisis Cluster; para detectar diferencias entre promedios de grupos se aplicó la Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1
Cultivares de trigo evaluados, ordenados según hábito de desarrollo

Primaveral	Invernal		Alternativo	
Chifen	Renan	Tukan	Castaño	Quijote
Panquifen	Avital	Aztec	Huenufen	Renaico
Loncofen	Genial	Contra	Budifen	Dollinco
Toquifen	Baroudeur	Oracle	Rancofen	Bingo
Naofen	Forby	Oratorio	Lanco	Trauco
Carahue	Pepital	Orestis	Perquenco	
Dalcahue	Kona	Tilburi	Otto	
Malihue	Puken	Isangrein	Paleta	
Domo	Pankul	Tibet	Lumaco	
Antilhue	Texel		Crac	
Fama	Rialto		Metrenco	
Furio	Pajero		Paillaco	

Total cultivares: 12 primaverales, 21 invernales y 17 alternativos.

Fuente: Cartillas técnicas CRI Carillanca y Semillas Baer.

Comunicación personal: Claudio Jobet F. Ing. Agrónomo Ph.D, CRI Carillanca y Juan Carlos García D. Ing. Agrónomo, Universidad de La Frontera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los cultivares ejercieron un efecto alelopático sobre las cuatro malezas evaluadas y en la mayoría de los casos fue de tipo inhibitorio; cuando se detectó estimulación del crecimiento, ésta fue de baja intensidad. El rango de inhibición ejercido por los cultivares de trigo fue el siguiente: *S. arvensis* (+10 y 88%), *R. acetosella* (+8 y 70%), *A. fatua* (+36 y 74%) y *V. bromoides* (+11 y 68%). Al comparar la inhibición de los cultivares de trigo para las cuatro especies de malezas con el ejercido por el mismo cultivar en la especie sensible *L. rigidum* (Bensch *et al.*, 2007), en la mayoría de los casos fue inferior; no obstante, en algunos cultivares el porcentaje fue mayor. Este resultado indicaría que algunas malezas, como es el caso de *S. arvensis* y *R. acetosella*, son muy sensibles a los exudados radicales de algunos cultivares de trigo, destacando para *S. arvensis*: Renaico (88%), Baroudeur (85%), Perquenco (82%), Dalcahue (81%), Metrenco (80%), Chifen (80%), Quijote (79%), Aztec (78%), Paleta (73%) y Domo (71%); para *R. acetosella*: Budifen (70%), Metrenco (69%), Naofen (66%), Perquenco (67%) y Dalcahue (65%). En el caso de *V. bromoides* y *A. fatua* la sensibilidad a los exudados es de menor cuantía, sin embargo, destacan algunos valores extremos entre 68 y 62% para *V. bromoides* y entre 74 y 61% para *A. fatua* (Cuadro 2).

El análisis de conglomerados permitió agrupar los cultivares en función del porcentaje de inhibición del largo radical de la planta receptora (malezas) y establecer diferencias significativas entre grupos. Se constató también que el efecto de un mismo cultivar y grupos de cultivares es diferente según sea la especie receptora; ningún cultivar ocupó la misma posición inhibitoria frente a estas cuatro malezas, aun cuando en algunos casos el porcentaje de inhibición fue muy próximo.

- Para *R. acetosella*, los cultivares se ordenaron en diez grupos significativamente distintos unos de otros y, en algunos casos, algunos cultivares con superposición de grupos (Cuadro 3 y Figura 1). La secuencia promedio de inhibición fue la siguiente: dos cultivares con 68,5%, seguido de cinco con 62,6%, cuatro con 60,3%, once con 53,7%, tres con 51,0%, diez con 44,2%, tres con 36,7%, siete con 27,6%, cuatro con 17,8% y uno con 3,5%, la mayor inhibición se obtuvo con Budifen (70%) y la menor con Bingo (7%), el que no difirió significativamente del testigo. El promedio total fue de 42,6%, con un 62,0% de los cultivares por sobre este valor.
- Con relación a *S. arvensis*, junto con un efecto inhibitorio se detectó potenciación del crecimiento radical con los cultivares Oracle (+10%)

Cuadro 2

Efecto inhibitorio (%) de trigo sobre el crecimiento radical de cuatro especies de malezas
(*R. acetosella*, *S. arvensis*, *V. bromoides*, *A. fatua*)

