

# **CURVAS DE DISIPACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN CULTIVO PROTEGIDO DE LECHUGA EN EL PAÍS VASCO**

SANTIAGO LARREGLA DEL PALACIO  
PATRICK RIGA SULTANA  
JAVIER ELORRIETA ARANA  
BERDAITZ JUARISTI IRURE

NEIKER. Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. Dpto. de Producción y Protección Vegetal. C/ Berreaga 1. 48160 Derio (Bizkaia)

DOMINGO MERINO MERINO

Laboratorio Agrario de Fraisoro. Diputación Foral de Gipuzkoa.  
20150 Zizurkil (Gipuzkoa)

## **RESUMEN**

Se ha evaluado la disipación de varios productos fitosanitarios aplicados a su dosis máxima recomendada sobre lechuga en invernadero en diferentes ciclos de cultivo (otoño, invierno y primavera) para comprobar si las materias activas se degradan en los plazos previstos. No se degradaron en los plazos previstos la procimidona en otoño, invierno y primavera, y el cipermetrin en otoño e invierno. El imidacloprid pareció degradarse adecuadamente en otoño y primavera, pero sería necesario comprobar su comportamiento en pleno invierno. Hubo una buena relación entre el ritmo de disipación de las diferentes materias activas y las condiciones climáticas registradas en los períodos estudiados. La degradación se produjo a un ritmo similar en el ciclo de otoño y en el de primavera en el caso del imidacloprid, la procimidona y el cipermetrin. La degradación fue considerablemente más lenta en el ciclo de invierno que en el de primavera en el caso de la procimidona y el cipermetrin. La cantidad de materia activa determinada por los análisis de laboratorio fue superior a la que se estimó que se aplicaba en el caso de la procimidona en los ciclos de invierno y primavera y el imidacloprid en el ciclo de primavera. La concordancia fue buena en el caso del imidacloprid y la procimidona en el ciclo de otoño, y aceptable en el caso del cipermetrin. Los resultados obtenidos aconsejan proseguir con este tipo de estudios.

*Palabras clave:* Lechuga, LMR, procimidona, imidacloprid, cipermetrin.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechuga en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) se realiza al aire libre y en invernadero durante todo el año. La principal plaga es el pulgón, y entre las enfermedades destacan el mildiu (*Bremia lactucae*), *Botrytis cinerea* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Para combatir estas plagas y enfermedades se emplean diferentes materias activas que tienen unos plazos de espera para que el producto aplicado se degrade y las lechugas puedan consumirse sin ningún riesgo para la salud de las personas.

En estos momentos en los que la calidad de los productos es cada día más exigida por los consumidores, y recogiendo las inquietudes de las asociaciones de productores GILBE y BIHOEL, las de las Áreas de Producción Vegetal de las Diputaciones de Gipuzkoa y Bizkaia, además del Grupo EROSKI, el laboratorio de la Diputación Foral de Gipuzkoa en colaboración con el área de horticultura de NEIKER han puesto en marcha este ensayo a fin de comprobar que estas materias activas se degradan en los plazos fijados por la ley y medir el nivel de residuo que queda una vez pasado el plazo de espera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Metodología en el campo

#### *Cultivo*

La siembra de lechugas de los cultivares Bacares (Vilmorin) en invierno o Eburne (SG) en otoño y primavera se realizó en bandejas de alvéolos rellenos con turba tipo TKS2. El trasplante se realizó a un marco de 0,3 x 0,3 m (densidad de 11,1 plantas/m<sup>2</sup>), en túnel frío en las instalaciones de NEIKER (Derio) en un multitúnel de 3 m de altura al canalón. El suelo se acolchó con plástico negro de 400 galgas y se empleó riego por aspersión.

#### *Tratamientos*

Los tratamientos se realizaron con cinco materias activas distintas en tres épocas diferentes, presentándose en la tabla 1.

