EFECTO DE LA FORMULACIÓN DE UN PLAGUICIDA EN LA DISIPACIÓN DE SUS RESIDUOS Y SU PERÍODO DE CARENCIA

Claudio Alister, Manuel Araya, Kevin Becerra y Marcelo Kogan. Estación Experimental SIDAL Limitada

Existen diferentes factores que podrían influir en la pérdida del residuo de un plaguicida desde un fruto u otro producto hortofrutícola, sin embargo el conocimiento actual ha ido indicando que solo algunos de ellos son significativos, o lo suficientemente importante como para modificar el período de carencia de un plaguicida o bien su eficacia. En este artículo los autores explican que si bien el tipo de formulación puede incidir en la eficacia del control, según los resultados del proyecto de SIDAL financiado por FONDECYT, la formulación no incidiría mayormente en el depósito inicial ni en el período de disipación.

En el ámbito agrícola existen dudas respecto si, por ejemplo, al aplicar un plaguicida con o sin surfactante se produciría un cambio en la disipación y por ende en el período de carencia, o si diferentes formulaciones de un mismo ingrediente activo tendrían diferentes disipaciones, y por ende un nivel de residuo en el fruto distinto al momento de cosecha. Con relación a este último punto, hay autores que han encontrado cambios en la eficacia de algunos insecticidas, en ciertos insectos, al cambiar formulación, sin embargo no han observado cambios en la persistencia del residuo, o sea en la disipación de este. Por ejemplo, Kumar et al. (2011) encontraron un aumento en el periodo de control de pulgón y gusano minador, en papa, al utilizar formulaciones encapsuladas de imidacloprid y carbofuran, pero no en la disipación de sus residuos. Montemurro et al. (2002) al comparar tres formulaciones de clorpirifos, emulsión concentrada (EC), gránulos dispersables (WG) y microencampsulado (ME), encontraron que no existieron diferencias entre las distintas formulaciones al comparar el nivel de residuo a los 90 días después de aplicación en naranjas. Otros trabajos, indican algo similar, pero con ciertas variaciones dependiendo del tipo de fruto (Angioni et al., 2011; MacLachlan and Hamilton, 2011).

FORMULACIÓN Y SU EFECTO EN EL PERIODO DE CARENCIA

Durante las temporadas 2013 y 2014, en el marco del proyecto FONDECYT 1120925 que busca determinar los factores asociados a la disipación de residuos de plaguicidas en uva y manzana, se evaluó la importancia de la formulación de un plaguicida en la tasa de disipación y depósito inicial, ambos factores críticos al determinar un Periodo de Carencia. En la figura 1 se puede observar la curva de disipación de tebuconazole, formulado como EW (Emulsión en Agua), WP (Polvo Mojable) y SC (Suspensión Concentrada), en uva vinífera variedad Sauvignon blanc y en manzana variedad Pink Lady, en la zona de Casablanca.

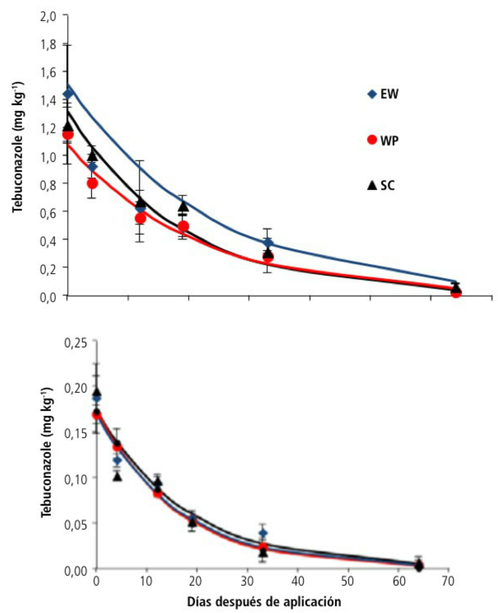
Como se observa, en ninguna de las dos especies se determinaron diferencias significativas, tanto en el depósito inicial, como en la disipación de los residuos, lo que se traduce en que tampoco existieron diferencias significativas en el periodo de carencia para tebuconazole en las distintas formulaciones, como se puede ver en el cuadro 1.