Cultivar	Inhibición largo radical ⁽¹⁾ (%)				Cultivar	Inhibición largo radical ⁽¹⁾ (%)			
	R. ace	S. arv	V. bro	A. fat		R. ace	S. arv	V. bro	A. fat
Antihue	54	55	48	54	Oratorio	42	59	47	54
Carahue	39	50	+11	67	Quijote	52	79	34	47
Furio	30	47	22	50	Malihue	44	43	46	25
Pepital	60	54	48	25	Pajero	53	66	49	50
Genial	47	36	20	26	Crac	23	52	68	57
Aztec	63	78	40	58	Panquifen	52	62	60	54
Paleta	50	73	47	61	Pankul	51	49	52	43
Renan	41	69	41	22	Toquifen	48	64	63	56
Bingo	7	55	+1	55	Kona	37	54	47	38
Tibet	54	48	+8	66	Perquenco	67	82	47	62
Fama	23	70	21	26	Tukan	25	0	54	31
Trauco	32	68	68	68	Chifen	46	80	54	0
Castaño	54	65	0	65	Rancofen	58	59	40	74
Oracle	62	+10	62	73	Huenufen	29	71	18	45
Baroudeur	54	85	45	51	Loncofen	47	41	37	41
Dalcahue	65	81	62	14	Naofen	66	61	39	63
Domo	13	71	28	50	Rialto	18	37	40	56
Paillaco	31	66	31	40	Budifen	70	66	7	65
Avital	55	55	53	+7	Contra	54	22	62	65
Lanco	53	64	50	20	Forby	54	69	28	53
Otto	23	62	40	36	Isangrein	54	67	20	60
Texel	52	37	66	70	Renaico	60	88	53	22
Puken	41	49	42	42	Metrenco	69	80	53	55
Dollinco	34	65	17	+36	Orestis	42	77	52	47
Lumaco	44	36	45	53	Tilburi	17	26	4	36

(+) indica potenciación del crecimiento.

Inhibición largo radical en relación al testigo (maleza-maleza).

R. ace=*R. acetosella*, *S. arv*=*S. arvensis*, *V. bro*=*V. bromoides*, *A. fat*=*A. fatua*.

y Puken (+20%), constituyendo grupos aparte, los otros cultivares ejercieron un efecto alelopático inhibitorio, conformando ocho grupos con

diferencia significativa (Cuadro 4 y Figura 2). De acuerdo al análisis de conglomerados, la secuencia promedio de inhibición fue la siguiente:

Cuadro 3

Significancia de disimilitud entre promedios de inhibición del largo radical (%) de *R. acetosella*, para grupos Cluster de similitud conformados por cultivares de trigo evaluados

Grupos Cluster	Cultivares que conforman cada grupo	Promedio inhibición grupo (%)
1	Texel, Pajero, Lanco, Isangrein, Contra, Tibet, Castaño, Forby, Baroudeur, Antilhue, Avital	53,7 c
2	Bingo	3,5 i
3	Dollinco, Kona, Carahue	36,7 f
4	Domo, Crac, Tilburi, Rialto	17,8 h
5	Panquifen, Renaico, Aztec, Dalcahue, Naofen	62,6 b
6	Fama, Otto, Tukan, Huenufen, Furio, Paillaco, Trauco	27,6 g
7	Paleta, Pankul, Quijote	51,0 d
8	Rancofen, Pepital, Metrenco, Oracle	60,3 b
9	Renan, Puken, Orestis, Oratorio, Malihue, Lumaco, Loncofen, Genial, Toquifen	44,2 e
10	Perquenco, Budifen	68,5 a

La inhibición del largo radical se calculó en relación al testigo (vinagrillo-vinagrillo).

R. acetosella integró el grupo 2 del Análisis Cluster.

Letras distintas entre grupos indica diferencia significativa según Tukey ($P \leq 0,05$).

Cuadro 4

Significancia de disimilitud entre promedios de inhibición del largo radical (%) de *S. arvensis*, para grupos Cluster de similitud conformados por cultivares de trigo evaluados

Grupos Cluster	Cultivares que conforman cada grupo	Promedio inhibición grupo (%)
1	Carahue, Crac, Pepital, Kona, Antilhue, Avital, Bingo, Oratorio	54,2 e
2	Tukan, Oracle	+3,3 i
3	Orestis, Aztec, Quijote, Chifen, Metrenco, Dalcahue, Perquenco	79,6 b
4	Rancofen, Naofen, Otto, Panquifen, Toquifen, Lanco, Pajero, Paillaco, Budifen, Trauco	63,8 d
5	Contra	22,0 h
6	Puken	+20,0 j
7	Lumaco, texel, Loncofen, Malihue, Furio, Tibet, Pankul	43,0 f
8	Dollinco, Isangrein, Forby, Fama, Renan, Domo, Huenufen, Paleta	68,9 c
9	Tilburi, Genial, Rialto	33,0 g
10	Baroudeur, Renaico	86,5 a

La inhibición del largo radical se calculó en relación al testigo (pasto pinito-pasto pinito).