En la tabla 1 se detallan las concentraciones de la materia activa, el volumen de caldo empleado y la cantidad estimada de materia activa aplicada por kg fresco de lechuga (suponiendo no escurrimiento del caldo y un peso medio por lechuga de 350 gramos). La aplicación de estos productos se realizó en pulverización mediante una mochila manual con un operario previamente entrenado para asegurar una homogeneidad máxima en el reparto del caldo en la superficie correspondiente.

#### *Diseño*

El diseño constaba de un cuerpo de 8 x 40 m<sup>2</sup> en el que se delimitaron 16 parcelas de 3,4 x 4 m<sup>2</sup>.

En cada parcela se aplicó una sola materia activa. Para disminuir el efecto de la heterogeneidad de las condiciones climáticas en el multitúnel, se distribuyeron 3 repeti-

ciones por materia activa de manera que al menos una parcela estuviera localizada en el centro del cuerpo del invernadero, como se indica en la figura 1.

### ***Muestreo y manejo de las muestras***

Para cada materia activa se realizó una cinética de muestreo en función de su plazo de espera. En cada fecha de muestreo y para cada tratamiento se recogieron, en cada una de las 3 parcelas, 3 submuestras constituidas por 3 lechugas cada una. Las muestras se congelaron a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se enviaron al laboratorio de la Diputación Foral de Gipuzkoa (DFG) para su análisis.

### **Metodología en el laboratorio**

#### ***Recepción de muestras en el laboratorio***

Las muestras llegaron en bolsas, unas congeladas y otras frescas. Estas últimas fueron recogidas y recepcionadas en el laboratorio en el mismo día. Las primeras se guardaron en congelador a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y las frescas, si no se pudieron triturar en el momento de la recepción, se congelaron enteras.

#### ***Preparación previa a la extracción***

Una muestra constaba de tres lechugas y las tres se trituraron con un cuchillo, a continuación se hizo un cuarteo y se eligió una parte al azar. Esta porción se pasó por el molino para realizar un triturado más fino. La cantidad debía ser suficiente como para rellenar dos recipientes de 100 ml.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Datos climáticos**

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan los datos climáticos recogidos en el multitúnel a partir de la fecha en la que se iniciaron los tratamientos ( $T_0$ ), y hasta el final del ensayo para cada uno de los tres ciclos (otoño, invierno y primavera).

El periodo otoñal ( $T_0$ : 15/10/2002) (figura 2) se caracterizó por días con temperaturas máximas entre 20 y  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ , temperaturas mínimas entre 3 y  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una humedad relativa máxima del 90% y mínima entre el 50 y el 85%. La radiación acumulada diaria osciló entre 206 y  $3.530\text{ W.h.m}^{-2}$ , con un valor total acumulado de  $47.341\text{ W.h.m}^{-2}$  en los 28 días que duró este periodo.

El periodo invernal ( $T_0$ : 28/01/2003) (figura 3) se caracterizó por días con temperaturas máximas entre 9 y  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , temperaturas mínimas entre  $-5$  y  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una humedad relativa máxima entre el 60 y 100% y mínima entre el 50 y el 76%. La radiación acumulada diaria osciló entre 423 y  $3.291\text{ W.h.m}^{-2}$ , con un valor total acumulado de  $41.551\text{ W.h.m}^{-2}$  en los 28 días que duró este periodo.

El periodo primaveral ( $T_0$ : 8/04/2003) (figura 4) se caracterizó por días con temperaturas máximas entre 15 y 38 °C, temperaturas mínimas entre 3 y 16 °C, una humedad relativa máxima entre el 67 y 96% y mínima entre el 31 y el 80%. La radiación acumulada diaria osciló entre 439 y 6.893 W.h.m<sup>-2</sup>, con un valor total acumulado de 112.609 W.h.m<sup>-2</sup> en los 28 días que duró este periodo.

## Curvas de disipación

Los resultados se han obtenido en el laboratorio de la DFG.

Como no se pesaron las lechugas a la llegada al laboratorio, ni en la recogida, se ha considerado que en el momento del tratamiento las lechugas tenían un peso aproximado de 350 gramos/lechuga y de esta forma se ha calculado la concentración de materia activa aplicada. Por otro lado, este mismo dato se ha calculado en el laboratorio de forma analítica en las muestras recogidas el día del tratamiento. De esta forma se puede contrastar con mayor precisión la buena distribución del producto en cada una de las parcelas.