Al ver estos resultados, y sin considerar la desviación estándar que acompaña al período de carencia estimado, el lector podría pensar que sí existen diferencias, en donde el período de carencia de tebuconazole EW (100 días) es menor que el de tebuconazole SC (123 días). Sin embargo, si se considera la variabilidad para cada período de carencia estimado, para tebuconazole formulado como EW sería de 79 a 121 días, formulado como SC seria de 87 a 153 días y como WP sería de 89 a 131 días, lo que claramente nos indica que en forma práctica no habría mayor diferencia en usar cualquiera de las tres formulaciones respecto a los residuos esperados a cosecha. Esta variabilidad observada es algo inherente a este tipo de estudios, y que se explica por todos los errores asociados en la estimación de la disipación del residuo de un plaguicida (Ej: aplicación en el campo, muestreo, análisis del residuo en el fruto, etc).

De la misma forma, durante el año 2014 se estudiaron los insecticidas acetamiprid (Logkow=0,8), buprofezin (Logkow=4,93) y el fungicida fenhexamid (Logkow=3,51), cada uno de ellos en dos formulaciones (Polvo Mojable, Suspensión Concentrada y Concentrado Soluble), aplicados a manzana (Pink Lady) y a uva vinífera (Sauvignon blanc). Como se aprecia en el cuadro 2, nuevamente no se observaron diferencias significativas en el depósito inicial de ninguno de estos plaguicidas al comparar sus formulaciones, asi como tampoco en la tasa de disipación o pérdida diaria del producto (k), resultando en que el porcentaje del residuo remanente a los 40 días después de aplicación (DDA), fuera el mismo independientemente de la formulación.

Queda claro que la especie sobre la cual se aplica el plaguicida es un factor determinante del depósito inicial del plaguicida (tamaño y geometría del fruto) y en la tasa de disipación. Sin embargo, no es una verdad absoluta para todos los productos, dado que siempre existirán comportamientos extraños, como el caso de fenhexamid en donde el depósito inicial y la tasa de disipación no cambiaron en forma significativa al ser aplicado en uva y en manzana. Casos como estos, son necesarios de estudiar nuevamente para poder diferenciar entre un fenómeno real o un "error experimental".

Figura 1. Curvas de disipación de tebuconazole en uva vinífera Sauvignon blanc (A) y manzana Pink Lady (B), formulado como emulsión en agua (EW), polvo mojable (WP) y suspensión concentrada (SC). Valores corresponden al promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Líneas representan el modelo de disipación de primer orden. (Resultados proyecto FONDECYT 1120925)



Cuadro 1. Concentración inicial, vida media (TD50) y Periodo de Carencia de tebuconazole, formulado como EW, WP y SC, en uva vinífera (Sauvignon blanc) y manzana (Pink Lady). Valores corresponden al promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. (Resultados proyecto FONDECYT 1120925)

Formulación	Manzana			Uva		
	Depósito inicial	TD_{50}	PC*	Depósito inicial	TD_{50}	PC*
	(mg kg^{-1})	(Días)		(mg kg^{-1})	(Días)	
EW	0,18±0,04	14±6	57±15	1,43±0,35	14±5	100±21
WP	0,17±0,01	11±3	47±8	1,15±0,22	16±6	110±21
SC	0,19±0,02	11±4	48±10	1,12±0,12	20±8	123±30

*Período de carencia referencial para obtener fruta con un residuo igual a 0,01 mg kg^{-1}

Los resultados del proyecto FONDECYT aquí presentados, coinciden con varias publicaciones, en cuanto a que el factor formulación, no es un factor significativo respecto de la persistencia del residuo de un ingrediente activo. De acuerdo a otros resultados obtenidos en este proyecto, existirían factores más importantes al momento de definir si el residuo de un plaguicida estará más o menos tiempo en la fruta, como lo es el sitio de la aplicación (localidad), y dentro de esta la temperatura, radiación solar y lluvia, estarían mostrando un efecto importante en la disipación de un residuo.