Signo + indica potenciación del crecimiento radical.

S. arvensis integró el grupo 2 del Análisis Cluster.

Letras distintas entre grupos indican diferencia significativa según Tukey ($P \leq 0,05$).

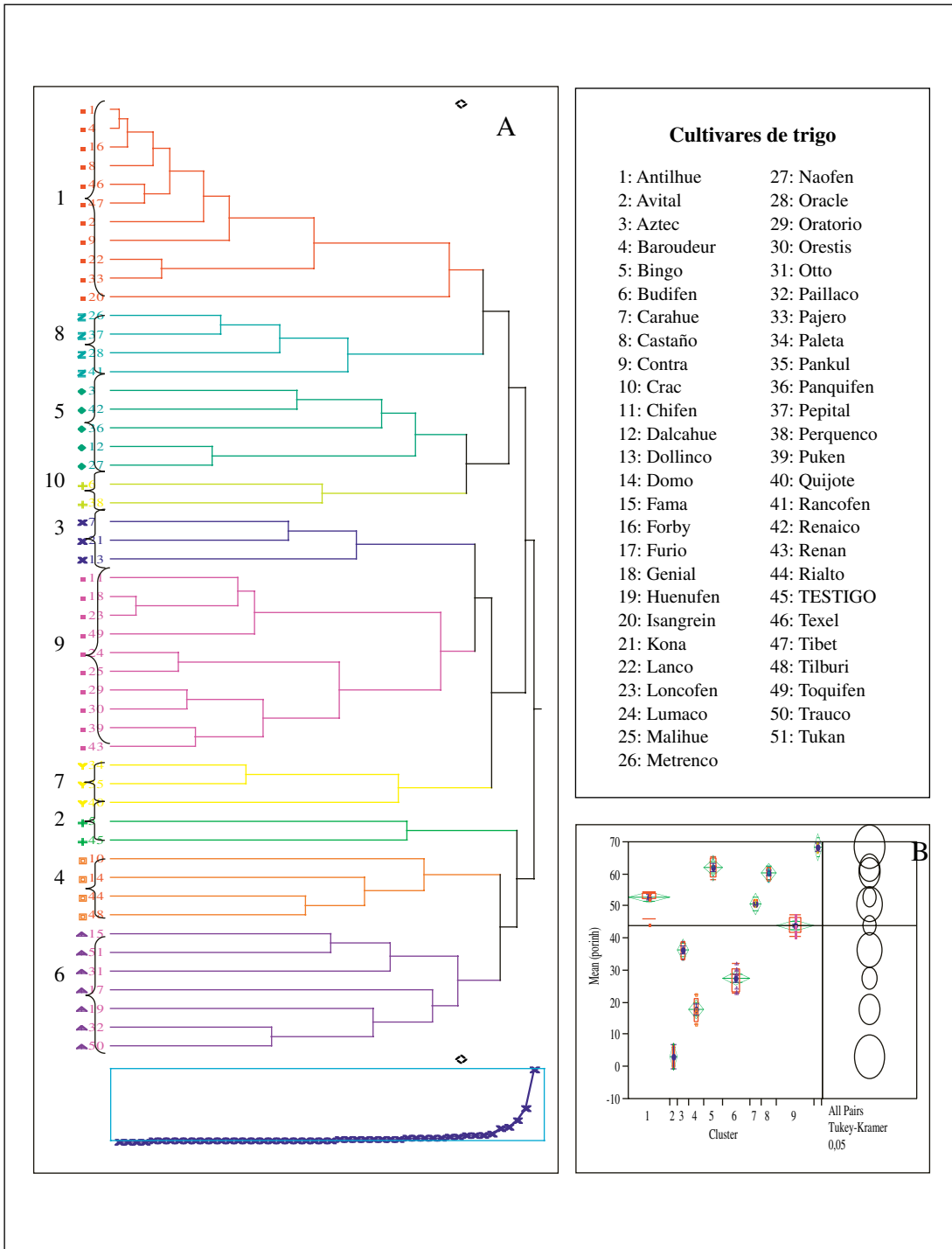
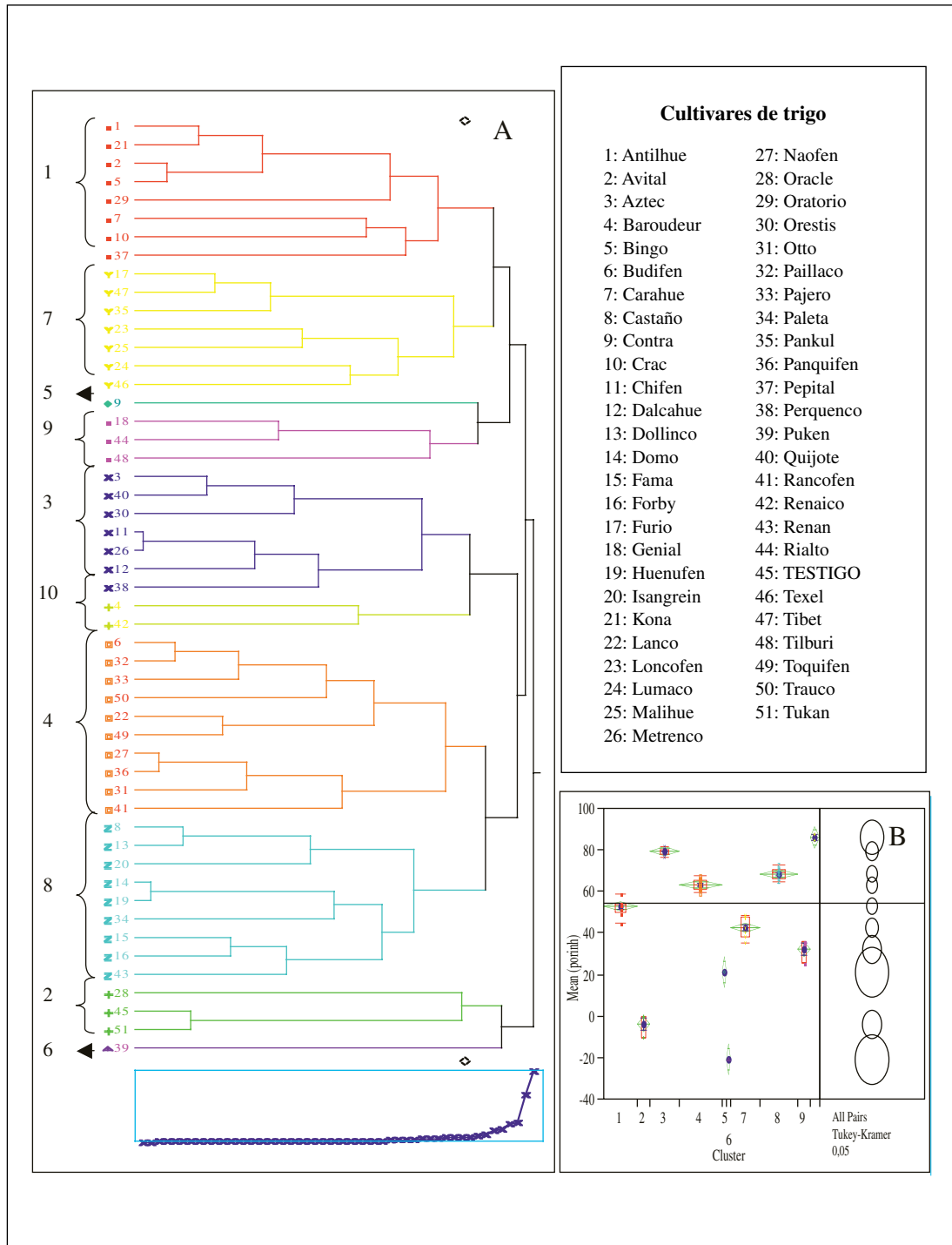


