

BUENAS PRÁCTICAS DE APLICACIÓN EN CULTIVOS PLANOS EXTENSIVOS. DISTANCIAS A ZONAS URBANAS. CRITERIOS Y SOLUCIONES

Etiennot, Alberto¹; Piazza, Augusto^{1,2}

¹Dyehuty Agropecuaria S.R.L. Alsina 1441, 2° piso, Of. 206 CABA. ²Universidad Argentina de la Empresa. etiennot@dyehuty.com, apiazza@dyehuty.com

Recibido: 8 de agosto de 2010
Aceptado: 26 de agosto de 2010

Resumen: BUENAS PRÁCTICAS DE APLICACIÓN EN CULTIVOS PLANOS EXTENSIVOS. DISTANCIAS A ZONAS URBANAS. CRITERIOS Y SOLUCIONES. Alberto Etiennot, Augusto Piazza. *Acta Toxicol. Argent. 2010 18 (2): 40-53*. El presente trabajo engloba todos los conocimientos actuales y disponibles técnico científicos con respecto a las aplicaciones de agroquímicos en proximidad a las zonas periurbanas y urbanas, considerando los diversos factores que contribuyen a un eficiente y eficaz trabajo agrícola, sugiriendo prácticas y estableciendo distancias a favor de la seguridad de la población y de las Buenas Prácticas Agrícolas. Concluyendo en un cuadro de sugerencias basado en la toxicidad aguda de los agroquímicos

Palabras clave: Distancias; Agroquímicos; Aplicaciones; Buenas prácticas agrícolas.

Abstract: GOOD PRACTICES OF APPLICATION ON EXTENSIVE FLAT CROPS. DISTANCES TO URBAN AREAS. CRITERIONS AND SOLUTIONS. Alberto Etiennot, Augusto Piazza. *Acta Toxicol. Argent. 2010 18 (2): 40-53*. The present document includes the whole current and available scientific technical knowledge regarding to the agrichemical applications next to the rural-urban and urban zones, considering the several factors that contribute to an efficient and effective agricultural work, suggesting practices and establishing distances in favour of the population's security and of the Good Agricultural Practices. Concluding in a picture of suggestions based on the acute toxicity of the agrichemicals.

Key words: Distances; Agrochemicals; Applications, Good Agricultural Practices.

INTRODUCCIÓN

La consideración sobre el ambiente está creciendo en la sociedad como punto de atención, esto está demostrado por el alto grado de preocupación puesto de manifiesto en la producción agropecuaria, particularmente en los últimos tiempos, en lo referente al uso de los agroquímicos.

La utilización de los productos fitosanitarios en la producción de alimentos representa un beneficio innegable, garantizando una mayor producción de los mismos bajo normas de calidad y haciendo que ésta sea mucho más estable (Association of Food and Drugs 1965). Sin embargo, la aplicación de estos insumos en forma inapropiada y desaprensiva entraña posibles riesgos tóxicos para la salud ya sea en forma accidental o por un manejo inadecuado de dichos productos (Costa y col. 1997).

Debido al desarrollo creciente que están teniendo los cultivos y las ciudades, los habitantes

perciben las prácticas de manejo y aplicación de fitosanitarios como un riesgo potencial para su salud y el medio ambiente.

El clima de incertidumbre acerca de los impactos de los agroquímicos a veces se convierte en un conflicto entre agricultores y pobladores de las zonas periurbanas. Se denomina zonas periurbanas a los espacios intermedios y sin delimitación aparente entre lo que se considera campo y lo que se define como ciudad, en los cuales coexisten ambos.

Los cambios de urbanización y desplazamientos de las zonas agrícolas requieren el establecimiento de un marco metodológico que contribuya a la comprensión de los procesos de cambio en los sistemas de producción agropecuaria en zonas periurbanas, y el análisis de sus implicancias y tendencias futuras con fines de planificación sustentable en el tiempo. En este tema, los municipios y/o las intendencias deberían realizar el ejercicio de diagramación

urbana de las respectivas poblaciones y ciudades, a efectos de ajustar consecuentemente la localización actual y futura de los parques industriales y las zonas agrícolas linderas.

Dichos cambios han puesto de manifiesto aquellas prácticas exclusivas del sector agrícola, en la mira de la percepción pública, debido a los accidentes y/o posibles malas prácticas en la aplicación de los agroquímicos, e impulsan la necesidad de mejorar las regulaciones y los controles tanto a nivel provincial como municipal.

La calidad de aplicación de los productos químicos no sólo permite un control y/o manejo eficiente de las adversidades bióticas que afectan la producción (Maccarini 1993), sino que considera de una manera especial a la máquina utilizada, su regulación, las condiciones climáticas al momento de la aplicación y la capacitación del operario, todos estos factores inciden en los procesos de contaminación ambiental y en la salud del operario mismo (Lansón y col. 2009).

Las Buenas Prácticas de Aplicación son un conjunto armónico de técnicas y prácticas aplicables a la distribución de fitosanitarios, tendientes a lograr que el producto pueda expresar su máxima capacidad para la que fue concebido, disminuyendo al máximo cualquiera de las diferentes formas de deriva, evitando así los posibles daños emergentes a la salud y al ambiente (FAO 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Una aplicación de agroquímicos, considerando las propiedades físicas y químicas de la sustancia a utilizar (Piazza y col. 1999), la calidad del vehículo empleado en el caldo, las condiciones climáticas como humedad, temperatura, dirección y velocidad del viento, el equipo de aplicación utilizado y sus componentes, capacitación del operario, tanto sea en aplicaciones aéreas como terrestres, irremediablemente condicionan a un buen resultado (FAO 2003a; FAO 2003b).

Las distintas variables fueron analizadas por los autores, y se considera que la expansión actual de las áreas de siembra de cultivos extensivos (cereales, oleaginosos y forrajeras), conlleva la necesidad de un incremento en el uso de productos fitosanitarios. Además, es necesario y conveniente, contar con disposiciones específicas tendientes a reducir los posibles riesgos derivados de la aplicación y utilización incorrecta de productos fitosanitarios,

cuando dichos cultivos se desarrollan en las inmediaciones de zonas urbanas, suburbanas y centros poblados.

Resulta un hecho que la utilización de cualquier sustancia química, natural o de síntesis (Piazza 2005), puede presentar riesgos para el aplicador, como así también para aquellos que se hallen expuestos a la aplicación, considerando no solamente la toxicidad aguda de los mismos, sino también la toxicidad crónica. Definida esta última como los efectos adversos que ocurren como resultado de dosis repetidas diariamente de la misma sustancia química, o exposición diaria a esa sustancia química, durante la mitad de la vida de una persona (Organización Mundial de la Salud 1958).

CONSIDERACIONES

Frente al vacío de unificación de criterios en lo relativo a la regulación por parte de autoridades nacionales, provinciales y municipales de las pulverizaciones aéreas y terrestres en áreas periurbanas, los autores estimamos oportuno enunciar a modo de colaboración y como sugerencia, algunos conceptos que puedan poner luz en las consideraciones sobre el empleo correcto y responsable de agroquímicos.

