

# MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS CON PLANTAS ALELOPÁTICAS: CENTENO

**Juan Ormeño Núñez.**  
Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Ph.D.  
INIA - La Platina. Chile.

## 1. Introducción

La palabra alelopatía deriva del griego y significa enfermedad o anormalidad entre sí o recíproca, por lo que en agronomía se ha utilizado para describir el efecto inhibitorio que ejercen ciertas plantas o sus residuos sobre aquellas que crecen a su alrededor.

Se ha definido como aleloquímicos a aquellos metabolitos secundarios que han demostrado inhibir fuertemente el crecimiento/desarrollo de plantas (Einhellig, 1986). Estas sustancias pueden liberarse desde las plantas al medio mediante formas, como las exudaciones radiculares, lixiviación por el agua desde las partes aéreas, descomposición en el suelo de los residuos vegetales o eliminación como compuestos volátiles (Rice, 1984; Einhellig, 1986). Todos estos mecanismos han demostrado ser importantes, produciendo efectos alelopáticos sobre la germinación y crecimiento de plantas dentro de un mismo hábitat (Putnam y Duke, 1978; Rice, 1984; Shilling y otros, 1985; Barnes y Putnam, 1986).

Las malezas son plantas que, en su permanente asociación con los cultivos, han coevolucionado y por ende, desarrollado una serie de mecanismos de sobrevivencia, de manera de autopropagarse exitosamente; la alelopatía corresponde a una de estas características. Por esta razón, muchas son las especies de malezas que contienen aleloquímicos, los que en la práctica producen efectos inhibitorios dramáticos sobre las plantas cultivadas (Radosevich y Holt, 1984).

La idea de utilizar cultivos que, posean estas mismas propiedades y que les permita competir de mejor forma con las malezas, es algo que por mucho tiempo se pensó como una característica altamente deseable. La aparición de los herbicidas

en la década del '50 produjo la sensación de que el problema de las malezas se había resuelto para siempre. Esto no sólo no fue así, en el entendido que las malezas siguieron siendo una de las plagas más difíciles de controlar en la agricultura, sino que además, su uso masivo produjo niveles de contaminación ambiental de tal envergadura, que la sociedad reaccionó demandando las llamadas “tecnologías limpias” para la producción de alimentos.

A pesar de que existen cultivos “limpiadores de malezas” como sorgo, zapallos, alfalfa, centeno, espárragos, entre otros, ya que todos ellos poseen sustancias que les confieren características alelopáticas (Einhellig, 1986), hasta la fecha su uso es muy restringido. Esto, fundamentalmente, por sus costos y/o aplicación práctica, lo que no ha permitido reducir la población de malezas a un nivel tal como para reemplazar significativamente el uso de agroquímicos. No obstante lo anterior, la constante presión ambientalista ejercida por los gobiernos, grupos de consumidores, asociaciones de productores, organismos reguladores, etc., señala, inequívocamente, la necesidad de orientar los esfuerzos en forma conjunta hacia la investigación de una producción agrícola más amigable con el medio ambiente.

En este trabajo, se presenta, de manera resumida, algunos de los resultados más importantes obtenidos con el uso de plantas y residuos de centeno, con el objeto de poder reducir la población de malezas en varios cultivos anuales y perennes en la zona central de Chile.

## **2. Los aleloquímicos del centeno**

El centeno es un cultivo rústico, altamente resistente al stress ambiental de tipo biótico y abiótico que, a través del tiempo ha demostrado ser un efectivo “limpiador” de malezas (Rice, 1984; Barnes y Putnam, 1986). Dentro de los muchos compuestos aleloquímicos que posee, los ácidos hidroxámicos, **dimboa** y **diboa**, son compuestos que han sido señalados como responsables principales de sus propiedades alelopáticas (Barnes y Putnam, 1987; Wojtkowiak y otros, 1990). Ambas moléculas, no sólo están presentes en tejido vivo y en sus residuos, (Wojtkowiak y otros, 1990) sino que, también, se exudan en forma activa a través de las raíces del cereal (Pérez y Ormeño-Nuñez, 1991). Todos estos fenómenos le conferirían una notable capacidad de interacción con las malezas normalmente

asociadas a los cereales cultivados en áreas templadas del mundo. (Barnes y Putman, 1986; Barnes y Putman, 1987; Liebl y otros., 1992; Niemeyer y Pérez, 1995).

