

Recaudos por deriva en pulverizaciones agrícolas Siete aspectos importantes para su manejo

*Ing. Agr. Pedro Daniel LEIVA
Junio 2015

Introducción

La creciente utilización de plaguicidas alcanza cifras muy significativas, 250 millones de lt-kg/año que se distribuyen en una superficie cultivable de 30 millones de hectáreas, con el atenuante de estar conformado mayoritariamente por un herbicida de baja toxicidad utilizado en siembra directa. El constante avance de la ciudad hacia el campo incrementó los conflictos por denuncias de contaminación atribuibles a deriva de plaguicidas. La instalación de zonas buffer es una de las soluciones propuestas para limitar las posibilidades de contaminación, y donde no está permitido el uso de plaguicidas. Se está imponiendo el criterio de fijar distancias variables, acorde al sistema de aspersión (terrestre o aérea) y toxicidad del agroquímico para fijar la zona de exclusión. A continuación se describen las tecnologías básicas para atenuar los episodios de deriva.

La evaporación de la gota: terrestre vs avión

El tamaño o peso de la gota pulverizada cobra mucha importancia al momento de analizar su velocidad de caída o distancia la cual es arrastrada por el viento. Tal como hemos descripto en un trabajo previo (Mayo 2012, Visión Rural N° 92, pg 43), el avión produce una gota de menor tamaño que un pulverizador terrestre y, en consecuencia dichos trabajos están más expuestos al fenómeno de deriva. Según cálculos teóricos, analizando velocidad de caída y altura de botallón, la gota generada por un avión cae a una velocidad 10 veces menor que la de un terrestre. Además, el ritmo de evaporación de una gota chica es mucho más intenso que otra de mayor tamaño.

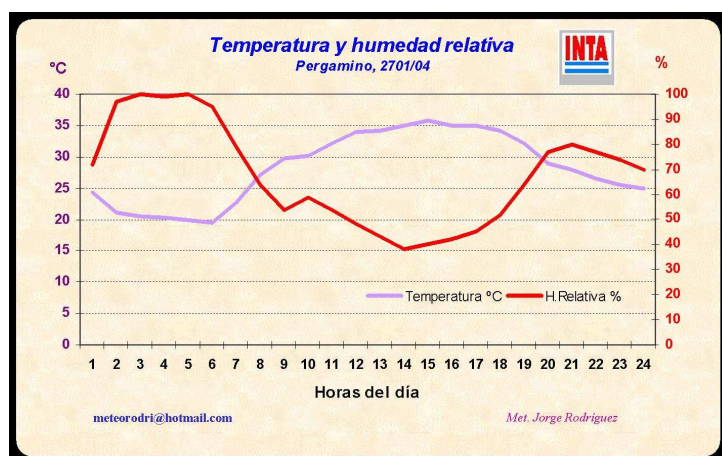
Como prueba de esta afirmación una fuente de referencia internacional

(http://nac.unl.edu/buffers/guidelines/5_protection/3.html) asigna una distancia de seguridad en ríos y arroyos seis veces superior para trabajos con avión, 30 vs 180 m.

Factor condicionante: humedad relativa

Cuando la humedad relativa (HR%) es alta, la gota no evapora, lo que equivale a decir que no reduce su tamaño en el trayecto de caída. Como limite crítico de humedad establecemos 60% para trabajos con avión, con menos humedad se requiere el uso de antieaporante; cuando los trabajos se hacen por la vía terrestre el límite se establece en 50%. Con muy bajos registros de humedad relativa (menos de 40%), recomendamos suspender los tratamientos por considerar que no pueden mitigarse eficientemente con el uso de coadyuvantes.

Respecto a la temperatura, existe una relación inversa con la HR% (*Gráfico 1*). La influencia negativa de las altas temperaturas se produce con menos del 40% de HR. En consecuencia el parámetro crítico es la HR%.