Está explícito que la responsabilidad en la aplicación de los agroquímicos es compartida, no solamente por el aplicador, el dueño del campo, el director o asesor técnico y la industria, sino también por las autoridades locales y nacionales en su actividad de reglamentar y controlar (Guía de Uso Responsable de Agroquímicos 2010).

Todos, en su conjunto, tienen el compromiso y el deber de asegurar la correcta técnica de aplicación para evitar posibles efectos de contaminación (Etiennot 2007), no sólo por ellos mismos, sino también por las generaciones futuras.

En la década del 70', la denominación genérica que se asignaba a la distribución de agroquímicos era simplemente "fumigar", luego durante los 80', el concepto era "mojar bien", a partir de los 90' a la fecha, comenzamos a hablar de "cobertura" entendiendo como tal a la cantidad de gotas por centímetro cuadrado en el blanco; "variación del tamaño de gotas (referida a la uniformidad) en la población que conforma la aspersión" (amplitud relativa); "coeficiente de variación de la pulverización" (como medida de la homogeneidad en la distribución de las gotas en el cultivo) y de

la “deriva del fitosanitario” como parámetro indeseable para toda pulverización.

Centrando la atención en este último proceso, “la deriva”, por tratarse del efecto más importante a los fines de la presente consideración en el empleo de agroquímicos en zonas periurbanas, podemos asegurar que los factores que interactúan en dicha manifestación, configuran un escenario complejo, muchas veces poco conocido.

DESARROLLO

Con el objeto de realizar un aporte al conocimiento sobre la posible exposición de la población a los agroquímicos y disminuir sus efectos potenciales, consideraremos los factores climatológicos y técnicos que interactúan en el efecto conocido como deriva.

Todo producto fitosanitario que desvía o deriva su trayectoria de aplicación fuera de su objetivo es un posible contaminante del medio.

Según la Norma ASAE S-572, se denomina deriva, al desplazamiento de la aspersión fuera del blanco, determinado por transporte de masas de aire o por falta de adherencia (American Society of Agricultural Engineers 2004).

Por su parte, la Coalición Nacional de Minimización de la Deriva, de Estados Unidos (National Coalition on Drift Minimization 1997), define a la deriva como “el movimiento de las partículas pulverizadas y vapores fuera del blanco, provocando menor efectividad de control y posible daño a la vegetación susceptible, vida silvestre y a las personas”.

Cuando se habla de deriva, en general, se la asocia con el efecto que origina habitualmente el viento, pero en realidad hay otros tipos de deriva menos visibles, originados por la humedad relativa y la temperatura ambiente. Todos estos factores sumados al tamaño de las gotas asperjadas, tendrán mucho que ver con el aumento o disminución de la deriva.

Existen varios tipos de derivas, originados en causales diferentes, en términos generales podemos considerar:

- Deriva de vapor: asociada a la volatilización directamente relacionada con la presión de vapor, estado físico del producto y temperatura ambiente.
- Deriva de partículas: movimiento de partículas pulverizadas durante y después de la aplicación, asociada al tamaño de gota empleada en la pulverización y a las condiciones ambientales.

A efectos de realizar un más detallado análisis

de los factores intervinientes en el complejo proceso de la deriva, podremos citar según Gil Moya (2003) a tres grupos de factores básicos:

- Factores climáticos.
- Factores físicos y químicos del producto aplicado.
- Factores tecnológicos relacionados con las técnicas de aplicación.

Factores climáticos

Temperatura

La incidencia de la temperatura en el proceso de evaporación de gotas se analizará junto a la humedad relativa del aire más adelante, no obstante, consideraremos además, que altas temperaturas reducen la efectividad de muchos productos y bajan notablemente la persistencia de los mismos, pero en otros, como algunos fosforados, producen vapores, los que originan efectos indeseables de deriva.

La presión de vapor, ligada a la deriva de vapor, se incrementa con el aumento de la temperatura y disminuye cuando desciende la misma en el proceso de volatilización.

Muy ligado a las variaciones de temperatura, pero en un sentido vertical, se debe considerar el proceso denominado de “inversión térmica” (temperaturas más altas a mayores alturas).

Se define la inversión térmica como la situación en la que, contrariamente a lo que sucede normalmente con el gradiente térmico, éste manifiesta un aumento de la temperatura al aumentar la altitud. En este caso, se inhiben los movimientos verticales y se genera una gran estabilidad atmosférica.

Es decir, que este fenómeno se presenta cuando el patrón normal de temperatura en la atmósfera se comporta de forma contraria, manifestando la temperatura un aumento con la altitud.

Este fenómeno climático es totalmente natural y resulta del intercambio de energía calorífica entre la corteza terrestre y las capas de aire de la atmósfera.

El sol calienta el suelo durante el día, al finalizar éste, el suelo comienza a irradiar parte del calor acumulado a la atmósfera. El aumento de energía provocada por tal irradiación sobre las moléculas del aire de las capas más próximas al suelo, genera una corriente de aire ascendente. Si se realiza una aplicación de agroquímico en esas condiciones de estabilidad atmosférica, el asperjado queda suspendido, imposibilitado de descender y ante

la posible presencia de una corriente de aire (viento) puede arrastrar las gotas, si éstas son de pequeño tamaño, fuera de la zona de tratamiento originando molestas derivas.

El proceso de "inversión térmica" puede observarse en la mayor parte de la noche, a primeras y últimas horas del día, generando estabilidad atmosférica limitando las dispersiones. Es muy fácil de observar este efecto en un camino de tierra, cuando al paso de un vehículo, las partículas de tierra quedan en suspensión por un largo espacio de tiempo después del paso del vehículo, o bien, observando una columna de humo, la que al llegar a la zona de inversión térmica deja de ascender y adopta un movimiento horizontal.

Humedad relativa del aire

Es un componente importante en la consideración de las derivas y, además, resulta casi determinante, junto a la temperatura, de la posibilidad o no de realizar una aplicación toda vez que afecta al proceso de evaporación de las gotas del asperjado. Valores de humedad muy bajos, 50% o menos, pueden causar gran evaporación reduciendo el diámetro de las gotas antes que ellas lleguen al blanco.

La temperatura y la humedad son de gran importancia y operan en una reciprocidad muy estrecha, de forma tal que suele contribuir al aspecto más importante y determinante de la evaporación de las gotas que constituyen el asperjado.

La velocidad de evaporación depende: de la humedad relativa, del aumento de la temperatura del aire y de la velocidad del viento.

Es evidente, entonces, que la velocidad de evaporación es máxima cuando la humedad relativa es baja, las temperaturas son elevadas y el viento se manifiesta activamente.

En la *Figura 1* puede observarse la combinación de diferentes temperaturas y humedades relativas, que grafican las posibilidades de realizar las pulverizaciones, tanto terrestres como aéreas. O, por el contrario, cuando las condiciones exigen extremar los cuidados, y es necesario producir cambios en la técnica de aplicación y hasta el extremo de suspender la actividad.