Debe tenerse presente que este ensayo se ha realizado en unas épocas del año muy concretas (otoño, invierno y primavera) y que todos los datos climáticos han sido registrados para posibles comparaciones.

Si analizamos las figuras 5, 6 y 7, donde aparecen los resultados por materias activas del laboratorio de la DFG, podemos ver lo siguiente.

## Procimidona (figura 5)

Esta materia activa tiene un plazo de espera de 5 días y un LMR de 5 mg/kg de producto fresco.

En la figura 5 puede comprobarse que la degradación no se produce en los plazos establecidos.

La cantidad de materia activa determinada por los análisis de laboratorio fue 2,5 a 2,3 veces mayor a la que se estimó que se aplicaba en el ciclo de invierno ( $T_0$ : 28/01/03) y primavera ( $T_0$ : 08/04/03) respectivamente (tabla 1, figura 5b y figura 5c). Aunque no coinciden, ambas cantidades guardaron la misma proporción en los dos ciclos. En el ciclo de otoño hubo buena concordancia (cantidad aplicada = 15 ppm; cantidad estimada = 13 ppm) (tabla 1 y figura 5a).

En el ciclo de otoño, partiendo de 15 ppm de procimidona en  $T_0$ , se disminuye a 10 ppm en  $T_5$ . En el plazo de espera ( $T_5$ ), se supera en 2 veces el LMR (figura 5a; curva media).

En el ciclo de invierno, partiendo de 32 ppm de procimidona en  $T_0$ , se disminuye a 25 ppm en  $T_5$ . En el plazo de espera ( $T_5$ ), se supera en 5 veces el LMR (figura 5b; curva media).

En el ciclo de primavera, partiendo de 8,5 ppm de procimidona en  $T_0$ , se disminuye a 4,6 ppm en  $T_5$ . En el plazo de espera ( $T_5$ ), la cantidad de procimidona se encuentra muy próxima al LMR (figura 5c; curva media). En una de las réplicas se supera.

En el período de los primeros 14 días posteriores a la aplicación, la cantidad aplicada inicialmente se degradó en un 80 y en un 68% en los ciclos de primavera y otoño, respectivamente, en contraposición con el ciclo de invierno en el que tan sólo se disipó el 40%. Esto podría explicarse porque durante ese periodo de 14 días, la radiación solar acumulada fue 56.772 W.h.m<sup>-2</sup> en primavera, 30.720 W.h.m<sup>-2</sup> en otoño y 19.656 W.h.m<sup>-2</sup>

en invierno, las temperaturas medias fueron 19,8 °C, 18,4 °C y 11,2 °C, las medias de mínimas 10,4, 10,6, y 5,2 °C, y las medias de máximas 29,3, 26,1, y 17,1 °C en los ciclos de primavera, otoño e invierno, respectivamente. La degradación se produjo a un ritmo similar en el ciclo de otoño y en el de primavera, siendo congruente con las condiciones climáticas parecidas que imperaron durante ambos periodos, y a un ritmo más bajo en el ciclo de invierno por sus menores temperaturas y radiación solar.

En el laboratorio de Fraisoro en años anteriores se ha comprobado la presencia de procimidona en diferentes cultivos, que se presuponía que tenían el plazo de espera suficientemente cumplido.

### **Imidacloprid** (figura 6)

Esta materia activa tiene un plazo de espera de 3 días y un LMR de 3 mg/kg de producto fresco.

En la figura 6 puede comprobarse que la degradación se produce en los plazos establecidos. Transcurrido el plazo de seguridad de 3 días, la cantidad de imidacloprid se encuentra 1 ppm por debajo del LMR.