Figura 1. A) Dendrograma de similitud de cincuenta cultivares de trigo y el testigo en relación con el potencial alelopático sobre *R. acetosella*. B) Gráfico de escala multidimensional y de distancia estadística para inhibición radical de *R. acetosella*.



- dos cultivares con 86,5%, seguido de siete con 79,6%, nueve con 68,9%, diez con 63,8%, ocho con 54,2%, siete con 43,0%, tres con 33,0% y uno con 22,0%, la mayor inhibición se obtuvo con Renaico (88%) y Baroudeur (85%) y la menor con Tukan (0%). El promedio total fue de 42,8%, con un 80,0% de los cultivares por sobre este valor.
- c) Para *V. bromoides* se detectó principalmente efecto inhibitorio, potenciación del crecimiento radical se obtuvo con los cultivares Carahue (+11%), Tibet (+8,0%) y Bingo (+1,0%), constituyendo dos grupos, los otros cultivares conformaron ocho grupos con diferencia significativa (Cuadro 4 y Figura 3). La secuencia promedio de inhibición fue la siguiente: siete cultivares con 63,6%, seguido de seis con 50,5%, once con 49,5%, siete con 41,0%, cuatro con 40,0%, dos con 28,0%, seis con 19,7% y dos con 6,5%, la mayor inhibición se obtuvo con Crac y Trauco (68,0%) y la menor con Castaño (0%). El promedio total fue de 28,9%, con un 57,8% de los cultivares por sobre este valor.
- d) Al igual que con las dos malezas anteriores, en *A. fatua* se produjo tanto un efecto inhibitorio como estimulador del crecimiento radical, según se aprecia con Avital (+7,0%) y Dollinco (+36,0%), constituyendo grupos distintos; en los otros cultivares el efecto alelopático fue inhibitorio, conformando ocho grupos con diferencia significativa (Cuadro 6 y Figura 4). La secuencia promedio de inhibición fue la siguiente: cinco cultivares con 70,2%, seguido de ocho con 63,4%, nueve con 55,3%, cinco con 50,2%, nueve con 42,2%, uno con 38,0%, cinco con 26,6% y cinco con 19,4%. El promedio total fue de 32,7%, con un 76% de los cultivares por sobre este valor.

CONCLUSIONES

Se constató sensibilidad alelopática diferencial de las cuatro especies de malezas a los cultivares evaluados.

El efecto alelopático de los cultivares sobre las especies de malezas evaluadas en la mayoría de los

Cuadro 5

Significancia de disimilitud entre promedios de inhibición del largo radical (%) de *V. bromoides*, para grupos Cluster de similitud conformados por cultivares de trigo evaluados

Grupos Cluster	Cultivares que conforman cada grupo	Promedio inhibición grupo (%)
1	Paleta, Antihue, Rancofen, Avital, Metrenco, Renaico	50,5 b
2	Castaño, Bingo, Tilburi	+0,75 g
3	Panquifen, Oracle, Conta, Dalcahue, Toquifen, Crac, Trauco	63,6 a
4	Carahue, Tibet	+9,5 h
5	Dollinco, Huenufen, Genial, Isangrein, Fama, Furio	19,7 e
6	Quijote, Naofen, Rialto, Aztec, Otto, Renan, Puken	41,0 c
7	Domo, Forby	28,0 d
8	Paillaco, Loncofen, Lumaco, Kona	40,0 c
9	Texel, Budifen	6,5 f
10	Baroudeur, Malihue, Oratorio, Perquenco, Pepital, Pajero, Lanco, Pankul, Orestis, Tukan, Chifen	49,5 b

La inhibición del largo radical se calculó en relación al testigo (vulpia-vulpia).

Signo + indica potenciación del crecimiento radical.

V. bromoides integró el grupo 2 del Análisis Cluster.

Letras distintas entre grupos indican diferencia significativa según Tukey ($P \leq 0,05$).