Tanto a la mañana temprano como al atardecer se registran los valores más altos de humedad, no obstante a media mañana puede decender 30 puntos entre las 7 y las 9 hs, y recién se recupera sólo 12 puntos entre las 17 y 19 horas. Esto quiere significar que baja rápido y se recupera lentamente, por lo tanto resulta crucial contar con un instrumento para medir HR% en tiempo real, ya que cuando el parámetro es inferior al 60% se requiere de la utilización de antieaporante. Un proceder equivocado, pero muy frecuente, es establecer restricciones de horario para los trabajos de pulverización. En el *Gráfico 1* se observa que la HR% es menor al valor

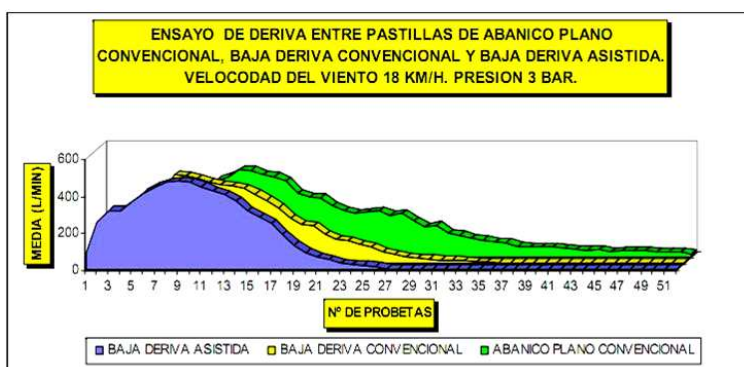
crítico a partir de las 9 hasta las 19 hs, y por lo tanto en esa franja horaria se podría trabajar usando antieaporante. En otras circunstancias podría trabajarse sin antieaporante a las 2 de la tarde mientras que la HR% supere el límite crítico.

Existe una paradoja importante de considerar. En ciertas circunstancias, tanto a las primeras horas de la mañana como durante el crepúsculo, hay alta HR% pero también se presenta un fenómeno peligroso, la inversión térmica, factor que analizaremos más adelante (detallado en Junio 2011, Visión Rural N° 87, pg 21).

Factores de remediación: tipo de pastilla y altura de botallón

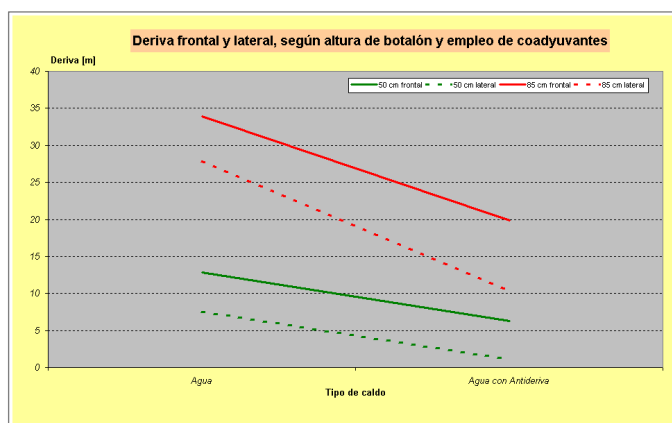
Comparando pastillas del mismo caudal, una tipo cono hueco y la otra abanico plano, la primera produce muchas gotas chicas, mientras que la segunda más grandes y en menor cantidad. En parte, esto se produce por la elevada presión de trabajo del cono (~5 kg/cm²). Sin dudas el pulverizado de un cono hueco genera mayor deriva que un abanico plano. Cuando en un tratamiento con un herbicida total (y más aún en situaciones de barbecho con mezcla de éste con hormonales) se combina cono hueco y bajo volumen el potencial de deriva se incrementa exponencialmente. Esta alternativa se ha difundido extensamente en el medio agropecuario argentino y constituye uno de los motivos principales de reclamos por deriva en tratamientos terrestres.

En relación a la tecnología de insumo, las pastillas abanico plano antideriva (tanto convencional DG, como asistida por aire AI) reducen significativamente el potencial de deriva. Según ensayos conducidos bajo túnel de viento por el Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar, comparando pastillas convencionales y antideriva con viento de 18 km/h, la deriva se redujo entre un 35 y 47%, 51 vs 27-33 metros (*Gráfico 2*). El ámbito de recomendación de estas pastillas es en bajos volúmenes de pulverización (40-50 lt/ha) donde pastillas 015 (verde) en su versión convencional tienen una deriva potencial del 20%, mientras que las antideriva entre 9 a 4%, según se trate de DG o AI, respectivamente. En la medida que se incrementa el orificio de la pastilla la deriva se reduce, como así también las diferencias entre las antideriva y convencional.