Hubo buena concordancia entre la cantidad de materia activa determinada por los análisis de laboratorio (2,2 ppm) y la que se estimó que se aplicaba en el ciclo de otoño (2,6 ppm) ( $T_0$ : 15/10/02), pero no en el ciclo de primavera ( $T_0$ : 08/04/03). En este último se determinó analíticamente 4 veces más de lo que se estimó teóricamente (3 frente a 0,75 ppm) (tabla 1 y figura 6).

La degradación se produjo a un ritmo similar en el ciclo de otoño y en el de primavera, diferenciándose ligeramente en el punto de partida (2,2 ppm en otoño y 3,1 ppm en primavera). La radiación solar acumulada en los seis primeros días posteriores a la aplicación fue de 12.558 W.h.m<sup>-2</sup> en otoño y 19.737 W.h.m<sup>-2</sup> en primavera. La temperatura media durante el anterior periodo fue de 18,1 °C en otoño y 17,9 °C en primavera. Las condiciones climáticas parecidas de ambos periodos fueron congruentes con el ritmo de disipación similar.

### **Cipermetrin** (figura 7)

Esta materia activa tiene un plazo de espera de 7 días y un LMR de 2 mg/kg de producto fresco.

Hubo una concordancia aceptable entre la cantidad de materia activa determinada por los análisis de laboratorio (6,5, 5,3, y 1,5 ppm) y la que se estimó que se aplicaba (3,9, 3,8, 0,75 ppm) en los ciclos de otoño, invierno y primavera, respectivamente (1,7, 1,4 y 2 veces mayor la primera que la segunda) (tabla 1, figura 7).

La degradación está muy ajustada al plazo de espera en el ciclo de otoño (figura 7a), en el ciclo de invierno el LMR se sobrepasa ampliamente (casi se duplica) (figura 7b), y en el ciclo de primavera se cumple satisfactoriamente al reducirse a la cuarta parte de lo que marca el LMR (figura 7c), aunque ello también se debe al más bajo punto de partida del ciclo de primavera (1,5 ppm) respecto al de los ciclos de otoño (6,5 ppm) e invierno (5,3 ppm).

El ritmo de degradación fue considerablemente más lento en invierno que en primavera y otoño.

## CONCLUSIONES

Dados los resultados obtenidos debe continuarse con estos estudios. Para algunos tratamientos se ha detectado cierta heterogeneidad en cuanto al reparto del producto entre las diferentes parcelas. Es muy probable que esta variabilidad sea debida a factores humanos y a las características técnicas de los aparatos de pulverización. Los casos más preocupantes son los de la procimidona en el ciclo de invierno y el imidacloprid en el ciclo de primavera. En los dos, las concentraciones iniciales en  $T_0$  son muy elevadas aunque coinciden con las dosis máximas recomendadas.

En cuanto a plazos de seguridad, destacamos la existencia de posibles problemas con ciertas materias activas que no se degradan en los plazos previstos, como la procimidona en otoño, invierno y primavera, y el cipermetrin en otoño e invierno. El imidacloprid parece degradarse adecuadamente en otoño y primavera, pero sería necesario comprobar su comportamiento en pleno invierno.

**Tabla 1.** Materias activas empleadas en las diferentes épocas de ensayo con los correspondientes volúmenes de caldo empleado, concentración de materia activa en el caldo, porcentaje de materia activa en la formulación comercial, producto comercial, cantidad estimada de materia activa aplicada, plazo de espera y límite máximo de residuos permitido