Viento

Importan la intensidad y la dirección del mismo, esta última en relación a las zonas periurbanas o cursos de agua más próximos.

Es sabido que la ausencia total de viento no

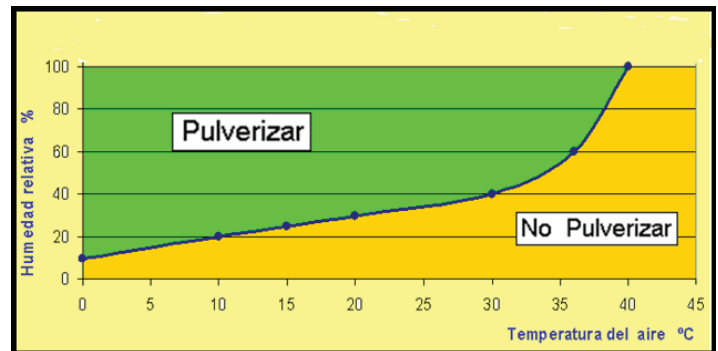


Figura 1. Combinación de temperaturas y humedades para determinar la oportunidad para realizar la pulverización.

es aconsejable al realizar una aplicación pero, por el contrario, tampoco vientos excesivos son apropiados ya que pueden llevar el pulverizado a zonas no apropiadas.

Los análisis anteriormente realizados, eximen de otros comentarios referidos a la gravitación del viento en las aspersiones agrícolas.

Tanto en el empleo de equipos terrestres como aéreos, existe la disponibilidad de técnicas y de agregados al caldo pulverizado, con el fin de reducir los efectos negativos de los vientos con cierta intensidad (Wiles 1994).

Algunos autores (Costa y col. 1997) toman como límite 15 km/hora en general, sin considerar cuestiones agronómicas específicas, pero en este caso podría considerarse como el límite máximo en zonas próximas a urbanizaciones, cuerpos o fuentes de agua y cultivos sensibles, debiendo ser, además, el sentido del viento, contrario a estas zonas sensibles.

Factores físicos y químicos del producto aplicado

Los factores físicos y químicos de cada sustancia, relacionados con su formulación, indican qué distintas medidas se deben tener en cuenta en la aplicación, como es el caso de la tensión superficial, presión de vapor, volatilidad, descomposición, coeficiente de partición, entre otros factores.

Algunos de estos factores se definen como:

- La volatilidad representa la tendencia del fitoterápico a pasar a la fase gaseosa. Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado dependiendo de su presión de vapor, del estado físico en que se encuentren y de la temperatura ambiente. La volatilidad se mide a partir de la constante de Henry, la cual depende de la presión de vapor en estado líquido

y de la solubilidad en agua.

- La presión de vapor es una medida de volatilidad de una sustancia química (fitosanitario) en estado puro y es un determinante importante de la velocidad de volatilización al aire desde suelos o cuerpos de agua superficiales contaminados. La presión de vapor se incrementa cuando se aumenta la temperatura y disminuye cuando desciende la temperatura.
- La presión de vapor se expresa usando una variedad de unidades, pascales (Pa), milímetros de mercurio (mm Hg equivalente a Torr), libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²) y atmósferas (atm).
- La unidad del sistema internacional de presión de vapor se expresa en pascales (Newton /m²) o en milipascales (10⁻³Pa).
- El coeficiente de partición octanol/agua o coeficiente de partición (Kow), es una constante dependiente de la temperatura y presión. Habitualmente se usa el logaritmo $Kow = \log P$, además de la polaridad de la sustancia y su peso molecular.
- La constante de Henry, establecida en La ley de Henri, que enuncia que, a una temperatura constante, la cantidad de gas disuelta en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido.

Por lo expuesto, el grado de conocimiento sobre el producto es otro aspecto importante por considerar. En ese sentido, la lectura de las instrucciones consignadas en las recetas agronómicas y etiquetas adheridas a los envases (SENASA, Resolución 816 2006), por parte de los agricultores y aplicadores esencialmente debería incentivarse, dado que presentan información detallada sobre las características, uso, peligros, medidas preventivas; entre otras características relacionadas con el fitosanitario.

Sin embargo, los agricultores y aplicadores manifiestan que el alto contenido técnico de esas notas, muchas veces resulta ser poco comprensible, en muchos casos por falta de conocimientos técnicos (CASAFE 2009).

Por qué leer la etiqueta:

- Prueba que el producto fitosanitario está legalmente autorizado para su uso.
- Informa acerca del uso seguro, efectivo y legal del producto.
- Identifica los riesgos y qué hacer en caso de emergencia.
- Ayuda al médico en caso de intoxicación.

Cuándo se debe leer la etiqueta:

- Antes de comprar un producto fitosanitario.
- Antes de usar un producto fitosanitario.
- Antes de almacenar un producto fitosanitario.
- Antes de eliminar los envases vacíos.

Es menester establecer un programa de difusión y capacitación permanente para los aplicadores y agricultores que informe y sensibilice sobre los posibles peligros del incorrecto uso de fitosanitarios, tanto para la salud como para el ambiente.

La volatilidad, como factor adicional, representa la tendencia del agroquímico a pasar a la fase gaseosa. Todas las sustancias orgánicas son volátiles en algún grado, dependiendo de su presión de vapor, del estado físico en que se encuentren y de la temperatura ambiente.

Otro factor adicional muy importante a tener en cuenta, son las inadecuadas mezclas de tanques con el objetivo de ampliar los controles, incorporando el "clásico chorrillo" de insecticida a los herbicidas, o las tan comunes mezclas de herbicidas con la incorporación de uno de ellos con alta capacidad de volatilización a efectos de ampliar la eficacia del tratamiento.

Factores tecnológicos

La mayoría de las veces se da mucha importancia, en el manejo de las adversidades, exclusivamente a la materia activa y dosis utilizada, pero muy poca a la técnica de aplicación. La consecuencia es la pérdida de eficacia, cuando no, el fracaso del tratamiento, a la vez que producen el mayor impacto sobre el ambiente (Friedrich 1998)

En la pulverización, se debería producir una aplicación que proporcione una cobertura considerable del blanco (expresada en número de impactos por centímetro cuadrado) y que deposite la cantidad suficiente de producto (respecto de la dosis) para obtener el resultado biológicamente buscado a efectos de manejar correctamente la adversidad (Bogliani y col. 2005).

En este sentido, una adecuada aplicación que asegure la eficiencia biológica del agroquímico requiere un nivel de cobertura que dependerá del tipo de agroquímico a utilizar y de la forma de actuar del mismo.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la aplicación, es el tamaño de las gotas. Desde el punto de vista biológico, gotas de menor tamaño son más eficientes pero, además,

necesarias para optimizar la cobertura lograda sobre el blanco, principalmente cuando se emplean productos que ejercen su acción por contacto (Friedrich 1995).