Entre los años 1991/92 se determinó la existencia de ácidos hidroxámicos en grandes cantidades dentro de los tejidos del centeno (Pérez y Ormeño, 1991a). Se realizaron bioensayos para demostrar la naturaleza alelopática de estos metabolitos secundarios del cultivo, sobre un importante número de especies de malezas (Ormeño y Pérez, 1991; Ormeño, 1992). Se iniciaron, luego, una serie de ensayos de campo para poder determinar la aplicabilidad en el terreno mismo de esta propiedad inhibitoria sobre las malezas, resultados que se presentan y discuten en este trabajo.

### **3. Ensayos de campo realizados en INIA La Platina para probar los efectos alelopáticos del centeno sobre malezas**

Durante varias temporadas, y hasta el año 1997, se realizaron ensayos de campo, con el objeto de determinar, en terreno, los efectos inhibitorios del centeno sobre las malezas, ya sea de las plantas creciendo activamente, como de los residuos tanto frescos como secos (pajas) del centeno.

#### **3.1. Estudios comparativos de los efectos inhibitorios del centeno, trigo y avena sobre especies gramíneas y latifoliadas**

Estos ensayos se realizaron con el objeto de comparar el grado de inhibición innata que poseían 3 cultivos de cereales invernales, sobre diferentes especies de malezas durante los meses de otoño e invierno. Los principales resultados se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Materia seca (g/m<sup>2</sup>) de tres cultivos, malezas latifoliadas y avenilla (*Avena fatua*) los 86 (1990/91) y 95 (1991/92) días después de la siembra del cultivo.

	Cultivo	Avenilla	Hoja ancha	Total malezas	Total malezas y cultivo
Centeno	567	15	10	25	592
Trigo	483	96	58	153	636
Avena	537	80	25	104	641
Efecto año 1	**	**	**	**	NS
Efecto año 2	*	**	**	**	NS

Malezas latifoliadas en orden de importancia en lotes de 20.0m x 60.0m:

1990/91: Gallito: *Lamium amplexicaulis* ; quinguilla: *Chenopodium album* ; Verónica: *Veronica persica*.

1991/92: Rábano: *Raphanus* spp.; manzanillón: *Anthemis cotula* ; gallito

El efecto de los tratamientos fue estadísticamente significativo de acuerdo a la prueba "F" (P>0,05 \* y P>0,01\*\*)

NS =No hubo diferencias entre tratamientos en el ANDEVA, según la prueba "F" (P ≤ 0,05)

Con estos resultados se pudo concluir que :

- El centeno y la avena producen las mayores cantidades de follaje invernal.
- Ni el trigo, ni la avena inhiben el crecimiento de la maleza gramínea, no así las plantas de centeno que la reducen significativamente.
- Las especies de hoja ancha fueron suprimidas, tanto por las plantas de avena como por las de centeno, siendo las plantas de trigo incapaces de inhibir el crecimiento de las malezas.
- La biomasa aérea total (suma de malezas más cultivo) fue similar en los tres cereales.

### 3.2. Efecto del centeno y del trigo sobre las malezas que crecen durante el ciclo de crecimiento del cultivo.

Los resultados que se presentan corresponden a una serie de ensayos realizados durante 3 temporadas sucesivas, donde se comparó el efecto inhibitorio que producen las malezas sobre trigo y centeno.

**Cuadro 2.** Materia seca de malezas ( $g/m^2$ ) en lotes de centeno y trigo, con y sin control químico de malezas a los 105 días después de la siembra.

	1993		1994		1995	
	Centeno	Trigo	Centeno	Trigo	Centeno	Trigo
con control químico <sup>1</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sin control químico	34.8 a	197.4 b	61.2 a	261.9 b	46.8	280.8
porcentaje relativo <sup>2</sup>	17.6	100	23.4	100	16.7	100

(1) Triasulfurón + Clodinafop : 8 + 12,5 g/ha de postemergencia.

(2) Porcentaje de materia seca de malezas en los lotes de centeno, en relación a la materia seca de malezas en los lotes de trigo.

Promedios seguidos por una misma letra dentro de un mismo año en la fila sin control químico, no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 3.** Rendimiento (qqm/ha) obtenido durante 3 temporadas con cultivos de centeno trigo con y sin control químico de malezas.

	Centeno			Trigo		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
con control químico <sup>1</sup>	68.0 a	32.4 a	59.8 a	56.2 a	69.2 a	63.5 a
sin control químico	61.5 a	34.6 a	60.8 a	33.2 b	39.6 b	40.3 b
% de reducción <sup>2</sup>	9.6	-	-	59.1	52.9	-

(1) Triasulfurón + Clodinafop : 8 + 12,5 g/ha de postemergencia.