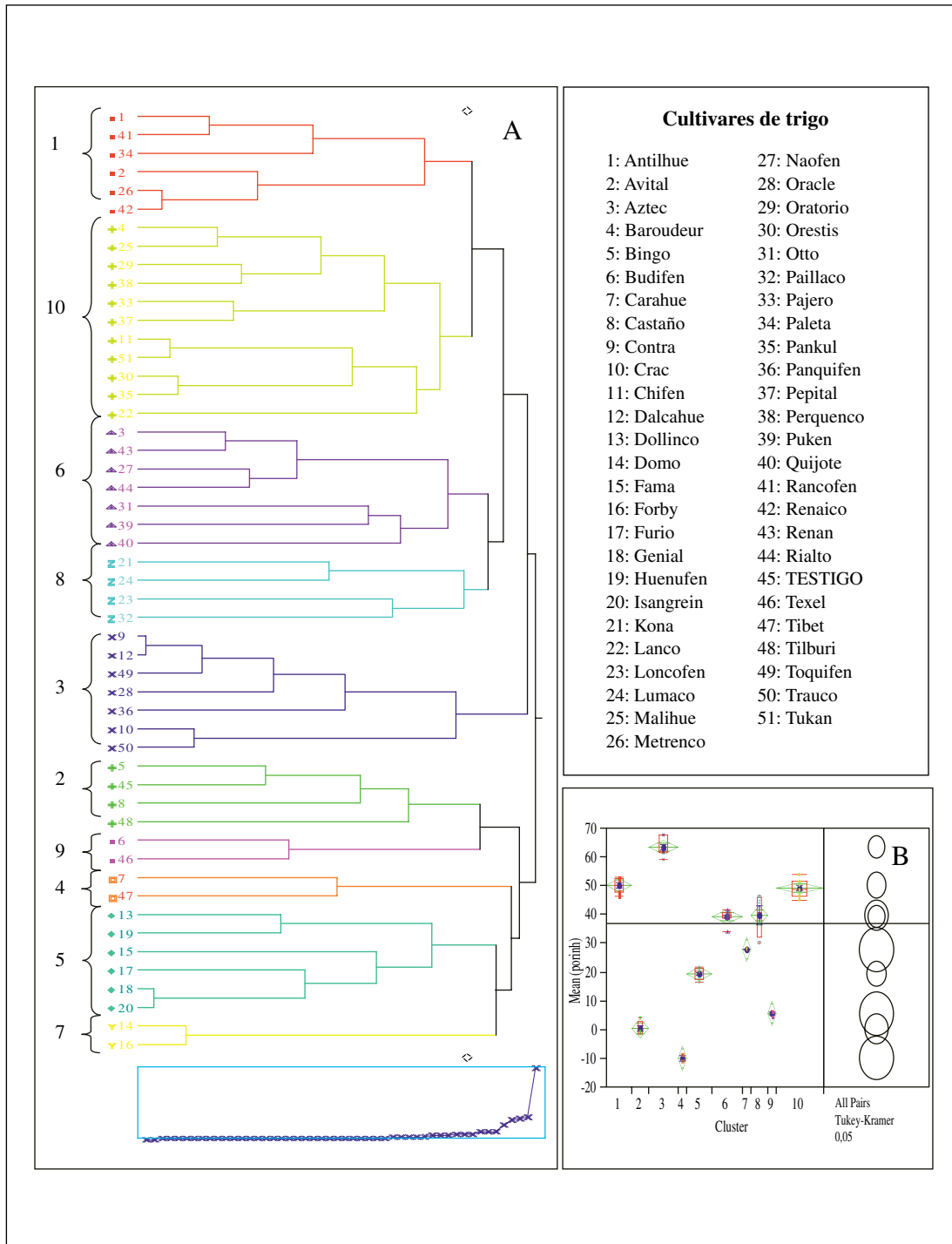


Figura 3. A) Dendrograma de similitud de cincuenta cultivares de trigo y el testigo en relación con el potencial alelopático sobre *V. bromoides*. B) Gráfico de escala multidimensional y de distancia estadística para inhibición radical de *V. bromoides*.

Cuadro 6

Significancia de disimilitud entre promedios de inhibición del largo radical (%) de *A. fatua*, para grupos Cluster de similitud conformados por cultivares de trigo evaluados

Grupos Cluster	Cultivares que conforman cada grupo	Promedio inhibición grupo (%)
1	Dalcahue, Antilhue, Lanco, Renaico, Renan	19,4 h
2	Oracle, Panquifen, Oratorio, Metrenco, Bingo, Toquifen, Rialto, Crac, Aztec	55,3 c
3	Avital, Chifen	+2,3 i
4	Isangrein, Paleta, Perquenco, Naofen, Castaño, Contra, Tibet	63,4 b
5	Dollinco	+36,0 j
6	Otto, Tilburi, Paillaco, Loncofen, Puken, Pankul, Huenufen, Quijote, Pajero	42,2 e
7	Carahue, Trauco, Texel, Forby, Rancofen	70,2 a
8	Pepital, Malihue, Fama, Genial, Tukan	26,6 g
9	Orestis, Domo, Furio, Baroudeur, Lumaco	50,2 d
10	Kona	38,0 f

La inhibición del largo radical se calculó en relación al testigo (avenilla-avenilla).

Signo + indica potenciación del crecimiento radical.

A. fatua integró el grupo 3 del Análisis Cluster.

Letras distintas entre grupos indica diferencia significativa según Tukey ($P \leq 0,05$).

casos fue inhibitorio y ocasionalmente potenciador sobre algunas de estas malezas.

Al clasificar los cultivares de acuerdo al efecto alelopático ejercido sobre las malezas evaluadas, se estableció diferencia significativa entre éstos; dependiendo de la especie de maleza objeto, un mismo cultivar ejerció alelopatía muy variable, con un efecto inhibitorio o potenciador sobre el crecimiento radical.

Los cultivares más inhibitorios fueron Perquenco, Metrenco, Aztec y Baroudeur (rango:

57-65%) y los menos inhibitorios Dollinco, Tilburi, Tukan y Bingo (rango: 20-29%). Los otros cultivares se ubicaron en un rango intermedio de inhibición.