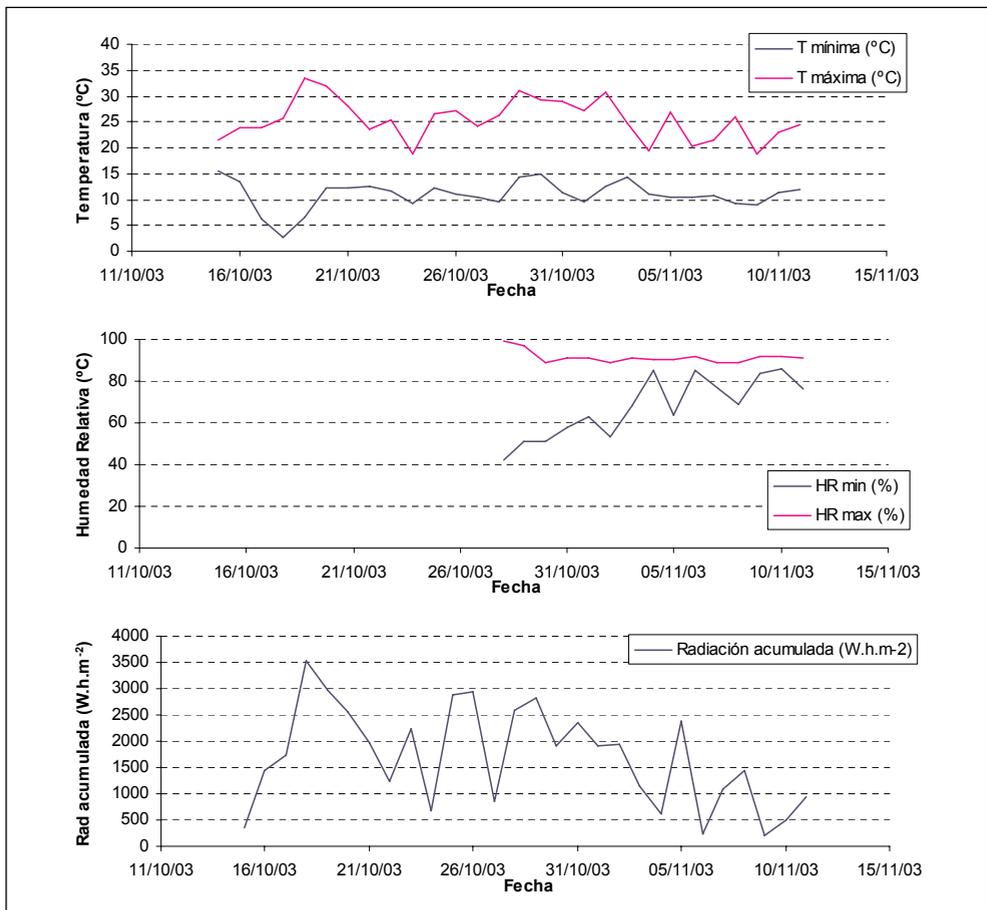
Época	Gasto de caldo (L/ha)	Producto comercial	Formulación	Gramos de materia activa por litro de caldo	Cantidad de materia activa por kilo fresco de lechuga (mg/kg) suponiendo no escurrimiento y lechuga de 350 gramos	Plazo de espera (días)	LMR (mg/kg)
15/10/02 (To)	1000	Sumislex 50 WP	Procimidona 50% WP	0.50	12.9	5	5
		Metaxa	Metalaxil 25% WP	0.10	2.6	21	1
		Rovral	Iprodiona 50% p/v SC	0.75	19.3	21	10
		Ripcord 10 CE	Cipermetrin 10% p/v EC	0.15	3.9	7	2
		Confidor 20 LS	Imidacloprid 20% p/v SL	0.10	2.6	3	3
28/01/03 (To)	980	Sumislex 50 WP	Procimidona 50% WP	0.50	12.6	5	5
		Metaxa	Metalaxil 25% WP	0.10	2.5	21	1
		Rovral	Iprodiona 50% p/v SC	0.75	18.9	21	10
		Ripcord 10 CE	Cipermetrin 10% p/v EC	0.15	3.8	7	2
		Confidor 20 LS	Imidacloprid 20% p/v SL	0.10	2.5	3	3
08/04/03 (To)	292	Sumislex 50 WP	Procimidona 50% WP	0.50	3.75	5	5
		Ridomil MZ 72	Metalaxil 8% WP	0.10	0.73	21	1
		Rovral	Iprodiona 50% p/v SC	0.75	5.63	21	10
		Ripcord 10 CE	Cipermetrin 10% p/v EC	0.10	0.75	7	2
		Confidor 20 LS	Imidacloprid 20% p/v SL	0.10	0.75	3	3

(1) LMR es el límite máximo de residuos permitido.