(2) Reducción porcentual de los lotes con control químico en relación a los con control.

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. ( $P > 0,05$ ).

Según estos resultados se puede afirmar que durante los tres años en que se llevó a cabo el experimento :

- La presencia de malezas produjo una reducción significativa en el crecimiento y rendimiento final de las plantas de trigo, haciendo que su control químico sea obligatorio, si es que se desean obtener beneficios económicos a la cosecha del grano.
- Las plantas de centeno suprimen, efectivamente, las malezas de hoja ancha, ya que no se observaron diferencias en el rendimiento final alcanzado por las parcelas con y sin control.

### 3.3. Efectos alelopáticos del centeno como pradera suplementaria invernal previa, sobre las malezas en el cultivo del maíz

Este ensayo se realizó para determinar la influencia que ejercen las praderas invernales de centeno y avena, sobre la población de malezas que emerge una vez establecido maíz en la primavera siguiente.

**Cuadro 4.** Forraje total (g/m<sup>2</sup>) de avena y centeno en los diferentes tratamientos de corte de follaje y control de malezas latifoliadas.

Tratamiento	Materia seca	
	pradera con herbicida <sup>1</sup>	pradera sin herbicida
avena sola (2 cortes)	592,4	641,2
centeno solo (2 cortes)	634,7	585,6
malezas avena	0	49,7 a
malezas centeno	0	5,9 b

(1) Triasulfurón 8 g/ha de postemergencia

Promedios seguidos por una misma letra dentro de la misma columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. (P ≤ 0,05)

**Cuadro 5.** Materia seca (g/m<sup>2</sup>) de malezas y maíz producida en el cultivo en tratamientos de precultivo, con y sin control de malezas (45 días después de la emergencia).

		Materia seca (g/m <sup>2</sup> )			
		con herbicida <sup>1</sup>		sin herbicida	
Precultivo	residuos	maíz	malezas	maíz	malezas
avena	alto	220.5	0.3	194.5	39.6
	bajo	271.0	0.2	166.0	155.0
centeno	alto	150.0	0.0	157.0	3.6
	bajo	250.5	0.2	198.0	5.4
barbecho	sin	209.0	1.3	136.0	81.1
Efecto	**	**	NS	*	**

(1) Atrazina + Metolacoloro : 1,25 + 1,25 L/ha de presiembra incorporada.

\*\* Efecto de los tratamientos fue estadísticamente significativo según la prueba "F" del ANDEVA (P ≤ 0,01)

NS =No hubo diferencias entre tratamientos según la prueba "F" (P ≤ 0,05)

De este ensayo se pudo concluir que:

- Los residuos de centeno incorporados, previo al establecimiento del cultivo tanto en alto como en bajo volumen, produjeron el mayor grado de reducción de malezas.
- El mayor volumen de residuos de avena redujo la población de malezas, no así el tratamiento con menores volúmenes de residuos,
- Los altos volúmenes de residuos de ambas forrajeras produjeron una reduc-

ción importante de follaje de maíz en verde, particularmente con los mayores niveles de residuos de centeno.

### 3.4. Efectos alelopáticos de la paja del centeno incorporado superficialmente, previo al establecimiento de trigo sembrado en invierno

Este ensayo se realizó para determinar el efecto supresor de malezas que poseen los residuos de centeno que fueron cosechados como fardos de paja la temporada anterior, y que luego se incorporaron en diferentes cantidades, en forma previa al establecimiento de un trigo invernal.

**Cuadro 6.** Número de plantas de trigo antes de aplicar herbicida y materia seca del cultivo y malezas con paja de centeno incorporada.

Paja ton/ha	N° plantas trigo (m <sup>2</sup> )	Materia seca trigo (g/m <sup>2</sup> )	Materia seca malezas (g/m <sup>2</sup> )
0	206.7	146.6 c	145.3 c
1.0	229.3	133.0 bc	48.7 b
2.0	225.3	133.3 bc	25.3 ab
4.0	227.3	127.3 bc	20.0 a
8.0	207.3	122.7 b	15.3 a
16.0	193.3 NS	102.0 a	13.3 a
Coefficiente variación	13.1	20.9	33.1

Análisis estadístico realizado con los valores originales transformados a  $\sqrt{x+1}$ . Los valores de la tabla son los originales.

Principales malezas en orden de importancia: *Raphanus spp*, *Avena fatua*, *Rapistrum rugosum*, *Lolium multiflorum*, *anthemis cotula*.

