

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN LOS ALIMENTOS PROCESADOS, CON ÉNFASIS EN EL CASO DEL VINO

ANALYSIS OF THE AVAILABLE INFORMATION ON MAXIMUM RESIDUE LIMITS OF PLANT PROTECTION PRODUCTS IN PROCESSED FOODS. EMPHASIS IN THE CASE OF WINE

Mario D. Mazzarella

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa) /
Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires - Argentina

Resumen

La seguridad alimentaria es un tema de creciente interés, ya que los consumidores se encuentran, a diario, expuestos a sustancias potencialmente tóxicas presentes en los alimentos, como son los residuos de productos fitosanitarios, procedentes de diversas prácticas empleadas en la producción, el procesado, la preparación, la conservación y el manejo de los alimentos. La utilización de un producto fitosanitario deja en el alimento, en muchos casos, un residuo o contaminante.

Toda sustancia tiene un nivel en el cual no produce efecto adverso; para que el consumidor que ingiera el alimento no sufra ningún riesgo debe "limitarse" la cantidad de dicho residuo a un nivel máximo por debajo del cual no afecte la salud.

Entre los atributos que conforman los aspectos de calidad e inocuidad de los alimentos se destaca el cumplimiento de los Límites Máximos de Residuos (LMR) de fitosanitarios, establecidos por las diversas legislaciones según el destino comercial.

En una dieta, parte de los residuos de productos fitosanitarios que se ingieren pueden provenir de alimentos (tales como fruta, vino, así como harinas, pastas, etc.), por lo tanto es lógica la preocupación ante los posibles problemas causados por la presencia de estos compuestos sobre la salud humana. Sin embargo, existe poca información nacional e internacional disponible sobre residuos en diversos productos elaborados.

Asimismo, se plantea la necesidad de comenzar a considerar la presencia de esos residuos a lo largo de los procesos industriales, lo que permitirá generar antecedentes y situaciones válidas para nuestra realidad que garanticen la inocuidad de los alimentos y sirvan de sustento para futuras normativas en caso de requerirlo.

Palabras clave: productos fitosanitarios, límites máximos de residuos (LMR), inocuidad, vino.

Abstract

Food security is a topic of growing interest, as consumers, every day, are exposed to potentially toxic substances in foods such as pesticide residues from various practices employed in the production, processing, preparation, conservation and management of food. The use of a plant protection product leaves in food, in many cases, a residue or contaminant.

Considering that every substance has a level at which no adverse effect occurs, so that the consumer to ingest the food does not suffer any risk must be "limited" amount of such waste to a maximum level below which no adverse effect occurs health.

Among the attributes that make the aspects of quality and food safety compliance with the Maximum Residue Level (MRLs) of pesticides permitted by the various legislations as the shopping destination of these stands.

On a diet, some of the residues of plant protection products consumed can come from foods such as fruit, wine and flour, pasta, etc, so it is logical concern over the possible problems caused by the presence of these compounds on human health. However, little information is available at national and international level waste in various processed as might be the case of wine products.

Also, there is a need to start considering the presence of these residues along industrial processes, which will generate information and valid to our reality situations that ensure food safety and is sustenance for future regulations if required.

Keywords: plant protection products, maximum residues level, safety, wine.

Introducción

Las producciones agrícolas pueden verse seriamente afectadas como consecuencia de la acción negativa de plagas y enfermedades. Para proteger los cultivos de consecuencias negativas, tanto antes como después de la cosecha, se suelen utilizar productos fitosanitarios. Un producto fitosanitario es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, controlar o destruir cualquier organismo nocivo, incluidas las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o interferencia negativa en la producción, la elaboración o el almacenamiento de los vegetales y los productos elaborados con ellos. El término agrupa coadyuvantes, fitorreguladores, desecantes y las sustancias aplicadas antes o después de la cosecha para protegerlos contra el deterioro durante el almacenamiento y el transporte (Comité de Salud Vegetal [COSAVE], 2013).

En la actualidad (y posiblemente en el futuro también lo sea), la agricultura no es concebida sin la utilización de estos productos. Pero, junto a las enormes ventajas que tiene su uso, la aplicación en forma indebida podría crear problemas, entre los que cabe destacar: resistencias del organismo nocivo, surgimiento de desequilibrios biológicos difíciles de resolver, problemas toxicológicos (para el aplicador, para el consumidor y para el medio ambiente) y alteración de la calidad de los alimentos (Porras Soriano, 2006).

Como se menciona, estos productos pueden producir efectos no deseados si no se regulan de forma estricta. Por tal motivo, en la mayoría de los países, existen autoridades reguladoras que administran la aprobación de los productos fitosanitarios para que sean comercializados en forma correcta (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN], 2013).

En la Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa) es el encargado de la aprobación de estos productos a través de la Resolución SAGPyA 350/1999, basada en la quinta edición y versión definitiva del manual sobre el desarrollo y uso de las especificaciones de la FAO en productos para la protección de cultivos. De esta manera, no pueden utilizarse productos fitosanitarios a menos que primero se haya establecido científicamente que:

- 1) No producen efectos perjudiciales en los consumidores, agricultores o terceros si se utilizan respetando las buenas prácticas agrícolas.
- 2) No tienen efectos perjudiciales para la salud y el medioambiente.
- 3) Son suficientemente eficaces para los usos a los que se destinará.