La interacción alelopática entre los cultivares de trigo y las malezas evaluadas difirió significativamente. En aquellas de mayor sensibilidad la secuencia fue la siguiente: *Spergula arvensis* (+10 a 88%), *Rumex acetosella* (+8 a 70%), *Avena fatua* (+36 a 74%) y *Vulpia bromoides* (+11 a 68%).

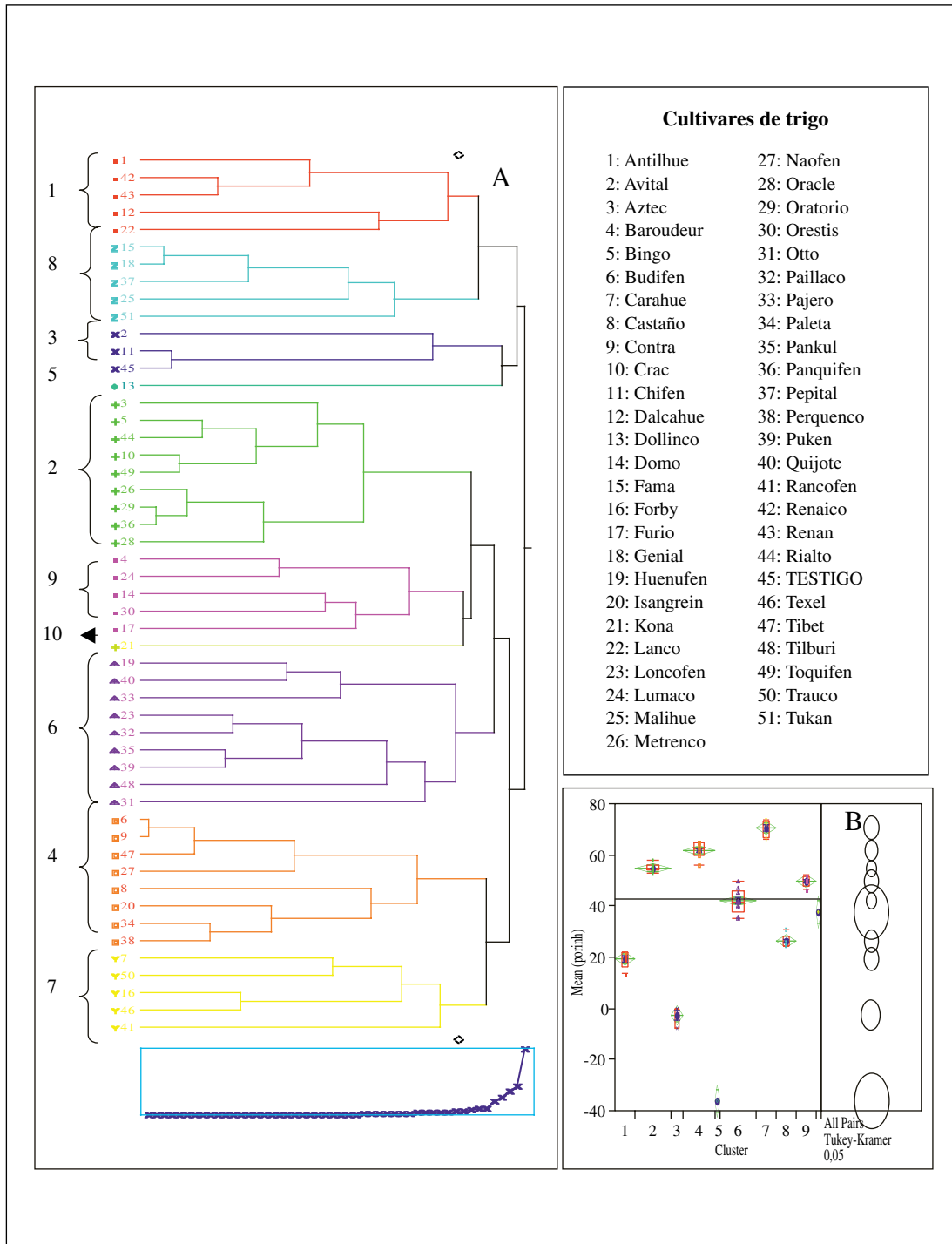


Figura 4. A) Dendrograma de similitud de cincuenta cultivares de trigo y el testigo en relación con el potencial alelopático sobre ballica *A. fatua*. B) Gráfico de escala multidimensional y de distancia estadística para inhibición radical de *A. fatua*.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M. 1999.** Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Montevideo. Nordan-Comunidad. 338 p.
- AN, M.; PRATLEY, J. AND HAIG, T. 1998.** Allelopathy: from concept to reality. *In: Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference.* Wagga wagga, Australia. pp. 56-62.
- ANAYA, A. Y CRUZ-ORTEGA, R. 2001.** La alelopatía: algunos estudios de caso y posibles aplicaciones. *In: Anaya, A., Espinosa-García, F. y Cruz-Ortega, R. (eds.). Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación.* Instituto de Ecología, UNAM. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México. pp. 33-68.
- ARGANDOÑA, V.; LUZA, J.; NIEMEYER, H. AND CORCUERA, L. 1980.** Role of hydroxamic acids in the resistance of cereals to aphids. *Phytochemistry* 19: 1665-1668.
- ARGANDOÑA, V.; NIEMEYER, H. AND CORCUERA, L. 1981.** Effect of content and distribution of hydroxamic acids on infestation by the aphids *Schizaphis graminum*. *Phytochemistry* 20: 673-673.
- BENSCH, E.; SCHALCHLI, H.; FUENTES, R.; SEEMANN, P. AND JOBET, C. 2007.** Potencial alelopático diferencial de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) chileno sobre ballica anual (*Lolium rigidum*) var. Wimmera. *Idesia* (2) 25: 81-89.
- BARCELÓ, J.; NICOLÁS, G.; SABATER, B. Y SÁNCHEZ, R. 1988.** Fisiología Vegetal. Madrid, Pirámide S.A. 823 p.
- BERTHOLDSSON, N. 2004.** Variation in allelopathic activity in spring wheat. *In: Proceedings of the Second European Allelopathy Symposium: From Understanding to application.* Pulawy. Poland.
- BOHIDAR, K.; WRATTEN, S. AND NIEMEYER, H. 1986.** Effect of hydroxamic acids on the resistance of wheat to the aphid *Sitobion avenae*. *Annals of Applied Biology* 109: 193-198.
