

Dinámica de los residuos de insecticidas durante el proceso de elaboración de deshidratados de manzanas y ciruelas

Claudio Alister, Kevin Becerra, Manuel Araya y Marcelo Kogan (Estación Experimental SIDAL, Casablanca, Chile).

Christian Volosky (ANASAC Chile S.A., Lampa, Chile).

La presencia de plaguicidas en productos agrícolas, incluso a niveles que cumplan con los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos, es un problema para la agroindustria, dado que no todos los procesos de elaboración de alimentos los logran reducir. Se realizó un trabajo para estudiar el efecto del deshidratado (en horno y al sol) sobre el aumento y/o pérdida de residuos de los insecticidas buprofezin, espiroclufen, piriproxifen, thiacloprid y acetamiprid, en manzanas y ciruelas deshidratadas. Al terminar el proceso de deshidratado de las frutas, se observó que la gran mayoría de los insecticidas incrementaron sus niveles en el producto final, concentración que se relacionó principalmente con la lipofilicidad del plaguicida, sensibilidad a la luz (fotólisis) y relación volatilidad/solubilidad (Constante de Henry).

INTRODUCCIÓN

La implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ha logrado promover el correcto uso de los plaguicidas en la producción agrícola, lo que ha resultado en una significativa reducción en las detecciones y concentraciones de residuos de estos compuestos en productos agrícolas. Sin embargo, las exigencias actuales de los consumidores apuntan a productos sin o con mínimos niveles de residuos, una situación que supone un nuevo desafío para los productores e industria en general.

En base a este escenario surgen nuevas interrogantes. Así, es factible preguntarse qué efectos tendrían los diferentes procesos que se realizan a una fruta u otro producto agrícola, al momento de elaborar un alimento. Por ejemplo, se ha visto que en la elaboración del vino los residuos de los plaguicidas disminuyen (Cabras y col., 2000; Alister y col., 2014), sin embargo en la elaboración de aceites la gran mayoría de los plaguicidas se concentran (Guardia-Rubio y col., 2006).

El presente estudio tuvo por objetivo determinar el efecto del proceso de elaboración de fruta deshidratada, en sus dos formas de secado (horno y sol), en la presencia de los residuos de los insecticidas buprofezin, espiroclufen, piriproxifen, thiacloprid y acetamiprid, aplicados en manzanas y ciruelas.

Metodología

Las manzanas (cv. Fuji) y ciruelas (cv. D'agen) fueron introducidas en bateas de 20 L con los insecticidas, y mantenidas en inmersión por 1 min. Después fueron retiradas y se esperó que se secase el depósito de la aplicación. Setenta y dos horas después, las frutas fueron lavadas mediante una aspersión con agua por 3 min, correspondiendo a un volumen de 2,8 L de agua para todas las frutas tratadas (40 ciruelas y 20 manzanas).

Una vez lavadas las frutas se llevaron a secado en horno con circulación de aire y en cancha (sol) hasta que la fruta alcanzó un 12,5%

(72h) y un 14,8% de humedad (± 14 días), respectivamente. Las condiciones del horno fueron: temperatura de $75 \pm 2^\circ\text{C}$ y humedad relativa de $25 \pm 3\%$. En el caso del secado en cancha, la fruta fue expuesta al sol durante el día y cubierta durante la noche, para evitar la re-hidratación. Las condiciones de temperatura fueron entre $28,9 \pm 2,2/29,4 \pm 2,1^\circ\text{C}$ y humedad relativa de $95,9 \pm 3,0/31,0 \pm 5,3\%$ (Día/noche).

En cada uno de los pasos del proceso (pre-aplicación insecticidas, post-aplicación, pre-lavado, post-lavado y post-secado) se tomaron muestras en triplicado, y la cuantificación de los residuos de los insecticidas en la fruta y agua fue

realizada en el Laboratorio Analítico de SIDAL, mediante cromatografía gaseosa con detector de masas (GC-MS) en el caso de buprofezin, espiroclufen y piriproxifen, y mediante cromatografía líquida de alta presión con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) para cuantificar thiacloprid y acetamiprid.

Resultados

Como se puede ver en la Figura 1, el lavado de la fruta logró remover aproximadamente un 30% del residuo de los insecticidas, no observándose diferencias entre manzana y ciruela para cada in-



La presencia de plaguicidas en productos agrícolas, incluso a niveles que cumplan con los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos, es un problema para la agroindustria.