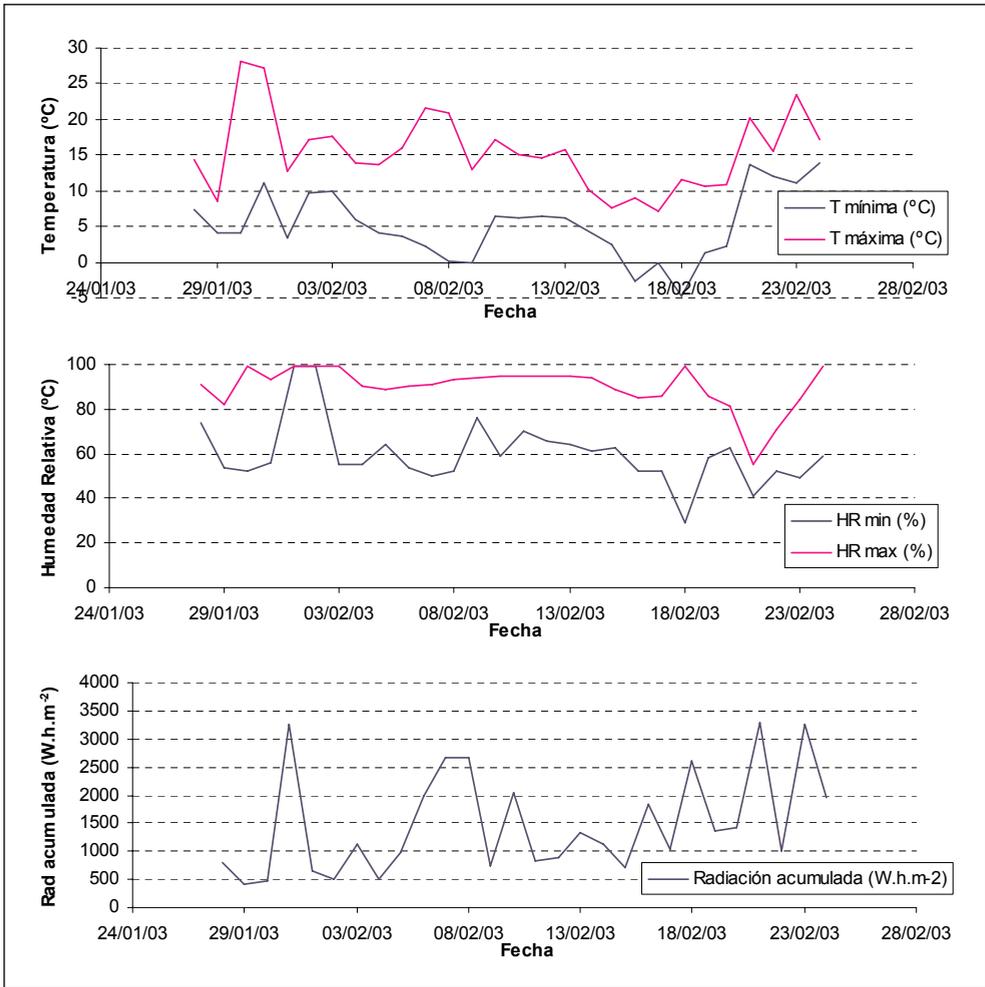
**Figura 1.** Distribución de las parcelas y los tratamientos en el cuerpo del multitúnel

Borde	Borde
Procimidona	Metalaxil
Iprodiona	Imidacloprid
Metalaxil	Cipermetrin
Imidacloprid	Procimidona
Cipermetrin	Iprodiona
Procimidona	Cipermetrin
Imidacloprid	Metalaxil
Iprodiona	Imidacloprid
Borde	Borde