- KOGAN, M. 1992.** Malezas. Ecofisiología y estrategias de control. Santiago. Colección en agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 402 p.
- LONG, B.; DUNN, G.; BOWMAN, J. AND ROUTLEY, D. 1977.** Relationship of hydroxamic acid content in corn and resistance to the corn leaf aphid. *Crop Science* 17: 55-58.
- ORMEÑO, J. 1997.** Aplicación de la alelopatía en el control de malezas: El caso del centeno (*Secale cereale* L.) en Chile. En: Producción de alimentos orgánicos. Seminario internacional. INIA-Quilamapu, Chillán. 29-30 de octubre.
- PUTNAM, A. AND DUKE, V. 1978.** Allelopathy in agroecosystems. *Annual Review of Phytopathology* (USA) 16: 431-451.
- THACKRAY, D.; WRATTEN, S.; EDWARDS, P. AND NIEMEYER, H. 1990.** Resistance to the aphids *Sitobion avenae* and *Rhopalosiphum padi* in Gramineae in relation to hydroxamic acid levels. *Annals of Applied Biology* 116: 573-582.
- WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. AND HAIG, T. 1999.** Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research* 39: 171-180.
- WU, H.; HAIG, T.; PRATLEY, J. AND LEMERLE, D. 2000 A.** Distribution and exudation of allelochemicals in wheat *Triticum aestivum*. *Journal of Chemical Ecology* 26: 2141-2154.
- WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. AND HAIG, T. 2000 B.** Laboratory screening for allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Australian Journal Research* 51: 259-266.
- WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. AND HAIG, T. 2001.** Allelopathy in wheat (*Triticum aestivum*). *Annals of Applied Biology* 139: 1-9.
- WU, H.; HAIG, T.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. AND AN, M. 2002.** Biochemical basis for wheat seedling allelopathy on the suppression of annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Journal of agriculture and food chemistry* 50: 4567-4571.
- WU, H.; PRATLEY, J. AND HAIG, T. 2003.** Phytotoxic effects of wheat extracts on a herbicide-resistant biotype of annual ryegrass (*lolium rigidum*). *Journal of agriculture and food chemistry* 51: 4610-4616.
- WU, H. 2005.** Molecular approaches in improving wheat allelopathy. *In: Proceeding of the fourth world congress on allelopathy.* Wagga Wagga. NSW. Australia.
- ZHENG, Y.; ZHAO, Y.; DONG, F.; LIU, J.; YAO, J. AND HURLE, K. 2007.** Allelopathic effects of wheat extracts and DIMBOA on weeds. *Allelopathy Journal* 19: 171-178.