A medida que aumenta el tamaño de las gotas, disminuye la influencia del viento que provoca deriva, además de evitarse los efectos posibles de evaporación que son mayores cuando menor es el tamaño de las gotas. Es por ese motivo, que las aplicaciones de agroquímicos que ejercen su acción por vía sistémica, pueden ser realizadas con gotas de mayor tamaño (dentro de ciertos límites) que no afectarán la eficiencia de la aplicación a pesar de disminuir la cobertura obtenida (Washington y col. 2005).

Las gotas muy grandes (superiores a 500–600 micrones), al hacer impacto en el blanco, estallan sobre el mismo y se producen, como consecuencia, pérdidas por escorrentías al no poder ser retenidas por el blanco.

La regulación del equipo ejerce una influencia marcada en la deriva, en la medida que influye en el proceso de formación, en el tamaño de las gotas y su uniformidad (Onorato y Tesouro 2006).

En resumen, el tamaño correcto de las gotas constituye un compromiso importante, que el aplicador deberá respetar, para producir una buena cobertura del blanco y un correcto efecto biológico. Se consideran tamaños de gotas de 150/200 a 450 micrones DMV (diámetro volumétrico medio) como las más útiles a estos fines.

Así podremos consignar a manera de sugerencias algunas características según sea el atomizador empleado:

Pastillas y atomizadores

Pastillas de abanico plano

El mercado ofrece, en este tipo de pastillas, diferentes modelos que se adaptan especialmente para realizar una exigente selección por tamaños de gotas requeridas.

Pastillas de semejante flujo, pero de ángulos de aspersión más grande, producen gotas más finas. Así, empleando pastillas de ángulos de 65°, 80° y 110° a igual presión de trabajo e idéntico flujo, van produciendo cada vez gotas más finas. Cuanto mayor la presión de trabajo, de menor tamaño serán las gotas producidas.

Ejemplos de otras pastillas:

Pastillas de abanico plano antideriva o deriva reducida

Son pastillas especialmente diseñadas para evitar la presencia de gotas muy pequeñas.

Normalmente, en las pastillas hidráulicas comunes, la presencia de gotas muy chicas (menores de 100 a 200 micrones) representa del 20 al 40 % del total de gotas emitidas, mientras que en este tipo de boquillas, tan sólo llega a representar del 10 al 17 % del total de gotas. Para lograr esta importante reducción, la pastilla posee un preorificio removible que reduce la presión dentro de la boquilla, logrando así disminuir la generación de gotas tan pequeñas, que son las que cubren el espectro más susceptible de sufrir los efectos de deriva.

Pastillas asistidas por aire

Las pastillas asistidas por aire constituyen un original diseño que permite introducir aire dentro del cuerpo de la pastilla merced a un efecto *venturi*.

Se origina la formación de gotas cuyo diámetro es mayor que el de las formadas convencionalmente pero rellenas de aire de modo que al llegar al blanco estallan originando un elevado número de gotas de diámetros menores.

Pastillas de cono hueco

Cuanto mayor sea el diámetro del “disco difusor”, de mayor tamaño serán las gotas a una misma presión. Así, un “disco difusor” D_2 , producirá gotas más finas que el “disco difusor” D_{10} trabajando a la misma presión.

Asimismo, cuanto mayor el número del “núcleo de turbulencia” mayor será el tamaño de las gotas a la misma presión. Siendo el “núcleo de turbulencia” el que mayor influencia tiene en el tamaño de las gotas producidas. El “núcleo de turbulencia” número 25 tiende a formar gotas pequeñas, el número 45 forma gotas de finas a medias y los “núcleos de turbulencia” número 46 o 56 tienden a formar gotas de medias a grandes, siendo estas tres últimas opciones las preferidas para aplicaciones más críticas en relación a la deriva.

Pastillas CP

Este tipo de pastilla presenta un deflector en la extremidad de la misma, que permite ser colocado en tres posiciones (ángulos) diferentes: 30°, 55° y 90°. La posición que produce las gotas más grandes es la de 30°, evitándose utilizar la posición de 90° cuando el riesgo de deriva es grande.

Atomizadores rotativos

En estos equipos, el tamaño de la gota producido, está directamente relacionado con la velocidad de rotación del mismo. Esta velocidad, a su vez, depende del ajuste del ángulo de las palas y de la velocidad de avance.

Deseando reducir al máximo la deriva, las palas

que accionan al equipo, deben ser colocadas con el mayor ángulo posible (85° en los atomizadores Micronair AU-5000).

A manera de resumen se podría afirmar que cuando la deriva se manifiesta como un factor prioritario a contrarrestar, el ajuste o regulación del equipo aspersor (terrestre o aéreo) debe priorizar la formación de gotas más grandes (300 micrones de DMV).

Otras alternativas

Túnel de viento

Se puede mencionar para equipos de aplicación terrestres la posible adopción del túnel de viento, que es aquel que produce una cortina muy pareja de viento (con velocidad regulable) por detrás de los elementos atomizadores dando lugar a una acción protectora a las gotas evitando así el efecto deriva.

Según Bragachini y col. (2001), es necesario un caudal de aire de 2.000 m³/h por metro de botalón con una velocidad de aire en la salida no menor a los 35 m/seg equivalente a una velocidad de 126 km/h, esto permitiría trabajar a una velocidad de avance de 14 a 15 km/h sin problemas, generando una corriente lo suficientemente potente como para anular la incidencia del viento ambiental y dejar libre el camino a la gota expulsada por acción hidráulica para llegar al objetivo con buena penetración y mínima deriva.

Coadyuvantes antideriva

Los coadyuvantes son productos que se adicionan a los caldos de aspersión con el objetivo de mejorar la actividad de los agroquímicos o facilitar la aplicación a través de la modificación de las características de la solución o el asperjado.

Características y propiedades

Químicamente son polímeros no iónicos o ligeramente aniónicos (poliacrilamida o polioxietileno) que modifican la viscoelasticidad (que es la propiedad que algunas sustancias exhiben, conteniendo ambas características “viscoso y elástico”) al experimentar deformación y por lo tanto la disminución de la frecuencia de gotas sensibles a deriva. Su efecto es proporcional a la concentración agregada.

Se desempeña, además, como agente de anclaje interno de líquidos, confiriéndole propiedades físicas al agua, que acotan el coeficiente de variabilidad de las gotas asperjadas, reduciendo notablemente la formación de microgotas y, por ende, la posibilidad de su desplaza-

miento lateral debido a la acción del viento. Provee también cualidades antievaporantes.

El viento (ya fue considerada su influencia) al aumentar su velocidad, incrementa la probabilidad de que se produzca deriva. Los operadores, tanto de equipos terrestres como aéreos, no pueden controlar el viento, pero pueden variar la fuente de producción de gotas pulverizadas, como se expresara recientemente, a fin de compensar las condiciones ambientales desfavorables. Para esto, es primordial conocer el “potencial de deriva” de los diferentes tipos de pastillas basado en el porcentaje de gotas menores a 150 – 200 micrones DMV. Estos valores son entregados habitualmente por los fabricantes y se pueden encontrar en la bibliografía específica.

Por último, y conforme a lo ya analizado, el tamaño de gota es determinante en gran medida en el manejo de la deriva. (Norma ASAE S-572, Asociación Americana de Ingenieros 2004). El volumen de aplicación en sí, no tiene mayor influencia sobre la misma.