La utilización de los productos fitosanitarios en los cultivos puede llevar a la aparición de residuos, incluidos sus metabolitos y los productos resultantes de su degradación o reacción.

Teniendo en cuenta que toda sustancia posee un nivel cuya ingesta no produce un efecto adverso en el consumidor, debe “limitarse” la cantidad de dicho residuo en los alimentos de manera que no afecte la salud. Esto se conoce como Límite Máximo de Residuo (LMR) y se define como la cantidad máxima de residuo permitida en (o sobre) un alimento que no produce daño a la salud. Es importante destacar que estos límites no son toxicológicos, sino toxicológicamente aceptables, basados en una buena práctica agrícola (BPA) y representan la cantidad máxima de un residuo que es posible encontrar en un producto alimentario de origen vegetal como consecuencia del uso legal y racional de fitosanitarios (AESAN, 2013).

Se dice que los LMR no son límites toxicológicos porque su superación no implica necesariamente la existencia de un riesgo para la salud. Se dice, asimismo, que los LMR son toxicológicamente aceptables porque su cumplimiento asegura que no se producirán efectos tóxicos en los individuos, ni a corto ni a largo plazo.

En una dieta, parte de los residuos de productos fitosanitarios que se ingieren puede provenir de alimentos como frutas y verduras, bebidas como el vino, harinas, pastas, etc., por lo tanto, es lógica la preocupación ante los posibles problemas causados por la presencia de estos compuestos sobre la salud humana. Tanto a nivel nacional como internacional hay mucha información disponible referida a los productos primarios o crudos.

Un análisis de la degradación de los productos fitosanitarios en el nivel de campo y, en especial, por efecto de los procesos industriales, posibilitará al

país tener las condiciones y antecedentes para poder generar normativas válidas para nuestra realidad que permitan garantizar la inocuidad de los alimentos.

Teniendo en cuenta que en la Argentina no se realiza la determinación de LMR en productos procesados como el vino, se plantea la posibilidad de utilizar el presente trabajo como insumo para la implementación de futuras normativas en caso de requerirlo. La presencia de residuos de los productos fitosanitarios en los alimentos es uno de los aspectos más preocupantes en lo que a inocuidad se refiere por varios motivos: porque afectan a toda la población, por la especial sensibilidad de la opinión pública en las cuestiones referentes a la inocuidad de los alimentos, por su incidencia en el comercio internacional de alimentos de origen vegetal y por su influencia en las estrategias de lucha contra plagas (Coscolla, 1993).

Dicha temática es importante, tanto por sus repercusiones de orden toxicológico o sanitario, como por sus consecuencias económicas y comerciales, especialmente en las producciones hortofrutícolas y en las agriculturas de exportación como la de nuestro país, debido al control creciente que se está realizando (y es previsible que aumente) en los distintos mercados.

El marco legislativo en la República Argentina en materia de residuos de fitosanitarios se encuentra establecido en la Resolución Senasa 934/2010. Sin embargo, al analizar dicha normativa, se revela que los límites se encuentran fijados sobre materias primas sin transformar (productos agrícolas primarios o crudos), por ejemplo, uvas para vinificación en lugar de vino, aceitunas para producción de aceite en lugar de aceite, uvas de mesa en lugar de pasas. Es decir que para los productos procesados, en la mayoría de los países, se considera como LMR el establecido para el producto sin transformar. Por ejemplo, en Australia para productos procesados como es el caso del vino se aplican los LMR establecidos en la uva. En la Argentina, el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) no establece LMR de fitosanitarios para el vino, por lo que se consideran los LMR establecidos para uva por Senasa en la mencionada norma. Por ello, para conocer el LMR en productos procesados se hace necesario aplicar factores de procesamiento o elaboración (concentración, dilución, etc.) sobre el

LMR del producto sin transformar (producto primario o crudo).

Dichos factores no son considerados en la actualidad por las autoridades regulatorias, pero están comenzando a ser evaluados a nivel internacional y pueden obtenerse de diversas fuentes tales como el Codex Alimentarius y la Comisión Europea, aunque por el momento solo son valores orientativos.

En el caso particular del vino, entre los atributos que conforman los aspectos de calidad e inocuidad, se destaca el cumplimiento de los LMR de fitosanitarios permitidos por las diversas legislaciones según el destino comercial de estos (Molina, 2012). Durante varios años el Grupo Mundial de Comercio del Vino (GMCV) ha tratado de recopilar y compartir información sobre los LMR aplicables a las uvas y los vinos en sus países. Dicho grupo recopiló datos y armó una matriz para uvas y vinos, lo que muestra la desarmonía entre los países miembros del GMCV, entre los cuales se encuentran la Argentina, Chile, Australia, EE. UU. y Sudáfrica entre otros.

Discusión

Desde que un producto fitosanitario es pulverizado hasta que la cosecha tratada con dicho producto llega al consumidor, una parte mínima del producto se pierde por causas muy variadas: gotas que no alcanzan su objetivo, pérdidas por goteo, lavado, evaporación, por deriva, entre otras. La parte del producto fitosanitario que queda sobre el vegetal origina los residuos del producto fitosanitario o de sus metabolitos, que son motivo de análisis de este trabajo.