NS =No hubo diferencias entre tratamientos en el ANDEVA según la prueba "F" (P  $\leq$  0,05).

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. (P  $\leq$  0,05).

**Cuadro 7.** Rendimiento de trigo (qqm/ha) obtenido con distintos volúmenes de paja de centeno, incorporada previo al establecimiento del cultivo (1994).

Paja ton/ha	control químico <sup>1</sup>	Rendimiento sin control químico	% reducción
0	61.7 b	33.7	45
1.0	66.3 b	45.7	22
2.0	66.7 b	51.0	24
4.0	67.7 b	55.3	18
8.0	58.7 ab	52.0	21
16.0	50.7 a	45.0	11

(1) Triasulfurón + Clodinafop : 8 + 12,5 g/ha de postemergencia.

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. (P  $\leq$  0,05).

**Cuadro 8.** Resumen de los efectos de distintos volúmenes de paja de centeno incorporada previo al establecimiento del cultivo y del control químico de malezas sobre los componentes de rendimiento del trigo (1994).

Variable	Efecto residuos de centeno	Efecto control químico malezas	Interacción residuos x malezas
Rendimiento qqm/ha	**	**	NS
Número de espigas (m <sup>2</sup> )	**	**	NS
Número granos/espiga	NS	*	NS
Peso 1000 granos (g)	*	**	NS
Peso hectolítrico	NS	*	NS
Número granos/m <sup>2</sup>	**	**	*

(1) Triasulfurón + Clodinafop : 8 + 12,5 g/ha de postemergencia.

NS =No hubo diferencias entre tratamientos, según la prueba "F" (P ≤ 0,05).

Efecto de los tratamientos fue estadísticamente significativo según la prueba "F" del ANDEVA (P ≤ 0,05).

\*\*Efecto de los tratamientos fue estadísticamente significativo según la prueba "F" del ANDEVA (P ≤ 0,01).

Las principales conclusiones de este ensayo fueron:

- La paja del centeno permite reducir significativamente las malezas anuales tanto latifoliadas como gramíneas, y los mayores niveles de reducción se alcanzan con mayores volúmenes de residuos (Cuadro 6).
- Las plantas de trigo reducen su materia seca vegetativa y rendimiento, producto del efecto de la paja de centeno (Cuadro 6 y 7).
- Valores intermedios de residuos de centeno (2 y 8 ton/ha) permiten inhibir las malezas, sin afectar el rendimiento de trigo (Cuadro 7), aunque el nivel de malezas que permanece hasta la madurez del cultivo dificulta la cosecha mecanizada. El efecto de los residuos sobre los rendimientos se debió principalmente a una reducción del número de espigas/m<sup>2</sup> y por ende en el número de granos/m<sup>2</sup> (Cuadro 8).

### 3.5. Efecto sobre las malezas de cubiertas verdes de centeno, incorporadas previamente al establecimiento de trigo.

Estos ensayos se realizaron para determinar el efecto inhibitorio de las malezas que posee una pradera otoñal de centeno cortada e incorporada como abono verde, previo al establecimiento de un trigo invernal.



**Cuadro 9.** Materia seca de malezas presentes en trigo para distintos estados fenológicos del cultivo y concentración de diboá incorporado con los residuos de centeno.

Días después de la siembra de centeno	Peso fresco incorporado (Kg/m <sup>2</sup> )	diboá incorporado (milimoles/m <sup>2</sup> )	Peso seco total malezas (Kg/m <sup>2</sup> )
Control	0	0	386.9 c 1
15	0.03 ±0.007	0.037	188.9 b
30	0.07 ±0.03	0.076	151.7 ab
45	1.71 ±0.21	0.56	109.4 a
60	2.86 ±1.00	0.74	80.3 a
75	4.01 ±1.02	0.88	95.4 a

Fuente. Fernández, S. (1995).

(<sup>1</sup>): Peso seco de malezas muestreado 114 días después de la siembra de trigo.

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 10.** Rendimiento de trigo (qqm/ha) obtenido con diferentes niveles de residuos verdes de centeno, incorporados previamente al establecimiento.

Días después de la siembra	Rendimiento		
	Con herbicida <sup>1</sup>	Sin herbicida	Promedio residuos
15	53.82	49.69	51.8 b
30	54.50	49.38	51.9 b
45	47.35	45.29	46.3 b
60	49.94	37.61	43.8 ab
75	37.88	37.10	37.5 a
Promedio herbicidas	48.70	43.81	

Fuente. Fernández, S. (1995).