Normalmente, al aumentar el tamaño de las gotas asperjadas para reducir la deriva, se produce consecuentemente, una reducción del número de gotas depositadas por unidad de superficie (gotas/cm²). Si este número de impactos, fuese demasiado bajo, será entonces necesario aumentar el volumen de aplicación (litros/hectárea) para aumentar en la misma proporción el número de gotas/cm² (Pompe y col. 1992).

ESTABLECIMIENTO DE ZONAS BUFFER. DISTANCIAS A CENTROS PERIURBANOS

Es evidente que se ha avanzado en el proceso de calidad de distribución de agroquímicos, incorporando tecnologías que permiten tener un sistema de producción más eficiente y con menor impacto en el medio ambiente (Red de Agricultura Sostenible 2009). A lo largo de los últimos tiempos, indudablemente, las mejoras han sido más evidentes en los aspectos técnicos. Hoy se dispone de elementos y conocimientos tecnológicos que permiten ofrecer mayores garantías de calidad en lo referente a las aplicaciones fitosanitarias y ello se corresponde con la mayor sensibilidad de nuestra sociedad respecto a la seguridad de los consumidores, los trabajadores y el medio ambiente. Hoy, pensar una agricultura libre de uso de agroquímicos resulta muy difícil, independientemente de ello, se deben buscar herramientas alternativas que ofrezcan seguridad en el manejo de los agroquímicos.

Zona buffer

Una zona *buffer*, también conocida como zona de amortiguamiento, está pensada como las superficies adyacentes a determinadas áreas de protección que, por su naturaleza y ubicación, requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del espacio protegido, sin entorpecer las actividades que en ellas se desarrollan (Madrigal y col. 2007).

La instalación de zonas amortiguadoras es una de las soluciones propuestas para eliminar la posibilidad de contaminación de zonas sensibles a los plaguicidas. Los trabajos existentes muestran que las primeras permiten limitar el transporte de agroquímicos hacia las segundas (Valenciano Mora y col. 2003).

La instalación de zonas amortiguadoras es una de las soluciones propuestas para combatir este tipo de contaminación (CORPEN 1997; Patty 1997; Patty y col. 1997).

Así, la experiencia de Bulacio y col. (2005) indica que, partiendo de una aplicación de 125 g/ha de un marcador, a los 100 m de la aplicación se registró una llegada de la aspersión de una cantidad de 0,078 ng (nanogramos) del producto marcador sobre el organismo blanco con un viento algo superior a los 15 km/h.

En el caso de fuentes o cursos de agua, la distancia de aplicación que se aconseja es de 5 m mínimo (Solomon y col. 2009), sin dejar de considerar las propiedades físico-químicas del producto que se utiliza y consultando la etiqueta sobre las medidas de mitigación que indica, en caso de ser necesario.

Sugerencias de distancias a zonas periurbanas

Por lo expuesto, es necesario proponer una recomendación sobre los productos utilizados sin afectar a las personas ni al ambiente (Etiennot y Piazza 2010).

La dimensión de la franja de seguridad, zona *buffer*, se establece de acuerdo con la vulnerabilidad de la zona, presencia de cursos de agua, urbanizaciones, la toxicología del producto aplicado.

Las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad y dirección e intensidad de viento), la técnica de aplicación empleada, la dosis de producto fitosanitario aplicada y las características del equipo utilizado (tamaño de gota originado) serán elementos encuadrados dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas.

Realizada una exhaustiva revisión de los antecedentes existentes para situaciones similares

a las que se dan en nuestro medio, no habiendo encontrado análisis sistematizados sobre las variables y acciones regladas a adoptar, se enumeran los distintos casos encontrados en los cuales sólo consideran simplemente distancias, como en España (20 a 50 metros), basados en la recopilación de información local del Instituto Nacional de Toxicología (Ministerio de Justicia) y los departamentos comunales de Agricultura (European Crop Protection Association (ECPA) 2009)

En los EEUU, los análisis (hechos con modelos matemáticos) proponen, en general, 10 m de distancia desde la aplicación hasta las viviendas. Existen proyectos para restringir aplicaciones alrededor de áreas públicas, pero no se mencionan distancias (Cordell y Baker 2001; ECPA 2009).

Países desarrollados no tienen fijadas distancias y, en algunos casos, arbitrariamente han establecido distancias de 30 m (Pompe y col. 1992). Experiencias publicadas por Solomon y col. (2009) demuestran que la deriva de la pulverización es mínima y que las zonas de amortiguación (*buffer*) relativamente pequeñas, extendiéndose a partir de 5 a 120 m, protegen a animales acuáticos sensibles y los organismos "no blanco".

En estudios realizados en Alemania (Ganzelmeier y col. 1995) en cultivos planos, en cultivos altos (como vid, frutales, etc.) y en hortalizas, ornamentales y frutales pequeños, se evaluaron distancias desde los 5 m hasta los 50 m, con porcentajes evaluados de residuos de los productos aplicados en hojas jóvenes que fueron desde 20% hasta 0,2%, respectivamente. Estos valores fueron los más altos encontrados en todos los cultivos citados.

En Brasil, el Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (M.A.P. y A.) establece por el art. 10 de la Normativa 002/2008, para las aplicaciones aéreas, una distancia de 500 m de las poblaciones, ciudades, aldeas, fuentes de agua para el abastecimiento de la población; y de 250 m de fuentes de agua aisladas y de rodeos de animales. Además, no establece zona *buffer* alguna para las aplicaciones terrestres (M.A.P.y A., art. 10, 2008).

En Uruguay, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca por Decreto 264 (Julio 2003) fija restricciones para aplicaciones aéreas: 500 m, y terrestres: 300 m; de cualquier zona urbana o suburbana y centro poblado. Con posterioridad, en febrero 2008 se impone una zona *buffer* a toda pulverización, de 30 m a

fuentes y cursos de agua (Reforma artículo 70, 2003).

En Australia, están evaluando el tema, para aplicar un esquema de producto por producto y según la intensidad del viento (Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority 2010).

Mención aparte merecen las reglamentaciones recientes que se están implementando en algunos países europeos destinadas a prevenir la deriva de las aplicaciones fitosanitarias. Durante los últimos años se han desarrollado amplios programas de investigación para conocer a fondo los mecanismos de la deriva y, consecuentemente, poder actuar de forma preventiva. Tanto la industria de maquinaria agrícola, como el sector agroquímico y los centros de investigación han contribuido a que, hoy en día, se disponga de un amplio abanico de posibilidades para ejercer un control de la deriva.