Asimismo, con el fin de proteger la salud de los consumidores, los organismos públicos de los distintos países han adoptado diversas medidas, entre ellas la fijación de los LMR para los distintos productos fitosanitarios sobre diferentes productos vegetales (Porrás Soriano, 2006).

El LMR se establece sobre la base de la Ingesta Diaria Admisibles (IDA), que es la cantidad de sustancia activa que puede ser ingerida por el consumidor cada día durante toda su vida sin que cause ningún riesgo para su salud, a la luz de la información científica disponible.

Se expresa en miligramos de producto fitosanitario por kilo de peso vivo y día (Senasa, 2010).

En la Argentina se promulgó en 1975 la primera disposición en la que se presentaba una lista de LMR que abarcaba un conjunto muy limitado de productos fitosanitarios. Esto demuestra que los LMR no son algo nuevo para el país y que pueden representar el último obstáculo que debe superar el agricultor en el difícil proceso de comercialización de sus productos, ya que es necesario que el producto para exportar cumpla con la legislación en materia de residuos fitosanitarios del país importador, como así también del país productor (en este caso la legislación argentina). Este requisito, que en principio no debería de ser difícil de cumplir si se emplean técnicas fitosanitarias de control adecuadas, resulta, de hecho, extraordinariamente complejo y constituye actualmente una de las barreras más importante para las exportaciones.

El problema de los residuos de productos fitosanitarios puede minimizarse si se utilizan métodos de control que reduzcan el número de intervenciones con fitosanitarios, si se efectúan los tratamientos químicos solo cuando sean necesarios, si se elige adecuadamente el producto fitosanitario, si no se superan la dosis mínimas eficaces, si se efectúa correctamente la aplicación y si se cuida el momento de aplicación, etcétera. Estas premisas se enmarcan dentro de lo que se llama Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Porras Soriano, 2006).

Cuando un fitosanitario es aplicado sobre una planta, el suelo, el agua u otro substrato, el depósito inicial del producto se degrada y se transforma en un residuo (Senasa, 2010). Este residuo depende de la dosis, el número de aplicaciones, la forma como se aplicó el producto, la naturaleza y el estado fenológico del cultivo que lo recibe, la metabolización en dicho cultivo, las condiciones ambientales (lluvia, temperatura, fotodescomposición), etcétera.

La representación gráfica de la degradación de los residuos de un fitosanitario se expresa mediante una curva, en la que la concentración del residuo del producto, expresada en partes por millón (mg/kg), se establece en función del tiempo, con su mayor depósito en el momento de la aplicación y las sucesivas fases de degradación y persistencia (Gráfico 1).

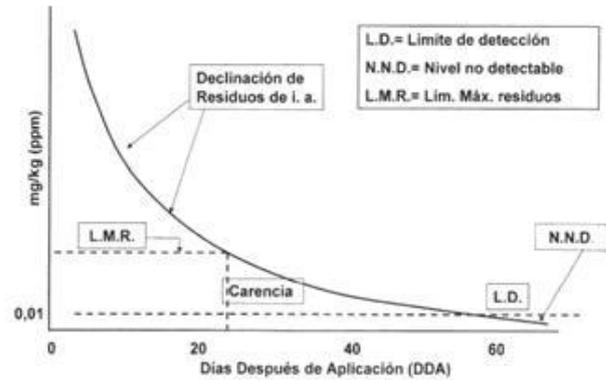


Gráfico 1. Curva de degradación de fitosanitarios

La degradación de los residuos es primariamente una función de cada tipo de fitosanitario y de las dosis empleadas; generalmente una dosis mayor deberá dejar un depósito más alto que una dosis menor, continuando ambas curvas de degradación en forma casi paralela por un corto tiempo, pero alcanzando la dosis menor el límite de detección en un plazo más breve (González, 2002). Un ensayo supervisado de residuos, o sea, la aplicación de un fitosanitario a una dosis conocida y el seguimiento de su degradación a través del tiempo, mediante la toma de muestras en forma periódica y el correspondiente análisis de sus residuos, permite construir una curva de degradación.

La información así obtenida posibilita fijar el nivel o límite máximo de residuos (LMR) y el período de carencia o intervalo de seguridad, que se define como el lapso que debe observarse entre la última aplicación al cultivo y la cosecha, a fin de que la concentración del residuo se sitúe por debajo del LMR establecido.

Residuos de productos fitosanitarios

Según el Codex Alimentarius, se entiende por “residuo de plaguicida o fitosanitario” cualquier sustancia especificada presente en alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales como consecuencia del uso de un fitosanitario. El término incluye cualquier derivado de un fitosanitario, como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción, y las impurezas consideradas de importancia toxicológica (CODEX, 2013).

Se debe distinguir entre la definición técnica, que suele coincidir con la que se ha enunciado, aunque existan divergencias de matiz entre las legislaciones de los distintos países, y lo que en la práctica se considera legalmente residuo de cada uno de los fitosanitarios que, en la mayoría de los casos, corresponde únicamente a los restos de la molécula original y solo para algunos fitosanitarios incluye estos restos más algunos metabolitos (Coscollá, 1993).

Para su determinación se tienen en cuenta dos criterios: uno toxicológico y otro agronómico. Esto es lógico puesto que, por una parte, la ingesta diaria de residuos de fitosanitarios debe ser tal que se tenga la seguridad de que no provocará efectos nocivos a la salud (criterio toxicológico) y, por otra, el fitosanitario debe lograr una eficacia adecuada sobre la plaga a combatir con la menor cantidad utilizada posible (criterio agronómico) (Coscollá, 1993).