(1) Triasulfurón + Clodinafop : 8 + 12,5 g/ha de postemergencia.

NS =No hubo diferencias entre tratamientos según la prueba "F" ( $P \leq 0,05$ ).

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. ( $P \leq 0,05$ ).

Las principales conclusiones de este ensayo fueron :

- La incorporación de centeno fresco previo a la siembra de trigo, produjo una reducción significativa de la población de malezas.
- La reducción fue más grande en la medida que se aplicó una mayor cantidad de diboá al suelo en la forma de follaje fresco de centeno (Cuadro 9).
- La mayor proporción de diboá se encuentra en tejido nuevo (30 ó menos días) y no en el más desarrollado, pero los contenidos totales se compensan volumétricamente al tener mayor cantidad de follaje incorporado (Cuadro 9).

- Se produjo un efecto negativo sobre el crecimiento de las plantas de trigo, donde se emplearon los tratamientos con los mayores volúmenes de cen-teno (cuadro 10).

### 3.6. Aplicación de las propiedades alelopáticas del centeno para el control y manejo de malezas alternativo, en especies de frutales de carozo y pomáceas

El objetivo general de estos ensayos fue determinar el efecto supresor sobre las malezas de una cubierta vegetal invernal de centeno, sembrada entre las hileras de los árboles en receso y el mulch o cubierta orgánica generado por los respectivos cortes sucesivos del follaje de centeno, depositado sobre la banda de plantación de los árboles, como una forma alternativa de manejo sustentable de malezas en huertos frutales de carozo y pomáceas.

**Cuadro 11.** Tratamientos y corte del follaje de centeno, sembrado en la entrehilera de plantación de los árboles frutales (1995).

Tratamiento	Entre hilera	Sobre hilera
	después del corte del centeno	residuos de centeno
T-1	se retira todo el follaje	Sin
T-2	se deja todo el follaje in situ	Sin
T-3	se retira todo el follaje	Con (1/3 de entre hilera)
T-4	se deja todo el follaje in situ	Con (2/3 de entre hilera)
T-5	se deja todo el follaje in situ	Con (3/3 de entre hilera)

**Cuadro 12.** Distancia de plantación, número de árboles y superficie utilizada en los distintos tratamientos con residuo en centeno en la entre y sobrehilera de plantación.

Especie	Distancia de plantación (m)	N° de árboles	Superficie entrehilera
Manzanos	3,0 x 1,0	19 árboles	18,0 x 2,0 = 36m <sup>2</sup>
Perales	3,0 x 1,0	19 árboles	18,0 x 2,0 = 36m <sup>2</sup>
Cerezos	5,0 x 2,0	9 árboles	18,0 x 4,0 = 72m <sup>2</sup>
Ciruelos	5,0 x 3,0	6 árboles	18,0 x 4,0 = 72m <sup>2</sup>
Duraznos	4,5 x 3,0	7 árboles	18,0 x 3,5 = 63m <sup>2</sup>

Superficie sobrehilera 18 m<sup>2</sup> (18x1).

**Cuadro 13.** Materia seca total ( $\text{g/m}^2$ ) de malezas determinada entre las hileras de plantación de las distintas especies frutales, durante el primer y segundo corte de centeno en el primer año.

Residuo centeno		manzano	peral	cerezo	ciruelo	duraznero	Promedio
primer corte 08.octubre.95							
t-1	retirado	12	20	10	15	14	<b>14.2</b>
t-2	in situ	33	26	7	13	6	<b>17.0</b>
t-3	retirado	28	27	0	5	14	<b>14.8</b>
t-4	in situ	18	23	8	8	10	<b>13.4</b>
t-5	in situ	26	19	11	8	10	<b>14.8</b>
segundo corte 10.diciembre.95							
t-1	retirado	0	0	0	0	0	<b>0.0</b>
t-2	in situ	3	0	0	0	0	<b>0.6</b>
t-3	retirado	0	9	0	0	0	<b>1.8</b>
t-4	in situ	0	0	0	0	0	<b>0.0</b>
t-5	in situ	0	0	0	0	0	<b>0.0</b>

Primer corte: malezas: Maicillo; Sanguinaria; Rábano; Verónica; Quinhuilla; Alfalfa.

Segundo corte: malezas: Maicillo; Alfalfa.

plantación convencional: rastra disco: 2 pasadas; vibrocultivador: 1 pasada; herbicidas: Glifosato+MCPASal 2+2L/ha.