Sugerencias sobre el uso de barreras vivas

Las Cortinas Forestales de protección, conocidas como barreras vivas (Ottone 1993), que se interponen a la dirección del viento con el fin de proteger cultivos, montes, animales, suelos y poblaciones (Müller Defradas 1978), pueden utilizarse a fin de frenar en un alto porcentaje las probables derivas, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Colocar la barrera a una distancia mínima de 50 m del perímetro externo del ejido municipal en cuestión, lo cual además favorece los laboreos como limpieza de malezas y/o hojas caídas, control de roedores y otras plagas.
2. La cortina tiene que ser permeable. Utilizar alternando árboles de hojas caducas con hojas perennes. Deben evitarse las cortinas macizas dado que en el invierno, impiden que el viento circule permitiendo regular las temperaturas bajas.
3. La cortina debe disponerse en tres líneas de especies de distinta magnitud, la línea más próxima a las viviendas deben ser árboles de primera magnitud (2 o más m), la línea intermedia se consideraran especies de segunda magnitud (de 1 a 2 m de altura) y finalmente la última línea estará conformada por especies arbustivas de hasta 1m de altura.
4. Dependiendo de la especie elegida debe respetarse las distancias entre

las plantas, considerando su desarrollo posterior.

5. El ancho mínimo de la barrera viva deberá ser de 5 m.
6. Evitar la utilización de especies que tengan un "desrame" natural (término de uso agronómico que se refiere a la caída natural y/o corte o poda por acción del hombre, de ramas de árboles o arbustos) como en el caso de los eucaliptos, o aquellas que poseen la característica de alelopatía dado que evitan el crecimiento de otros árboles y/o arbustos que conformarían la cortina como es el caso de las casuarinas.
7. Siendo esta barrera formada por seres vivos, se debe implementar no solamente el riego, sino además los cuidados necesarios para mantenerlas en pie, con las posibles reposiciones que pueden necesitarse.

En Paraguay, el Ministerio de Agricultura y Ganadería mediante el Decreto 2048 de Marzo de 2004, reglamenta el uso y manejo de plaguicidas de uso agrícola establecidos en la Ley N° 123/91, y establece la obligatoriedad de uso de las barreras vivas. Inclusive dicho decreto adiciona en su contenido fotografías para su mejor comprensión, donde se muestran gramíneas de alto porte, como las cañas, formando cercos perimetrales (Decreto 2048 2004).

Adoptando la utilización de la cortina forestal, puede reducirse en un 30% la distancia establecida.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Lo expresado hasta aquí exige una información base para priorizar acciones de capacitación, especialmente dirigida a usuarios directos como aplicadores y agricultores, la implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica de población en riesgo por los agroquímicos, como parte de un sistema de gestión de plaguicidas para la adopción por parte de las autoridades sectoriales y municipales de medidas sobre el control del comercio de fitosanitarios y medidas preventivas durante su uso y manipulación de los mismos.

Existe, además, la necesidad de difundir en la sociedad en su conjunto, la seguridad de la utilización de fitosanitarios basada en las evaluaciones de riesgo realizadas por la autoridad de aplicación, como SENASA en nuestro país

(Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Resolución 350 1999).

Se expresa una vez más la necesidad de que el personal asignado a la tarea de realizar las aplicaciones, cuente con la debida capacitación y desarrolle correctamente sus capacidades, en la regulación y calibración de sus equipos, a efectos de minimizar inconvenientes.

Es, en este sentido, que como un aporte meramente orientativo, se deja a consideración de quienes corresponda el siguiente cuadro de distancias a zonas periurbanas desde las aplicaciones (*Tabla 1*), reiterando una vez más, que la responsabilidad de la buena aplicación es compartida, no solamente por el aplicador, el dueño del campo, el director o asesor técnico, la industria, sino también por las autoridades locales y nacionales en su actividad de reglamentar y controlar.

Las distancias se fijaron con respecto a los sistemas de aplicación (tanto terrestre como aérea); a las DL50 de los agroquímicos, siendo la DL50 la cantidad de sustancia, administrada por una vía específica, que se requiere para causar la muerte del 50% de un grupo de animales de experimentación, bajo ciertas condiciones controladas, y se expresa en miligramos de la sustancia (mg) por kilogramos de peso corporal del animal (kg).

Se consideraron las DL50 obtenidas en los estudios de toxicidad aguda oral y dermal del producto agroquímico formulado, según la clasificación de Organización Mundial de la Salud detallada en la *Tabla 2a* y complementada con la *Tabla 2b*. Además, se incorporó para la recomendación del presente trabajo, los resultados de los estudios de irritación ocular y dermal de los agroquímicos según exige y considera la legislación vigente.

Esta clasificación de la Organización Mundial de la Salud se utiliza internacionalmente como las consideraciones a tener en cuenta sobre la salud de los técnicos, productores, etc. que realizan el manipuleo y las aplicaciones de los fitosanitarios, y la misma fue adoptada por SENASA como organismo de control en Argentina como recomendación para los dichos actores.

La ejecución de las Buenas Prácticas Agrícolas (FAO 2003a, Guía Buenas Prácticas Agrícolas de aplicación aérea; FAO 2003b, Guía Buenas Prácticas Agrícolas de aplicación terrestre) conlleva a minimizar los riesgos emergentes de los efectos de toxicidad crónica de los productos utilizados, contemplando el respeto a

Tabla 1. Distancias sugeridas, basadas en la toxicidad aguda oral y en la toxicidad aguda dermal.

Distancias sugeridas desde el límite de la aplicación al límite de la zona periurbana	Productos a emplear en aplicación TERRESTRE según clase toxicológica	Productos a emplear en aplicación AÉREA según clase toxicológica
Hasta 100 m	No se sugiere*	No se sugiere*
De 100 m hasta 200 m	Productos clase IV	No se sugiere*
De 200 m hasta 400 m	Productos clase III y IV	Productos clase IV
De 400 hasta 1000 m	Productos clase II, III y IV	Productos clase III y IV
De 1000 hasta 1500 m	Sin limitación	Productos clase II, III y IV
Más de 1500 m	Sin limitación	Sin limitación

* A menos que sea necesario otro producto, utilizar los productos clase toxicológica IV, únicamente con la presencia de un Ingeniero Agrónomo matriculado, responsable de la aplicación con autorización expresa del municipio o por la autoridad correspondiente.

Tabla 2a. Clasificación toxicológica según riesgos y valores de DL50 de productos formulados.

CLASIFICACIÓN DE LA OMS SEGUN LOS RIESGOS	CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO	COLOR DE LA BANDA	SÍMBOLO DE PELIGRO	PALABRAS (*)
la Sumamente peligroso	MUY TÓXICO	Rojo PMS 199 C	Calaveras y tibias	MUY TÓXICO
lb Sumamente peligroso	TÓXICO	Rojo PMS 199 C	Calaveras y tibias	TÓXICO
II Moderadamente Peligroso	NOCIVO	PMS Amarillo C	Cruz de San Andrés	NOCIVO
III Poco Peligroso	CUIDADO	Azul PMS 293 C		CUIDADO
Productos que normalmente no ofrecen peligro		Verde PMS 374 C		CUIDADO

Información que debe figurar en la etiqueta de un fitosanitario comercializado en Argentina. (*) La palabra debe ubicarse por debajo del símbolo y centrada.

Tabla 2b. DL 50 en ratas (mg/Kg de peso corporal).