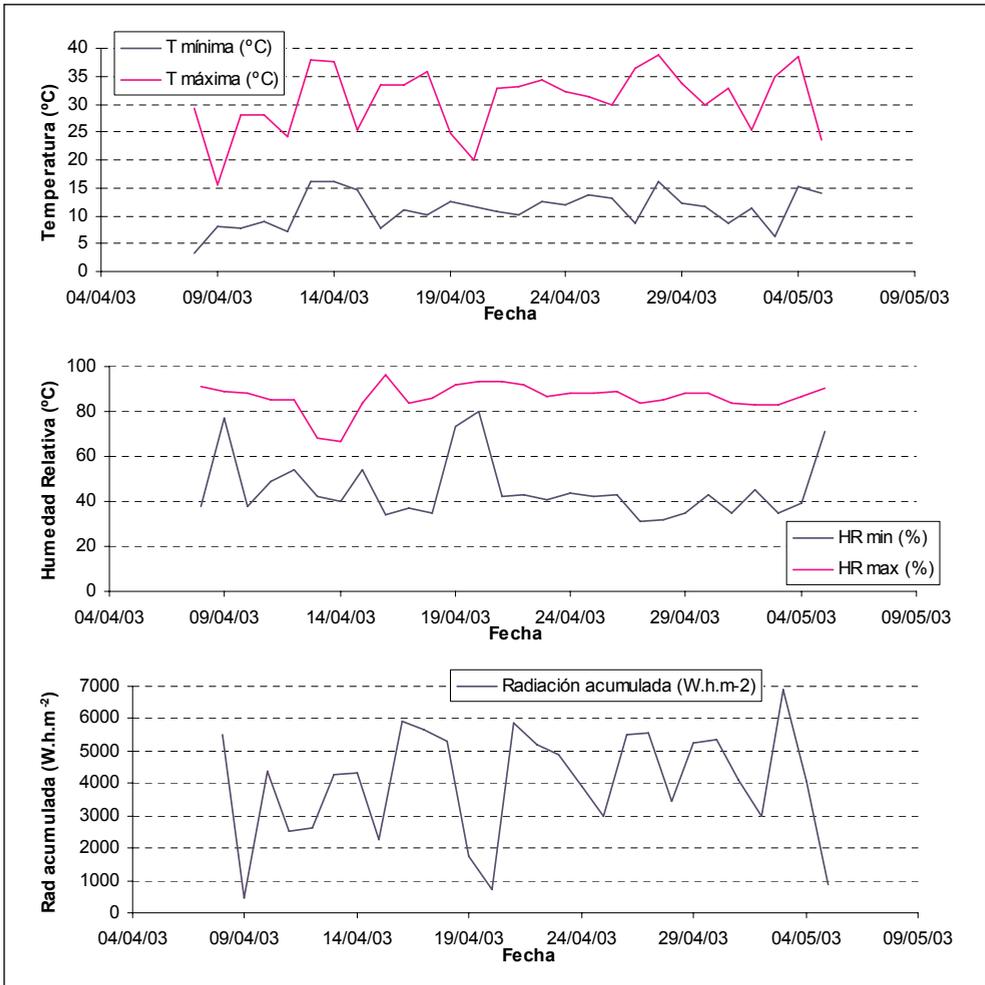
**Figura 2.** Valores diarios de los datos climáticos en el multitúnel durante el ciclo de otoño (T0: 15/10/2002)