NS =No hubo diferencias entre tratamientos según la prueba "F" ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 14.** Materia seca ( $\text{g/m}^2$ ) de malezas en la sobrehilera de plantación, de distintas especies frutales, primer y segundo corte de centeno en el primer año (1995).

Residuo centeno		manzano	peral	cerezo	ciruelo	duraznero	Promedio
primer corte 08. octubre. 95							
	sin	47	50	30	33	28	<b>37.6</b>
	sin	41	66	19	31	36	<b>38.6</b>
	1/3	38	72	28	25	21	<b>36.8</b>
	2/3	40	36	14	38	26	<b>30.8</b>
	3/3	50	29	21	58	20	<b>35.6</b>
segundo corte 10. diciembre. 95							
	sin	17	20	20	14	18	<b>17.8</b>
	sin	28	26	29	3	6	<b>18.4</b>
	1/3	8	6	0	0	2	<b>3.2</b>
	2/3	0	2	0	0	0	<b>0.4</b>
	3/3	0	0	0	0	0	<b>0.0</b>

Primer corte: malezas: Maicillo; Sanguinaria; Rábano; Verónica; Quinhuilla; Alfalfa.

Segundo corte: malezas: Maicillo

Plantación convencional herbicidas: Glifosato 2 L/ha; Glifosato + MCPA Sal 2+2 L/ha.

NS =No hubo diferencias entre tratamientos según la prueba "F" ( $P \leq 0,05$ ).

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 15.** Diámetro de tronco de los frutales (mm) determinado durante el segundo año de ensayos (1996).

Residuo centeno	manzano	peral	cerezo	ciruelo	duraznero	promedio
sin	20	19	35	24	32	<b>26.0</b>
sin	21	17	33	25	34	<b>26.0</b>
1/3	23	22	34	26	32	<b>27.4</b>
2/3	21	22	36	22	34	<b>27.0</b>
3/3	20	22	35	24	31	<b>26.4 NS</b>
segunda medición 15.noviembre.96 (mm)						
sin	21	20	37	25	33	<b>27.2</b>
sin	24	21	36	26	36	<b>28.6</b>
1/3	23	21	33	26	35	<b>27.6</b>
2/3	22	23	36	22	34	<b>27.4</b>
3/3	21	23	35	25	31	<b>27.0 NS</b>

NS =No hubo diferencias entre tratamientos, según la prueba "F" (P  $\leq$  0,05)

**Cuadro 16.** Materia seca de malezas (g/m<sup>2</sup>) sobre las hileras de plantación de frutales, para primer y segundo corte de centeno, durante el segundo año de ensayos (1996).

Residuo centeno	manzano	peral	cerezo	ciruelo	duraznero	promedio
sin	0	0	0.5	0	1.0	<b>0.3</b>
sin	0	0	0	2.1	0	<b>0.4</b>
1/3	0	0	0	0	0	<b>0.0</b>
2/3	0	0	0	0	0	<b>0.0</b>
3/3	0	0	0	0	0	<b>0.0 NS</b>
segunda medición 17. octubre. 96						
sin	120.1	107.0	63.2	58.1	31.6	<b>76.0 c</b>
sin	93.0	100.1	49.1	52.4	29.2	<b>64.6 c</b>
1/3	2.3	2.2	0	6.2	2.5	<b>2.6 b</b>
2/3	0	0	0	0	0	<b>0.0 a</b>
3/3	0	0	0	0	0	<b>0.0 a</b>

Siembra centeno entrehilera: abril 1996. Segundo corte: Malezas: Maicillo; sanguinaria.

NS = No hubo diferencias entre tratamientos según la prueba "F" (P  $\leq$  0,05)

Promedios seguidos por una misma letra dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba D.M.S. (P  $\leq$  0,05)

De los dos años de ensayos en huertos frutales con cubiertas verdes de centeno, se pudo concluir lo siguiente:

- No se encontraron diferencias entre dejar o retirar el residuo de centeno entre las hileras de los árboles, ya que en ambos casos se produjo una fuerte supresión de malezas.
- La pradera de centeno, sembrada entre las hileras de los árboles, permitió producir suficiente follaje como para formar un volumen importante de mulch sobre la hilera.
- Las plantas de centeno, creciendo activamente y el corte del follaje, permitieron reducir significativamente la población total de malezas que emergieron durante el invierno entre las hileras de los árboles, observándose los mayores efectos inhibitorios durante la segunda temporada.
- El mulch vegetal formado con el follaje cortado en la hilera de plantación, permitió reducir significativamente el crecimiento de malezas anuales de invierno, así como las especies perennes de primavera, incluso a los mismos niveles de control que los alcanzados con los tratamientos químicos convencionales.