El *criterio toxicológico* tiene en cuenta la ingestión diaria del fitosanitario a lo largo de toda la vida sin que se produzcan efectos adversos sobre la salud de los consumidores, según los conocimientos que actualmente se poseen. Se establecen las siguientes etapas para su determinación (Coscollá, 1993):

- Se obtiene el NOEL (non observed effect level), que representa la cantidad de plaguicida que, ingerido diariamente durante toda la vida de los animales en experimentación, no les provoca efectos nocivos. Se expresa en mg de fitosanitarios por kg de peso del animal y día (mg/kg y día).

- Para poder extrapolar el dato obtenido de animales en laboratorio a la especie humana, se divide el NOEL cien veces, que es el factor que se toma como coeficiente de seguridad. Esto se debe a que se considera que el hombre puede ser más sensible a los residuos que los animales en experimentación (hasta diez veces más), y que mientras que los animales en los lotes en experimentación son homogéneos, la población humana es heterogénea. Se obtiene así la Ingesta Diaria Admisible (IDA), que se expresa como mg de fitosanitarios por kg de peso del hombre y día (mg/kg y día). Según la FAO/OMS representa la cantidad de residuo de fitosanitario que, ingerida diariamente durante una vida entera, no muestra riesgos apreciables.

- Luego se determina el “nivel permisible” de residuo para el hombre en alimentos. Para esto se multiplica la IDA por el peso promedio del hombre (se estima en 60 kg) y se divide por el factor alimentario (consumo promedio *per cápita* del alimento que se sospecha que contiene los residuos de fitosanitario en consideración). Representa el máximo nivel toxicológico que nunca puede superarse y se expresa en mg de fitosanitario por kg de alimento (mg/kg o ppm).

El *criterio agronómico* se establece a través de ensayos de campo con el fin de conocer la concentración real del residuo objeto de estudio que queda sobre los alimentos cuando son tratados bajo Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Se entiende por BPA las condiciones de empleo de un fitosanitario necesarias y suficientes para lograr el grado de protección deseado respecto al parásito o la enfermedad combatida. Dicho en otras palabras, se trata de conseguir una eficacia adecuada en la protección fitosanitaria del cultivo y, al mismo tiempo, minimizar los riesgos toxicológicos y ambientales. Esto se consigue eligiendo las alternativas menos contaminantes, realizando el tratamiento solo cuando sea preciso, no superando las dosis recomendadas, respetando ciertos plazos de seguridad tras la aplicación, etcétera. El residuo del fitosanitario que quede en los ensayos a campo debe ser inferior al nivel permisible y es el que normalmente se toma como LMR (Coscollá, 1993).

En la Argentina el organismo encargado tanto de la aprobación de los productos fitosanitarios para su comercialización en todo el país como de la determinación de los LMR es el Senasa.

Residuos de productos fitosanitarios en alimentos procesados

Para evaluar el comportamiento de los residuos de productos fitosanitarios no solo son necesarios los resultados de los análisis llevados a cabo en plantas y productos vegetales (los que llamamos productos primarios o crudos), sino también los resultados de las pruebas de residuos llevadas a cabo en los productos vegetales procesados (los estudios llamados de procesamiento o transformación).

Aun cuando los productos fitosanitarios se utilicen correctamente, de acuerdo con las BPA, la presencia de los residuos en las plantas y productos vegetales es, en la mayoría de los casos, inevitable. Dado que muchas de estas plantas y productos vegetales son procesados antes de llegar al consumidor, dichos estudios de procesamiento permiten una mejor estimación de la exposición de los consumidores a los residuos, tal como fue explicado en puntos anteriores.

Los resultados de estos estudios posibilitan un cálculo más realista de la ingesta de las sustancias activas de los productos fitosanitarios o sus metabolitos por los consumidores, por lo que es factible una mejor evaluación del riesgo mediante el cálculo de la ingesta diaria máxima teórica (IDMT) de fitosanitarios (Comisión Europea, 1997). Dichos estudios de transformación no solo ayudarán a dar una estimación más real de la ingesta dietaria y una mayor posibilidad de comparar los datos, sino también a lograr la aceptación de los LMR a nivel internacional.

Como se aclaró anteriormente, el marco normativo en materia de residuos de fitosanitarios se encuentra establecido en la Resolución Senasa 934/2010 que no contempla LMR en productos vegetales transformados, como el vino. Para el establecimiento de LMR en productos transformados se pueden tomar como referencia fuentes internacionales como el Codex Alimentarius y la Comisión Europea, que ofrecen datos para fijar de manera armonizada los factores de procesamiento, lo cual más adelante se analizará con detalle.

Así pues, hasta el momento, la responsabilidad de acreditar el factor para aplicar en función del procesamiento al que ha sido sometido el producto primario o crudo recae sobre el exportador. Sin embargo, ya existen factores aceptados en el seno de la Unión Europea que pueden aplicarse para determinar si una muestra cumple o incumple la legislación sobre LMR de aquellos países que tienen valores establecidos en productos procesados y, a su vez, para refinar el cálculo de exposición. En determinados casos, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ha tomado en cuenta esta información para las nuevas solicitudes de LMR en productos procesados como parte de su dictamen de evaluación. A pesar de ello,

estos factores no están aún recopilados, por lo que se debería consultar en la página web de ese organismo las últimas “Reasoned Opinion” o los documentos del Codex Alimentarius para esa sustancia activa y verificar si ya hay un dato fijado (AESAN, 2013).