Dentro del proceso de elaboración de las frutas deshidratadas, el lavado con agua fue el único que ocasionó pérdida de residuos de los insecticidas.

secticida, con excepción de acetamiprid, el cual fue lavado más eficientemente desde la ciruela que desde manzana.

Dentro del proceso de elaboración de las frutas deshidratadas, el lavado con agua fue el único que ocasionó pérdida de residuos de los insecticidas. Durante el secado, ya sea en horno o cancha, no se determinaron reducciones importantes de estos, por el contrario existió una clara concentración de sus residuos.

En general todos los plaguicidas se mantuvieron las cantidades estables durante el secado, produciéndose concentraciones altas como en el caso de buprofezin, y otras bajas como el caso de acetamiprid o thiacloprid (Figura 2). Este último insecticida, fue el único que mostró una pérdida de residuos importante, pero sólo en el secado en cancha (sol), lo cual podría estar relacionado a un efecto de degradación por efecto de la luz (fotólisis), u otros procesos más complejos como co-distilación (arrastre por el vapor del agua), los cuales han sido indicados como responsables de pérdida de residuos durante el secado de algunos plaguicidas (Cabras y col., 1998; Athanasopoulos y Pappas, 2005).

Los factores de concentración obtenidos para cada insecticida, tanto para manzana como para ciruela se muestran en el Cuadro 1.

Al relacionar algunos factores propios de los plaguicidas, como lo son lipofilicidad (K_{ow}), presión de vapor, solubilidad, peso molecular, fotólisis, densidad y relación volatilidad/solubilidad (Constante

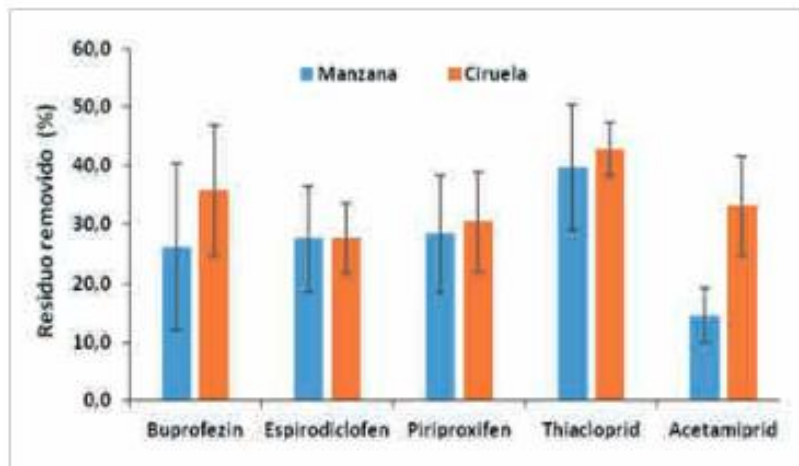


Figura 1. Efecto del lavado en la remoción del residuo de los diferentes insecticidas en manzanas y ciruelas. Valores corresponden al promedio de tres repeticiones (cada repetición es un fruto) \pm desviación estándar.

Plaguicida	Secado cancha		Secado horno	
	Manzana	Ciruela	Manzana	Ciruela
Buprofezin	3,423 \pm 0,687	3,682 \pm 0,448	3,666 \pm 0,882	2,942 \pm 0,288
Espirodiclofen	3,638 \pm 0,409	4,618 \pm 0,359	3,850 \pm 0,875	5,634 \pm 0,713
Piriproxiifen	2,000 \pm 0,396	2,771 \pm 0,466	3,276 \pm 0,507	2,493 \pm 0,243
Thiacloprid	0,652 \pm 0,111	0,949 \pm 0,147	1,924 \pm 0,287	2,315 \pm 0,388
Acetamiprid	2,283 \pm 0,354	1,302 \pm 0,073	2,344 \pm 0,266	1,222 \pm 0,682

Cuadro 1. Factores de concentración de los insecticidas en el proceso de deshidratado de manzanas y ciruelas. Valores corresponden al promedio de tres repeticiones \pm desviación estándar.