#### **4. Discusión y conclusiones generales**

En términos generales, se puede afirmar que tanto las plantas vivas creciendo *in-situ*, como los residuos de centeno, poseen propiedades inhibitorias sobre el crecimiento y germinación de malezas, tanto mono como dicotiledóneas, fenómeno que concuerda con lo reportado por otros autores (Schilling y otros, 1985; Barnes y Putnam, 1986; Liebl y otros, 1992; Pérez y Ormeño, 1993). El alto contenido de ácidos hidroxámicos, que abundantemente se encuentran en forma de metabolitos secundarios en sus tejidos vivos aéreos y radiculares, como también en la paja, parecen agregarle un mayor efecto inhibitorio al ya producido físicamente por los residuos en descomposición, fenómeno previamente señalado (Schilling y otros, 1986; Wojtkowiak y otros, 1990 y Liebl y otros, 1992).

En un primer año, el uso del centeno como cultivo previo, para reducir la población de malezas emergentes durante el establecimiento del trigo o maíz, parece no tener un efecto significativo ya sea por los niveles alcanzados, como por los efectos negativos que se produjeron sobre el crecimiento inicial y producción de las

plantas cultivadas. Se hace necesario generar mayor información para afinar una forma alternativa de manejar la cubierta verde de centeno previo al establecimiento de cultivos, particularmente en el caso del maíz, ya que se puede usar la sucesión centeno como cultivo invernal y maíz como primaveral. Esto se concluye con resultados de los ensayos donde resulta evidente que los residuos del centeno permiten reducir, efectivamente, la incidencia de malezas en los cultivos siguientes.

La paja de centeno usada como residuo en superficie, también permite reducir la población de malezas en trigo. Sin embargo, esta inhibición no sólo se restringe a las malezas sino además afecta en cierto grado las plantas cultivadas. De esta forma, la reducción de las poblaciones de malezas no fue lo suficientemente alta, como para poder hacerla equivalente a los resultados obtenidos con los herbicidas sintéticos y además, afectó adversamente el rendimiento vegetativo y/o productivo del trigo. El caso de la paja de centeno indica que el efecto físico juega un papel clave en la supresión de las malezas, no descartándose que se produzca un efecto alelopático producto de la descomposición de los residuos bajo condiciones de humedad en el suelo.

Bajo las condiciones agrícolas de la zona central, en los huertos frutales es donde el uso del centeno como cubierta verde y como mulch parece tener las mejores perspectivas de uso. Esto es así, ya que en huertos que presentan receso invernal, como son las especies pomáceas, carozos y viñas tanto, de consumo fresco como viníferas, el uso de una pradera de centeno de crecimiento invernal no interferiría con el crecimiento activo de primavera verano de los árboles. Así mismo, una cubierta verde permite mejorar las condiciones físicas del suelo (estructura/agregación), así como el contenido de materia orgánica. En el caso del centeno, por cierto, serviría además, para controlar malezas invernales anuales que crecen entre las hileras. De acuerdo a los datos obtenidos en los dos primeros años de establecimiento, resalta claramente que el uso continuo de la pradera invernal representa un claro avance en el desarrollo de técnicas de manejo de suelos y control de malezas en los huertos frutales nacionales.

Por otro lado, la formación de mulch vegetal en la banda de plantación, con todos los residuos provenientes de los cortes del follaje de la pradera entre las hileras,

permitió reducir significativamente la población de malezas anuales invernales como sanguinaria, rábano, verónica, y primaverales como quinguilla, entre otras, así como especies perennes invasoras y de difícil control como es el maicillo. Al igual que en el caso del cultivo entre las hileras, en condiciones de mayor cantidad de rastros acumulados, mayor fue el grado de control alcanzado. De esta forma, durante la primavera del primer año y sobre todo del segundo año, los niveles de supresión de las malezas, sobre la banda de plantación de los árboles, fueron comparables con aquellos obtenidos con los controles químicos convencionales.

Resulta evidente que se necesita de mayor información técnica, antes de poder establecer un programa permanente de manejo de malezas, utilizando, solamente, el uso de cubiertas vegetales de centeno. Aspectos tales como relación con los enemigos naturales, principales plagas y enfermedades de cada especie frutal, manejo del agua o interacción con el riego mecanizado (goteo, microjet, etc.), tasas de degradación de residuos bajo diferentes manejos agronómicos y comportamientos de los ácidos hidroxámicos en el suelo, entre otras, necesitan cubrirse con nuevas investigaciones.