Por lo visto anteriormente, para conocer los LMR en productos transformados se hace necesario aplicar factores de transformación (concentración, dilución, etc.) sobre los LMR en el producto inicial.

Cálculo de residuos y factor de procesamiento

Los LMR en la Argentina son establecidos por el Senasa y, cuando se adopta un LMR para un determinado fitosanitario, se fija con un margen de seguridad importante. Este es el criterio adoptado por el organismo.

Tanto los criterios internacionales del Codex Alimentarius y FAO/OMS como los aplicados por la República Argentina determinan que la fijación de un LMR se efectúa sobre la base de las BPA, siguiendo los lineamientos del Manual de la FAO sobre la presentación y la evaluación de datos sobre residuos de fitosanitarios para la estimación de límites máximos para residuos en alimentos y piensos.

El establecimiento de un LMR basado en las BPA tiene efectos de diverso alcance. El primero es la metodología de evaluación de riesgos aplicable, ya que un LMR así fijado se corresponde con la técnica de aplicación del fitosanitario utilizada en forma correcta, límite que, además, debe asegurar la inocuidad del alimento para el consumidor. Debido a que la presencia de un residuo se produce cuando es necesario aplicar una sustancia con el objeto de proteger el cultivo, el nivel de presencia de ese residuo en el alimento no debería superar aquel que sea consecuencia de la dosis establecida según la BPA requerida para lograr la protección deseada del cultivo.

Como se mencionó en este trabajo, en la determinación de LMR hay dos criterios importantes bien definidos:

1. Criterio Toxicológico: Ingesta Diaria Admisible (IDA) → Largo Plazo (IDMT: Ingesta Diaria Máxima Teórica).

2. Criterio Agronómico: Buena Práctica Agrícola (BPA)
→ Ensayos Supervisados de Campo

Ahora también se puede tener en cuenta el factor de exposición, que estará dado por la ingesta de alimentos. Este sería el criterio alimentario o parte alimentaria
→ Estudios dietarios para medir exposición dietética efectiva: GEMS/Food Regional Diets (OMS) o CODEX (Conglomerados).

La legislación argentina establece la necesidad de que el LMR aprobado sea toxicológicamente aceptable, por lo que se debe efectuar un análisis de riesgo al consumidor. Este análisis se realiza a nivel crónico comparando los resultados con la IDA para el fitosanitario en cuestión. Se deben considerar varios segmentos de la población, como bebés, niños y adultos de ambos sexos. El análisis de Ingesta Crónica consiste en el cálculo de la IDMT (Ingesta Diaria Máxima Teórica) en el que se tienen en cuenta todos los LMR admitidos.

Conforme a lo antedicho y a la metodología descrita en las “Directrices para pronosticar la ingestión dietética de residuos de plaguicidas”, del Programa de Vigilancia y Evaluación de la Contaminación de los Alimentos del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS/Food), de la OMS, los valores de IDMT para fitosanitarios se calculan multiplicando el LMR establecido por distintas estimaciones de consumo diario medio per cápita de cada producto alimenticio, basadas en la dieta establecida por el GEMS/Food para América Latina y sumando luego los productos según la fórmula:

$$IDMT = \sum F_i \times LMR_i$$

(F_i es el consumo de un determinado producto alimenticio y LMR_i es el límite máximo de residuos correspondiente a dicho producto alimenticio).

La IDMT se compara con la Ingesta Máxima Permisible Teórica (IMPT). Esta última surge de la IDA de residuos del fitosanitario en cuestión para una persona de sesenta kilos de peso, y diez kilos de peso en el caso de los niños. La razón IDMT/IMPT se expresa en forma de porcentaje (AESAN, 2013). Cuando el IDMT es inferior a la IMPT no hacen falta

predicciones más precisas de la ingesta de residuos para descartar problemas de exposición.

La IDMT sobrestima considerablemente la ingesta real de residuos del fitosanitario debido a que, entre otras cosas, normalmente la concentración de residuos disminuye durante el almacenamiento, la preparación, la elaboración comercial y la cocción; y es improbable que todos y cada uno de los alimentos para los que se propone un LMR haya sido tratado con el fitosanitario en cuestión.

La incorporación al cálculo de la IDMT del factor de procesamiento proporciona una estimación más realista de la ingesta a largo plazo de residuos de fitosanitarios utilizados bajo las BPA.

El Factor de Procesamiento o Elaboración (P_f) se define solo a partir de los residuos de un compuesto en el cultivo primario o crudo, y se calcula de la siguiente manera:

$$P_f = \frac{\text{lmr en el producto procesado}}{\text{lmr en el producto primario o crudo}}$$

Al multiplicar el nivel de residuos por un factor de procesamiento que tiene en cuenta cualquier cambio en el nivel de residuos que puede ocurrir durante el procesamiento, tales como lavado, cocinado, pelado, etcétera, la fórmula resultante para el cálculo de IDMT es la siguiente:

$$IDMT: \sum F_i \times LMR_i \times P_f$$

(F_i es el consumo de un determinado producto alimenticio, LMR_i es el límite máximo de residuos correspondiente y P_f es el factor de procesamiento de dicho producto alimenticio).