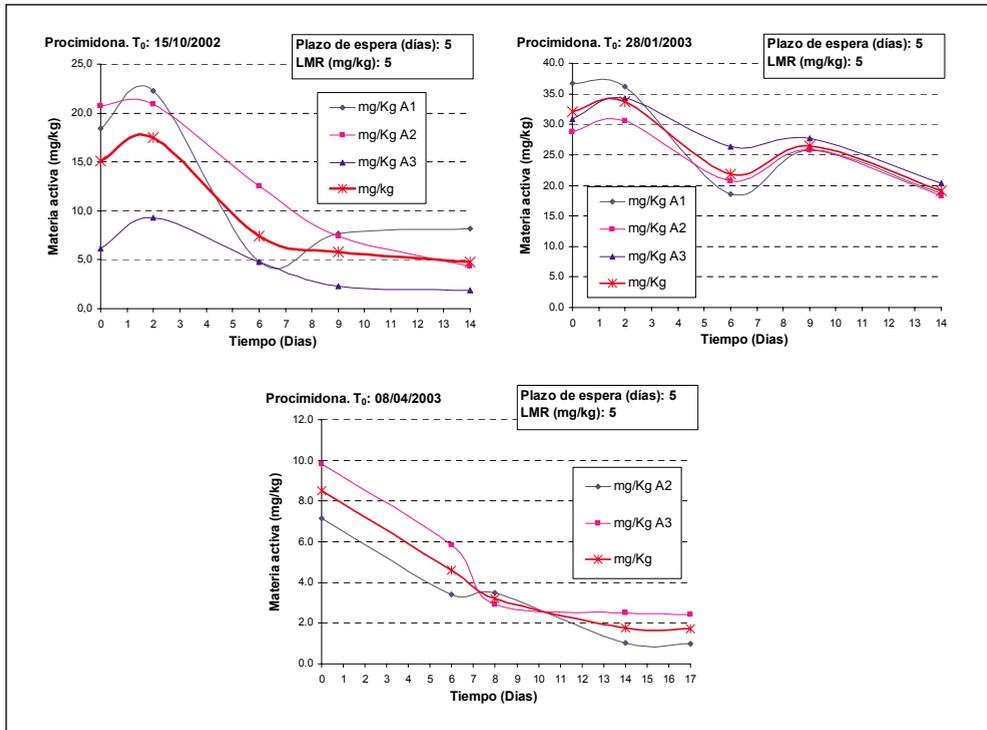
**Figura 3.** Valores diarios de los datos climáticos en el multitúnel durante el ciclo de invierno (T0: 28/01/2003)



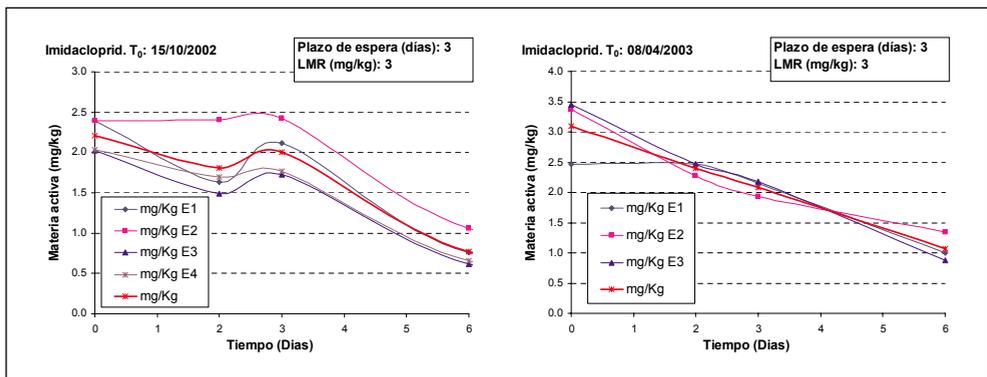
**Figura 4.** Valores diarios de los datos climáticos en el multitúnel durante el ciclo de primavera (T0: 08/04/2003)



**Figura 5.** Disipación de Procimidona en cultivo de lechuga en invernadero en distintos periodos del año. A) Ciclo de otoño ( $T_0$ : 15/10/2002). B) Ciclo de invierno ( $T_0$ : 28/01/2003). C) Ciclo de primavera ( $T_0$ : 08/04/2003)



**Figura 6.** Disipación de Imidacloprid en cultivo de lechuga en invernadero en distintos periodos del año. A) Ciclo de otoño ( $T_0$ : 15/10/2002). B) Ciclo de primavera ( $T_0$ : 08/04/2003)



**Figura 7.** Disipación de Cipermetrin en cultivo de lechuga en invernadero en distintos periodos del año. A) Ciclo de otoño ( $T_0$ : 15/10/2002). B) Ciclo de invierno ( $T_0$ : 28/01/2003). C) Ciclo de primavera ( $T_0$ : 08/04/2003)