No obstante lo anterior, esta técnica agronómica de manejo de la vegetación y de los residuos orgánicos de centeno, se proyecta como una alternativa real y efectiva para los productores que deseen implantar un programa de manejo integrado de malezas, en las plantaciones frutales chilenas.

## 5. Literatura Citada

- Barnes, J. P. and Putnam, A. R. 1986.** Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale* L.). *Weed Science* 34 : 384-390.
- Barnes, J. P. and Putnam, A. R. 1987.** Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). *Journal of Chemical Ecology* 19 : 889-905.
- Einhellig, F. A. 1986.** Mechanism and mode of action of allelochemicals. En : Putnam, A.R. y Tang C.R. *The Science of Allelopathy* : 171-188.

- Fernández, C. S. 1995.** Estudio del efecto alelopático de residuos de centeno (*Secale cereale* L.) sobre malezas presentes en trigo. Tesis, Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 77 p.
- Liebl, R.; Simmons, W.; Wax, L. M. ; Stoller, E. W. 1992.** Effect of rye (*Secale cereale* L) mulch on weed control and soil moisture in Soybean (*Glycine max*). Weed Technology 6 : 838-846.
- Niemeyer, H. M. y Perez, F. J. 1995.** Potential of Hydroxamic Acids in the control of Cereal pests, Diseases, and Weeds. In : Allelopathy, Organisms, Processes, and Applications, Eds. K.M.M. Dakshini and Frank A. Einhellig. ACS. Sym. Ser. 582 : 260-270. Washington, DC.
- Ormeño, N. J.; Perez, C. F. 1991.** Acidos hidroxámicos exudados por las raíces del centeno (*Secale cereale* L.) y sus efectos aleloquímicos sobre las malezas. XXXIV Congreso Agronómico, Chillán, noviembre. Simiente 61(2-3): 108 (Resumen).
- Ormeño, N. J. 1992.** Efectos alelopáticos del centeno (*Secale cereale* L.) sobre malezas que crecen normalmente asociadas a cereales. XI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Viña del Mar, Chile, 23-27 de noviembre. p:9.
- Perez, F. J. ; Ormeño, N. J. 1991.** Difference in hydroxamic acid contents in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) In : possible role in allelopathy. Journal of Chemical Ecology 17 : 1037-1043.
- Perez, F. J. ; Ormeño, N. J. 1991.** Root exudates of wild oats : allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry 30(7) : 2199-2202.
- Perez, F. J. 1990.** Allelopathic effect of hydroxamic acids from cereals on *Avena fatua* and *A. sativa*. Phytochemistry 29, 773-776.



- Perez, F. J.; Ormeño-Nuñez, J. 1991.** Differences in hydroxamic acids contents in roots and roots exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): Possible role in allelopathy. *Journal of Chemical Ecology* 17 : 1037-1043.
- Perez, F. J.; Ormeño-Nuñez, J. 1993.** Weed growth interference from temperate cereals: The effect of a hydroxamic acids exuding rye (*Secale cereale* L.) cultivar. *Weed Research* 33 : 15-119.
- Putnam, A. R. and Duke W. B. 1978.** Allelopathy in agroecosystems. *Ann. Rev. Phytopathology* 16 : 431-451.
- Radosevich, S. R. and Holt, J. S. 1984.** *Weed Ecology*. John Wiley and Sons, New York, 265 p.
- Rice, E. L. 1984.** *Allelopathy*, 2nd edition. Academic Press, Orlando, 189 p.
- Shilling, D. G.; Jones, L. A.; Worsham, A. D. ; Parker, C. E. and Willson, R. F. 1986.** Isolation and identification of some phytotoxic compounds from aqueous extracts of rye (*Secale cereale* L.). *Journal of Agriculture y Food Chemistry* 34 : 633-638.
- Shilling, D. G. ; Liebl, A. R.; Worsham, A. D. 1985.** Rye and wheat mulch: The suppression of certain broadleaved weeds and the isolation and identification of phytotoxins. In: *The Chemistry of Allelopathy*. Ed A.C Thompson. ACS Symp. Ser. N° 268, Washington, DC.
- Wojtkowiak, D.; Politycka, B.; Schneider, M. and Perkowski, J. 1990.** Phenolic substances as allelopathic agents arising during the degradation of rye (*Secale cereale* L.) tissues. *Plant and Soil* 124 : 143-147.