El caso del vino

En los últimos diez años, la Argentina se ha incorporado a los países exportadores de vinos y ocupa el décimo primer lugar con productos de excelente calidad (INV, 2013).

El Grupo Mundial del Comercio del Vino, en el que la Argentina participa, ha trabajado durante varios años para recopilar y compartir información sobre los LMR aplicables a uvas y vinos en los países miembros. Dicho grupo ha confeccionado una matriz de LMR de fitosanitarios en uva actualizada en noviembre 2012, en la cual se puede observar la desarmonía entre los LMR dentro de los países participantes del GMCV. En la mayoría de los casos, para los datos que figuran en esa matriz en uvas no se especifica si el LMR indicado es aplicable solamente a las uvas o al subconjunto de la fruta (en el caso de Australia un determinado LMR se aplica a “bayas y otras frutas pequeñas” o a “fruta”) (GMCV, 2013).

Por lo tanto, es difícil determinar las preocupaciones comerciales ya que datos claves, como la selección de la matriz a evaluar o el criterio para extrapolar al alimento procesado (en este caso el vino), aún son inciertos, lo que implica que países exportadores como la Argentina estén atentos a cambios en los criterios de establecimiento, como así también a las matrices en las cuales se determinan, ya sea por un tema comercial o de inocuidad.

Un factor importante que conduce a la reducción de los residuos que quedan en los cultivos durante la cosecha son los procesamientos o tratamientos tales como lavado, cocinado o pelado que la mayoría de los alimentos reciben antes de llegar al consumo.

En la actualidad existe información respecto al traspaso, real y potencial, de algunos fitosanitarios desde la uva al vino; sin embargo, este es variable y está asociado, principalmente, al grado de afinidad del compuesto con los componentes grasos de la fruta, relación de afinidad que se conoce como Coeficiente de Partición Octanol/Agua, que normalmente se expresa como LogK_{ow} , y al proceso de vinificación al cual se someterá la uva (tinta y blanca): fermentaciones, usos de sistemas de filtración, etcétera (Ailster y col., 2013).

En la práctica, la falta de datos detallados, particularmente de las interacciones con los componentes de los alimentos, resulta el enfoque más empírico que se ha estimado. Se requiere más investigación sobre algunos de estos procesos físico-químicos fundamentales con fitosanitarios en el contexto de la elaboración de alimentos. Sin embargo,

los efectos generales del procesamiento pueden ser racionalizados mediante el uso de estas consideraciones.

Las autoridades regulatorias están cada vez más interesadas en este tipo de datos. Los estudios sobre los efectos del almacenamiento y de algunas técnicas de procesamiento comercial sobre los residuos en los alimentos están comenzando a ser parte de los requisitos de registro de fitosanitarios en algunos países. La reunión conjunta FAO/OMS sobre residuos de plaguicidas (JMPR) considera los efectos del procesamiento parte de sus revisiones de los datos de residuos de fitosanitarios en particular. Algunos gobiernos miembros también están considerando necesario presentar datos sobre el procesamiento para tranquilizar a los consumidores en cuanto a la exposición real (LMR) frente a los niveles de residuos en los alimentos.

En el caso puntual del vino, la elaboración de este no implica necesariamente dilución y, por lo tanto, sería mayor la probabilidad de detectar los residuos. Así, fueron revisadas las características residuales de los principales fungicidas utilizados en la viticultura (Holland y col., 1994). Además de la transferencia de los residuos de la uva al mosto, la estabilidad de los residuos en la fermentación y los procesos de clarificación son factores importantes.

Los residuos presentes en los mostos pueden ser absorbidos por los sólidos producidos durante la fermentación y, en consecuencia, se perderían en los procesos de clarificación. Sin embargo, una serie de fitosanitarios con solubilidades y estabilidades adecuadas puede dar lugar a la presencia de residuos en el vino.

La Tabla 1 resume los datos disponibles sobre las reducciones (en porcentajes) de los residuos que han sido encontrados durante el procesamiento de la uva en vino. Además, puede ocurrir la degradación de los residuos durante almacenamiento.

Tabla 1: Efectos de la vinificación sobre los residuos en uva

Effects of juicing and vinification on pesticide residues from grapes.

Pesticide	% Reduction in residue from field grape			Reference
	Must	Clarified juice	Wine	
benomyl	0	0	0,75 ^a	68
captafol	50	95	100	69
chlorothalonil	12-33	-	-	JMPR, 1979
dialiflor	-	-	90	67
dimethoate	-	-	15	67
folpet	50	95	100	69
iprodione	45-70	60-80	70-87	JMPR, 1977
metalaxyl	0	30-50	66	51
methidathion	-	-	54	67
methiocarb	0-10	-	40-70	JMPR, 1981
procymidone	40	-	70	JMPR, 1981
propiconazole	70	-	100	JMPR, 1987
triadimefon + triadimenol	50	-	50-100	JMPR, 1979
vinclozolin	59-88	80	89-93	JMPR, 1986

- not determined ^a bentonite fining

Fuente: P. Holland, D. Hamilton, B. Ohlin y M. Skidmore (1994)

Como se mencionó en este trabajo, existen estudios que muestran que la presencia de residuos en el vino depende del fitosanitario, en especial del LogK_{ow} (Coeficiente de Partición Octanol/Agua) en cada producto. Los fitosanitarios con LogK_{ow} de 2,5 a 4,0 podrían pasar hasta en un 10 % al vino, mientras que los que presentan valores de 0,5 a 2,0 pasarían de 20 % a 50 %, el proceso más determinante es la obtención del jugo de uva (mosto) (Ferrer y col., 2009). En la actualidad, no existe suficiente información que demuestre el efecto de los distintos procesos de vinificación en la pérdida o la concentración de los residuos de fitosanitarios en estos, y menos aún de la relación existente entre el proceso agroindustrial y la disipación de los residuos en el campo (períodos de carencia).