de Henry), se pudo determinar que en general, tanto para el secado en horno o en cancha, la concentración del residuo de los insecticidas, en ambos frutos, se relacionó significativamente con la lipofilicidad y constante de Henry, y en el caso del secado en cancha además con la fotólisis. Así por ejemplo, buprofezin con un $LogKow$ de 4,93, concentró sus residuos 1,5 y 2 veces más, en manzana y ciruelas, respectivamente, respecto a acetamiprid, el que presenta un $LogKow$ igual a 0,8 (Cuadro 1). Así mismo, thiacloprid, con un $LogKow$ igual a 1,26 presentó siempre una menor concentración de residuos en manzanas que ciruelas, además de concentrarse más al ser secado al horno que en cancha (Cuadro 1), lo que podría ser explicado por su baja relación entre presión de vapor y solubilidad (Constante de Henry), lo que se traduciría en una mayor facilidad de pasar desde el fruto al aire durante el secado con aire caliente.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo muestran que, en general, los residuos de plaguicidas que entran junto a la fruta al proceso de deshidratación no sufrirían pérdidas importantes, y que por el contrario se aumentaría la concentración a medida que la fruta pierde agua. Estos antecedentes preliminares, y que coinciden con algunos otros estudios, indican la necesidad de comenzar a considerar el destino final que se le dará a la producción agrícola al momento de desarrollar los programas de control de plagas y/o enfermedades. Es así como un jugo, una pulpa o un deshidratado elaborados a partir de una fruta con la misma carga de residuos presentarán concentraciones de residuos totalmente diferentes, y que en algunos casos podría complicar al momento de la comercialización al sobrepasar los LMRs.

Los efectos de los procesos agroindustriales sobre los residuos de plaguicidas u otros insumos agrícolas, es un tema de vital importancia en el cual hay que seguir investigando para ofrecer soluciones y respuestas con el fin de elaborar alimentos libre de residuos.

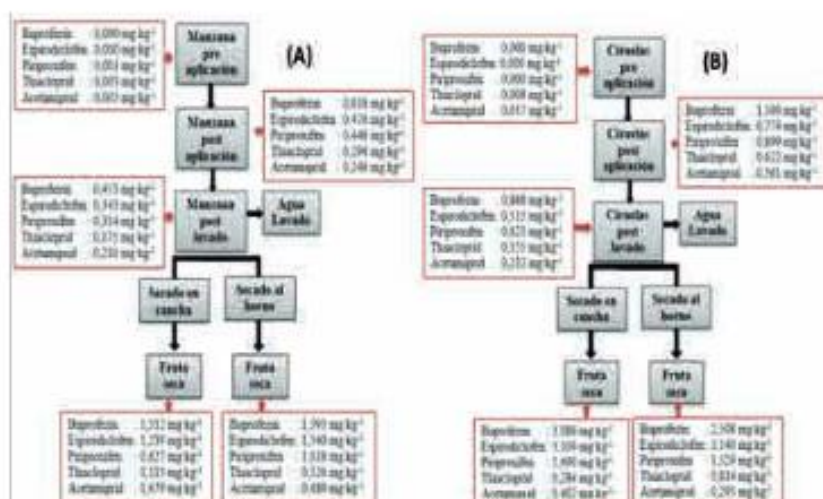


Figura 2. Concentración de los diferentes insecticidas durante el procesamiento de deshidratado de manzanas (A) y ciruelas (B), para la condición de deshidratado en cancha y horno. Valores corresponden al promedio de tres repeticiones (cada repetición es un fruto).



Los residuos de plaguicidas que entran junto a la fruta al proceso de deshidratación no sufrirían pérdidas importantes, y por el contrario se aumentaría la concentración a medida que la fruta pierde agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Alister, C., Araya, M., Morandé, J.F., Volosky, C., Saavedra, J., Córdoba, A., Kogan, M. 2014. *Journal of Agricultural and Natural Research* 41, 375-383.
- Athanasopoulos, P.E., Pappas, C. 2005. *Food Chemistry* 69(1), 69-72.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V., Melis, M., Pirisi, F., Cabitza, F., Pala, M. 1998. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 2309-2311.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V., Pirisi, F., Cabitza, F., Pala, M., Farris, G. 2000. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 6128-6131.
- Guardia-Rubio, M., Ruiz-Medina, A., Molina-Díaz, A., Ayora-Cañada, M.J. 2006. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 8538-8544.