	POR VIA ORAL		POR VIA CUTANEA	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
la	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos
lb	> a 5 a 50	> a 20 a 200	> a 10 a 100	> a 40 a 400
II	> a 50 a 500	> a 200 a 2000	> a 100 a 1000	> a 400 a 4000
III	> a 500 a 2000	> a 2000 a 3000	> a 1000	> a 4000
IV	> a 2000	> a 3000		

la totalidad de los factores y elementos abordados anteriormente.

En particular, y como aclaración respecto a la exposición crónica de los vecinos a las zonas próximas de aplicación de los agroquímicos, ésta no es significativa, ya que según se define la toxicidad crónica, requiere de una exposición prolongada y continúa al mismo producto, contrariamente a las prácticas agronómicas que se realizan comúnmente. De existir necesidad de conocer la información con respecto a la toxicidad crónica de los productos, ésta se encuentra desarrollada en las hojas de seguridad de cada fitosanitario y tomando en cuenta su concentración en el formulado.

El cumplimiento en forma estricta de las Buenas Prácticas Agrícolas (FAO 2002) minimizaría sensiblemente estos riesgos, al igual que aquellos generados por el incumplimiento de los períodos de carencia con respecto a los límites máximos de residuos.

No se ha tomado en cuenta para establecer las distancias, la toxicidad inhalatoria, dado que este trabajo se corresponde con las aplicaciones que se realizan a campo, sin poder extrapolar parámetros que relacionan concentración, saturación y otros, en áreas abiertas. Tampoco se consideraron las propiedades físico-químicas de los productos empleados, ni la tecnología de aplicación utilizada o el clima, todos factores analizados anteriormente. Inclusive, las recomendaciones realizadas no contemplan barreras como cortinas forestales circundantes a las zonas urbanizadas, pero sí consideran viviendas de uso permanente.

Debido a la complejidad de los temas abordados, se hace dificultoso proponer soluciones ambientales estandarizadas.

Finalmente, con motivo de facilitar no solamente la aplicación en forma responsable de los fitosanitarios en estas zonas en análisis, sino también a modo de sugerencia general, se establece que todas las aplicaciones deben contar con la presencia de un Ingeniero Agrónomo matriculado para verificar los factores que se detallaron y analizaron a lo largo del presente trabajo.

Se reitera, que este aporte es puramente orientativo y se realiza a efectos de facilitar un análisis más completo y fundado sobre las Buenas Prácticas Agrícolas, respetando lo expresado en cuanto a los factores a considerar dentro de las Buenas Prácticas de Aplicación y sin considerar la toxicidad crónica.

Además, debe considerarse utilizar productos

no irritantes dérmicos ni oculares desde 100 hasta 200 m, a partir de esa distancia no existen restricciones con respecto a la irritabilidad.

Con respecto a las aplicaciones con equipos manuales, como mochila de espalda, no es de esperar normalmente derivas, debido a que esta forma de trabajo la aplicación es dirigida directamente al objetivo, por lo que no sería necesario considerar las recomendaciones establecidas para el resto de las aplicaciones. Pero, ante cualquier duda, corresponde aplicar los conceptos vertidos en este trabajo, tanto para las prácticas agronómicas tradicionales como en la producción orgánica.

En la producción orgánica, no se permite la utilización de productos de síntesis o elaborados por el hombre, pero algunas de las sustancias permitidas en dicha producción poseen una alta toxicidad, riesgosa para la salud como los preparados a base de nicotina (posee cientos de cancerígenos naturales) o de la raíz de *Ryania speciosa*, los mismos son productos permitidos para la Producción Orgánica (Secretaría Agricultura, Ganadería y Pesca, Resolución n° 423/1992. Anexo B).

Las recomendaciones expuestas, deben tenerse en cuenta para los tratamientos que se realicen dentro de la zona urbana y periurbana tanto en huertas familiares, jardines, parques o superficies afines, como en las aplicaciones de "domisanitarios", denominación para los productos utilizados en el control de plagas urbanas, como por ejemplo control de mosquitos o de vinchucas. Éstos últimos productos conllevan las mismas consideraciones, ya que, en muchos casos, las únicas diferencias entre los productos para el agro y para la salud pública son la marca comercial, el destino para el cual se utilizan y el organismo regulador que, en este caso, es el Ministerio de Salud, pero no existen diferencias entre sí en cuanto a su toxicidad.

La diferencia realizada en la comparación entre las aplicaciones terrestres y las aplicaciones aéreas, solamente se basa en la "percepción pública" dado el desconocimiento popular que considera de mayor riesgo una versus otra, sin fundamentos y siendo cualquiera de las dos aplicaciones técnicamente iguales, cuya única variación es la "herramienta" que se utiliza.

BIBLIOGRAFIA CITADA

American Society of Agricultural Engineers, Norma ASAE S572, Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. Feb 2004.

Association of Food and Drugs Officials of the United States, Appraisal of Safety of Chemicals in Foods and Cosmetic. USA. 1965.

Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. [en línea]. New registration application and label requirement in relation to spray drift management. [consulta julio de 2010]. Operational Notice, Australian Government. Australia. Marzo 2010. Disponible en: http://www.apvma.gov.au/registration/morag/notices/docs/op_notice_spray_drift.pdf.

Bogliani M., Hilbert J., Tesouro O., Masia G., Venturelli L., Bulacio L. Aplicar eficientemente los agroquímicos, Rosario: Ediciones INTA. 2005.

Bragachini M., Méndez A., von Martini A. Mercado de Pulverizadoras II - Pulverizadoras Autopropulsadas. Eslabonamiento Productivo del Sector Maquinaria Agrícola Argentina, Consejo Federal de Inversiones. Argentina. Mayo 2001.

Bulacio L., Sarubbi C., Panelo M.S., Etiennot A.E. Pastillas pulverizadoras: Análisis de deriva. En: Aplicar eficientemente los agroquímicos. Rosario: Ediciones INTA; 2005. p. 56-60.

Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE), Guía de Productos Fitosanitarios, 14^a Ed. Buenos Aires. 2009. Tomo 1. p 1-500.

Cordell S., Baker P. Pesticide drift. Cooperative Extension. The University of Arizona. College of Agriculture. Tucson. 2001.

CORPEN. Produits Phytosanitaires et Dispositifs Enherbés. État des Connaissances et Propositions de Mise en Ouvre. CORPEN. Ingeniería, investigación y tecnología. *Versión impresa* ISSN 1405-7743. París, Francia 1997.

Costa J.J., Margheritis A.E., Marsico O. Introducción a la Terapéutica Vegetal. Ed. Hemisferio Sur. Primera reimpresión. Argentina. 1997.

Decreto 2.048/04 por el cual se deroga el decreto n° 13.861/96 y se reglamenta el uso y

manejo de plaguicidas de uso agrícola establecidos en la ley N° 123/91[en línea]. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2004. República del Paraguay. [actualizado en marzo de 2004, consulta julio de 2010]. Disponible en: http://www.senave.gov.py/docs/decretos/Decreto%20N%C2%BA%202.048_04.pdf.