Conclusiones

El crecimiento constante de la población mundial conlleva la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos, a tal punto que las Naciones Unidas –a través de su agencia encargada de evaluar y velar por la agricultura y la alimentación del planeta, la FAO– estimó que dicha producción debería duplicarse en el término de los próximos treinta años (Senasa, 2010). Este incremento en la productividad no podría

darse sin la utilización de productos fitosanitarios o agroquímicos, junto con otras tecnologías innovadoras que permitan satisfacer la demanda de alimentos.

Por lo tanto, los fitosanitarios son una herramienta necesaria para producir alimentos suficientes para satisfacer la demanda mundial, ya que son oportunos para el control de plagas y enfermedades que afectan la producción agropecuaria, por lo que su uso es inevitable.

En la actualidad, ha aumentado también el interés de los consumidores por la seguridad e inocuidad alimentarias, y las contaminaciones químicas –dentro de las cuales se encuentran los fitosanitarios– es uno de los aspectos que más preocupación provoca. Esto se refleja en las cada vez más estrictas normas relacionadas con este tema que se están generando tanto a nivel gubernamental como privado. Es así como los exportadores argentinos de productos agrícolas primarios y procesados deben enfrentar variadas restricciones y normas reglamentarias, muchas veces no armonizadas, relativas al cumplimiento de LMR de fitosanitarios empleados en la protección de cultivos impuestas por los países importadores. A lo antedicho, deben agregarse otras reglamentaciones de grupos comerciales (importadores, supermercados, asociaciones) que buscan caracterizar sus alimentos con exigencias aún más estrictas que las dispuestas en las normas dictadas por sus propios gobiernos.

Como reflejan las estadísticas del Instituto Nacional de Vitivinicultura, la Argentina se ha posicionado entre los principales países exportadores de vinos. Teniendo en cuenta que la temática de los LMR abarca tanto temas toxicológicos y de salud relacionados con la inocuidad alimentaria como así también temas comerciales debido a la discrepancia que hay a nivel internacional en los LMR, es necesario comenzar a evaluar perfectamente los requerimientos de cada mercado respecto a los LMR en productos primarios. También aquellos que comienzan a aplicar dichos límites en productos procesados, los cuales, como se vio en este trabajo, no son frecuentemente determinados, sino que lo común es la determinación únicamente en el producto primario.

Por ello, para conocer los LMR en productos transformados se hace necesaria la aplicación

de factores de procesamiento o elaboración (concentración, dilución, etc.) sobre los LMR del producto inicial (producto primario o crudo). Dichos factores no están siendo aplicados en la actualidad por las autoridades regulatorias, pero están comenzando a ser evaluados a nivel internacional y pueden obtenerse de diversas fuentes como el Codex Alimentarius y la Comisión Europea, aunque por el momento son valores orientativos.

Para cualquier alimento, y en particular para el vino, una característica que se le atribuye a la calidad e inocuidad es el cumplimiento de los LMR de fitosanitarios permitidos por las diversas legislaciones según su destino comercial. En la actualidad, la mayoría de los países para los productos procesados, como es el caso del vino, considera como LMR el establecido para el producto primario, en este caso la uva. Teniendo en cuenta las nuevas perspectivas referidas a la inocuidad y la calidad de los productos en el nivel mundial, no será una excepción el caso del vino, por lo que la determinación de residuos debería comenzar a considerarse.

En nuestro país no existen hoy iniciativas de conocimiento público que aborden el problema de la transferencia de residuos de fitosanitarios presentes en los productos agrícolas primarios a sus productos alimenticios elaborados o procesados, y solo han realizado aproximaciones algunas empresas de agroquímicos preocupadas por el traspaso de residuos presentes en la uva al vino. La normativa de registro de fitosanitarios no establece el requisito de determinación de LMR en el producto elaborado.

La Argentina se definió internacionalmente como un exportador de alimentos de calidad, y los residuos de plaguicidas son uno de los atributos que conforman dicho parámetro. Como se desprende del análisis realizado en este trabajo, esta cualidad es tenida en cuenta en los productos primarios pero es incipiente aún en los productos procesados.

Los estándares internacionales, muchas veces, solicitan que estos productos salgan al mercado con el mínimo (e idealmente la ausencia) de residuos de fitosanitarios; por lo cual si no se comienza a desarrollar información, podrían producirse situaciones que afectarían el comercio desde el punto de vista de la inocuidad y

la calidad. Por ello, debe empezar a considerarse la presencia de esos residuos a lo largo de los procesos industriales, los cuales deben ser tenidos en cuenta en el momento de realizar el análisis de riesgo al consumidor.