Finalmente, estos resultados preliminares ayudan a entender mejor este complejo tema, quedando aun otros factores que estudiar y relacionar (Ej: técnica de aplicación, crecimiento del fruto, etc.). La velocidad con que se avance en este ámbito dependerá de cómo se vayan desarrollando los diferentes trabajos e investigaciones, sin dejar de considerar la variabilidad que existe en este tipo de estudios, lo que obliga a cada actor involucrado a ser lo más preciso en el análisis de sus resultados, buscando disminuir el error en el campo (Ej: curvas de disipación realizadas sin repeticiones) y en la cuantificación de los residuos (Ej: análisis específicos sin considerar el efecto de la matriz estudiada). Si los trabajos son rigurosos en cuanto a su valor científico, podremos disponer de información trascendente para elaborar programas de control de plagas eficaces y asegurar mínimos residuos, que permitan cumplir con las exigencias de cualquier mercado. **Ra**

Cuadro 2. Efecto de la formulación en el depósito inicial y disipación de acetamiprid, buprofezin y fenhexamid, en manzana (Pink Lady) y uva (Sauvignon blanc). Valores corresponden al promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. (Resultados proyecto FONDECYT 1120925)

Parámetro	MANZANA					
	Acetamiprid		Buprofezin		Fenhexamid	
	WP	SL*	WP	SL*	WP	SL*
Depósito inicial (mg kg^{-1})	0,27±0,04	0,25±0,04	0,28±0,07	0,31±0,03	2,84±0,24	3,03±0,18
k (mg kg-1 día^{-1})	0,03±0,01	0,04±0,01	0,15±0,06	0,11±0,03	0,07±0,01	0,09±0,02
TD_{50} (días)	22±8	20±7	6±3	7±2	11±2	8±3
Residuo 40 DDA (%)	28,9±5,5	26,6±4,7	3,2±1,3	3,3±1,6	4,5±1,9	3,2±0,7
	UVA					
Depósito inicial (mg kg^{-1})	0,91±0,16	0,90±0,18	1,05±0,15	1,07±0,21	2,31±0,42	2,42±0,48
k (mg kg-1 día^{-1})	0,22±0,08	0,21±0,08	0,28±0,12	0,24±0,09	0,06±0,02	0,06±0,03
TD_{50} (días)	3±1	4±2	3±1	3±1	14±5	13±5
Residuo 40 DDA (%)	6,5±1,3	7,8±1,3	6,9±2,7	4,0±1,9	14,0±4,4	14,1±4,8

*Concentrado soluble

Literatura citada:

Angioni A., Dedola F., Garau A., Sarais G., Cabras P., Caboni P. 20011. Chlorpyrifos residues levels inf fruits and vegetables after field tratment. J Environ Sci and Health, Part B. 46: 544-549.

Kumar J., Shakil N., Khan M., Malik K., Walia S. 2011. Development of controlled release formulations of carbofuran and imidacloprid and their bioefficacy evaluation against aphid, Aphis gossypii and leafhopper, Amrasca biguttula biguttula Ishida on potato crop. J Environ Sci and Health, Part B. 46: 678-682.

MacLachlan D., Hamilton D. 2011. A review of the different application rates on pesticide residue levels in supervised residue trials. Pest Manag. Sci. 67: 609-615.

Montemurro N., Grieco F., Lacerstosa G., Visconti A. 2002. Chlorpyrifos decline curves and residue levels from different commercial formulations applied to oranges. J Agric Food Chem. 50: 5975-5980.