Etiennot A., Piazza A. Bases técnicas para establecer medidas de manejo para minimizar la exposición a productos fitosanitarios. Distancias de aplicación alrededor de zonas pobladas. Trabajo presentado en el III Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (SETAC), Santa Fe, 12 al 14 de mayo, 2010.

Etiennot A.E. Técnica de aplicación de fitoterápicos. En Ficha Nro 5. Sistemas de aplicación. Terapéutica Vegetal. Dto. de Tecnología. Universidad Nacional de Luján. Argentina. 2007.

European Crop Protection Association (ECPA). Overview Report. Legal requirements and provisions in the different Member States with a view to the implementation of the Sustainable Use Framework Directive. USA. Mayo 2009.

Food and Agriculture Organization (FAO). Guías sobre Buenas Prácticas para la Aplicación Aérea de Plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, Italia. 2003a.

Food and Agriculture Organization (FAO). Guías sobre Buenas Prácticas para la Aplicación Terrestre de Plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 2003b.

Food and Agriculture Organization (FAO). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO Eds. Roma. 2002.

Friedrich T. Food and Agriculture Organization (FAO). Agricultural Engineering Branch, Agricultural pesticide application. Concepts for Improvements. FAO Eds., Roma. 1995.

Friedrich T. La actuación de la FAO con respecto a la tecnología de aplicación para agroquímicos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). FAO Eds. Italia. 1998.

Ganzelmeier H., Rautman D., Spangenberg R., Streloke M., Herrmann M., Wenzelburger H. Studies on the spray drift of plant protection products. Results of a test program carried out throughout the federal Republic of Germany. Berlín, Alemania. 1995.

Gil Moya A.E., Tratamientos en viña. Equipos y técnicas de aplicación. Ediciones UPC, S.L. Barcelona. 2003.

Guía de Uso Responsable de Agroquímicos (GURA) [en línea]. Ministerio de Salud, Argentina. 2010. [consulta julio de 2010]. Disponible en <http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/descargas/nuevos/GURA2010.pdf>.

Lanson D.E., Schein L., Miglioranza M. Aportes para la Compresión de la Incidencia de los Factores Climáticos y Tecnológicos sobre la Deriva de Agroquímicos Aplicados a Cultivos de Soja y sus Respectivos Efectos sobre la Población Potencialmente Expuesta. Argentina. 2009.

Maccarini L. Técnicas de Control Fitosanitario. Tomo I. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 1993.

Madrigal M., Benoit P., Barriuso E., Real B., Duestre A., Moquet M. Retención de plaguicidas en zonas amortiguadoras. Caso del isoproturon. Ing. Invest. y Tecnol. 2007;8(1):35-43.

Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento. Normativa 002/2008, art. 10. Brasil. 2008.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Reforma al artículo 70 del Decreto Ejecutivo n° 31520. Reglamento para las actividades de Aviación Agrícola n°34.202. República Oriental del Uruguay. 2003.

Müller Defradas R. Las Mejoras. Las plantaciones y reparos permanentes. En: Técnica de la Organización de Estancias. Capítulo 2. Editorial Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 1978;25-27.

National Coalition on Drift Minimization. Association of American Pesticide Control Officials (AAPCO). Pesticide Drift Enforcement Policy. USA. 1997.

Onorato A., Tesouro O. Pulverizaciones Agrícolas Terrestres. Ediciones INTA. Castelar. 2006.

Organización Mundial de la Salud (OMS), Métodos de Ensayos Toxicológicos de los Aditivos Alimentarios [en línea]. Serie de Informes Técnicos, número 144. [consulta julio de 2010]. OMS, Ginebra, Suiza. 1958. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_144_spa.pdf.

Ottone J.R. Árboles Forestales, prácticas de cultivo. Editorial Agro Vet. Buenos Aires. 1993.

Patty L. Limitation du Transfert par Ruissellement vers les Eaux Superficielles de Deux Herbicides (Isoproturon et Diflufenicanil). Tesis de doctorado de la Universidad Joseph-Fourier de Grenoble. 1997.

Patty L., Real B., Gril J. The use of Grassed Buffer Strips to Remove Pesticides, Nitrate and Soluble Phosphorus Compounds from Runoff Water. Pestic Sci. 1997;49(3):243-251.

Piazza A. Los Agroquímicos Que Comemos. 1ra edición. Dunken, Buenos Aires, Argentina. 2005.

Piazza A., Pérez Lissarrague J., Barbado J.L. Guía Práctica para el Profesional en Fitoterápicos. Dunken, Buenos Aires, Argentina. 1999.

Pompe J.C.A.M., Holterman H.J., Van Straelen B.C.P.M. Technical aspects of pesticide application. A literature review. IMAG-DLO Rapport (Netherlands). 1992;91-11.

Red de Agricultura Sostenible (RAS). Norma para Agricultura Sostenible [en línea]. Anexo I: Distancias entre áreas de producción y ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos y áreas de actividad humana. [consulta: julio 2010]. San José de Costa Rica. 2009. Disponible en: <http://www.fiitgt.com/images/descargas/RAS%20Norma%20para%20Agricultura%20Sostenible%20Abril%202009.pdf>.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos fitosanitarios en la República Argentina.

Resolución SAGPyA n° 350/1999. República Argentina.1999.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Productos permitidos para el control de plagas y enfermedades. Resolución SAGyP n° 423/92. Anexo B: República Argentina.1992.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Normas para el Etiquetado de los Productos Fitosanitarios Formulados de Uso Agrícola [en línea]. Resolución n° 816/2006, SENASA. [actualizado al 21/11/2006; consulta: julio 2010]. Disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1029&io=5020>.

Solomon K.R., Marshall E.J.P., Carrasquilla G. Human Health and Environmental Risks from the Use of Glyphosate Formulations to Control the Production of Coca in Colombia: Overview and Conclusions. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*. 2009;72(15-16):914-920.

Valenciano Mora R., Laprade Coto S., Fournier Leiva A., Trejos Obando E. Manejo de la deriva en las aplicaciones aéreas de fungicidas en fincas que poseen zonas de amortiguamiento. [en línea]. Reforma al artículo 70 del Decreto Ejecutivo N°31520-MS-MAG-MOPT-MGSP, Reglamento para las actividades de Aviación Agrícola, del 16 de octubre del 2003. [consulta: julio de 2010] Disponible en: http://www.pgr.go.cr/scij/scripts/TextoCompleto.dll?Texto&nNorma=62128&nVersion=70786&nTamanoLetra=10&strWebNormativa=http://www.pgr.go.cr/scij/&strODBC=DSN=SCIJ_NRM;UID=sa;PWD=scij;DATABASE=SCIJ_NRM;&strServidor=\\pgr04&strUnidad=D:&strJavaScript=NO.

Washington J.R., Gauhl F., Valenciano R., Fournier A. Aplicaciones Aéreas y Deriva en el Cultivo de Banano en Costa Rica. 2005.

Wiles T. Pesticide Application Equipment in Latin America; Report FAO/AGSE, Roma, Italia. 1994.