Este trabajo intentó poner en conocimiento las nuevas exigencias que podrían surgir con relación a los residuos de fitosanitarios en lo que respecta a los productos procesados, lo cual debería ser tenido en cuenta también en las normativas de registro y para el establecimiento de LMR.

En tal sentido, no existe suficiente información sobre el efecto de los distintos procesos de vinificación en la pérdida o la concentración de los residuos de fitosanitarios, y menos aún sobre la relación existente entre el proceso agroindustrial y la disipación de los residuos en el campo (períodos de carencia); se podrían realizar estudios con el objeto de determinar el traspaso de los residuos de plaguicidas desde la materia prima (uva vinífera) al producto primario (vino), identificando así los pasos críticos que tengan mayor incidencia en la remoción de fitosanitarios dentro del proceso de vinificación.

Bibliografía

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) (2013), *Gestión de Riesgos Químicos. Productos Fitosanitarios*, Madrid [en línea]. Disponible en: <http://www.aesan.mspsi.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subseccion/fitosanitarios.shtml> [Consulta: agosto de 2013].
- Alister, C.; Araya, M.; Morandé, J.; Volosky, C. y M. Kogan (2013), “Disipación de plaguicidas utilizados en uva vinífera y traspaso de sus residuos al vino”, *Revista Redágricola*, Chile [en línea], Disponible en: <www.redagricola.com>.

- Codex Alimentarius (2013), “Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos”, *Base de datos en línea del CODEX sobre los residuos de plaguicidas en los alimentos* [en línea]. Disponible en: <<http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/index.html?lang=es>> [Consulta: abril de 2013].
- Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (1996), *Glosario de términos afines al registro de productos fitosanitarios* [en línea]. Disponible en: <http://www.cosave.org/sites/default/files/erpf/st20700v000102_esp.html#-P->> [Consulta: abril de 2013].
- Commission of the European Communities. Appendix E – Processing studies; 7035/VI/95 rev.5. 22/7/1997 [en línea]. Disponible en: <<http://ec.europa.eu/food/plant/protection/resources/app-e.pdf>> [Consulta: abril de 2013].
- Coscollá, R. (1993), *Residuos de plaguicidas en alimentos vegetales*, Madrid, Ediciones Mundi Prensa, pp. 85-92.
- European Union, Directorate General for Health & Consumers (2010), “European Union Pesticides database. Pesticides Web Version - EU maximum residue levels (MRLs)”, *Regulation (EC) N.º 396/2005* [en línea]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm> [Consulta: mayo de 2013].
- Ferrer, C.; Medina, P.; Mezcuca, M.; Belmonte, N.; Uroz, M. y A. Fernandez-Alba (2009), “Second Latin American Pesticides Residue Workshop”, *Food and Environment*, June N.º 11, Santa Fe, p. 197.
- González, R. H. (2002), *Degradación de residuos de plaguicidas en huertos frutales en Chile*, Santiago de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, pp. 71-103.
- Grupo Mundial Del Comercio Del Vino (GMCV) - World Wine Trade Group (WWTG) [en línea]. Disponible en: <<http://www.wwtg-gmcv.org/>> [Consulta: agosto de 2013].
- Holland, P.; Hamilton, D.; Ohlin, B. y M. Skidmore (1994), “Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. International union of pure and applied chemistry”, *Pure & Appl. Chem.* Vol. 66, N.º 2, pp. 335-356.
- Instituto Nacional de Vitivinicultura, *Exportaciones Argentinas de vinos* [en línea]. Disponible en: <http://www.inv.gov.ar/est_exportaciones.php?ind=2013> [Consulta: junio 2013].
- Molina, I. (2012), *Metodología para la determinación de plaguicidas bencimidazoles en vinos*, Tesis de Licenciatura en Bromatología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas* [en línea]. Disponible en: <<http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/pests/code/es/>> [Consulta: agosto de 2013].
- Organización Mundial de la Salud (OMS), Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente - Control de Contaminación de Alimentos y Evaluación (SIMUVIMA / Alimentos) [en línea]. Disponible en: <http://www.who.int/foodsafety/chem/gems_regional_diet.pdf> [Consulta: marzo de 2013].
- Porrás Soriano, A. (2006), *Mejora de la tecnología de la pulverización de productos fitosanitarios sobre plantaciones de vid en espaldera*, Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba, Universidad de Córdoba, España.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (2010), *Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Preguntas frecuentes sobre pesticidas*, Argentina [en línea]. Disponible en: <<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=781&io=12623>> [Consulta: agosto de 2013].

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (1999), Resolución SAGPyA 350/1999, *Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas*, Argentina [en línea]. Disponible en: <<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1447&io=15900>> [Consulta: agosto de 2013].

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (2010), Resolución N.º 934/2010. *Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos fitosanitarios en la República Argentina*, Argentina [en línea]. Disponible en: <<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1043&io=4375>> [Consulta: marzo de 2015].

The Australian Wine Research Institute (AWRI), *Maximum Residue Limits (MRLs)* [en línea]. Disponible en: <http://www.awri.com.au/industry_support/viticulture/agrochemicals/mrls/> [Consulta: marzo de 2013].

Tsiropoulos, N. (1999), "Evaluation of teflubenzuron residue levels in grapes exposed to field treatments and in the must and wine produced from them", *J. Agric. Food Chem.* N.º 47, pp. 4583-4586.