Para reducir deriva con equipos terrestres, describiremos una tecnología de proceso que permite aumentos en el tamaño de gota sin afectar la presión ni dosis de aplicación. Se trata de duplicar tanto el distanciamiento entre boquillas como el caudal de las pastillas. Para un equipo de 60 pastillas 015 (verde) a 35 cm, anulamos boquilla por medio y las reemplazamos por 03 (azul). Con este proceder mantenemos constante el volumen de pulverización, aumentando el tamaño de gota (aprox. de 240 a 300 µ, datos válidos para abanico plano y una presión de 40 lb/pg²).

Los equipos automotrices, cuando pulverizan herbicidas, habitualmente trabajan a alta velocidad (17-20 km/h), situación que obliga a levantar mucho el botallón para evitar inconvenientes por su oscilación vertical. En pruebas realizadas por el IIR-INTA Castelar (*Gráfico 3*) se hallaron valores de deriva de 35 m para una altura de 85 cm, mientras que a 50 cm ese valor se redujo 63% (13 m). Por otro lado, comparando la deriva según dirección del viento, se observó que con viento la lateral resultó inferior que con viento frontal, 8 vs 13 m. Es decir que, para tratamientos de barbecho, es posible reducir un 77% la deriva ajustando la altura del botallón y la dirección de trabajo.



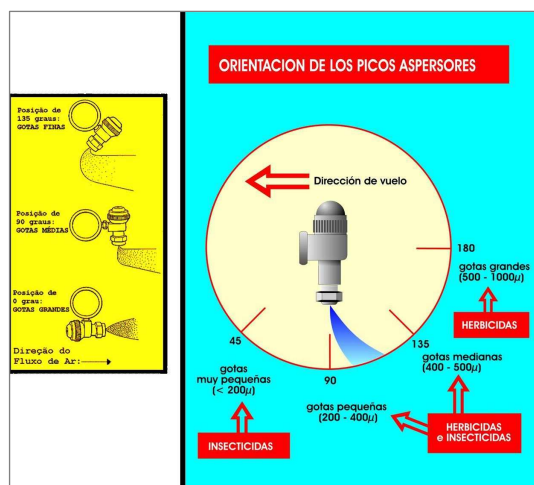
Deriva en trabajos con avión: efecto de vórtice

Ya hemos descripto en anteriores oportunidades las propiedades del avión como herramienta de pulverización (Mayo 2013, Visión Rural N° 96, pg 28). Cuando el largo de la barra de aspersión y pastillas se aproxima a la envergadura del ala, se produce en los extremos del avión, un fenómeno conocido como

vórtice. Este consiste en un remolino compuesto mayoritariamente por gotas pequeñas y orientadas hacia arriba. Por dicha condición, tamaño y dirección, esa parte del asperjado no llega al suelo y deriva.

Datos de un proyecto de investigación conducido por el USDA-ARS determinó que cuando la barra de aspersión cubre en su integridad la envergadura alar la deriva toma un valor relativo de 2.5, cubriendo el 70% la deriva se reduce a 1, y cuando cubre el 60% toma un valor de 0.4; este último valor representa una reducción de más de 6 veces. En la práctica para conocer cómo el largo de la barra afecta la deriva, basta medir la distancia entre el extremo del ala y el primer aspersor. Por ejemplo en un avión de 14 m de envergadura, para que la cobertura sea 70%, esta distancia debe ser 2.1 m ($=14 \cdot 0.7/2$).

Habitualmente la barra cubre menos extensión cuando se pulveriza Glifosato o desecante, que cuando los trabajos se hacen con insecticidas o funguicidas (por que la deriva de herbicidas es incuestionable, sobre todo la de hormonales).



Para reducir la deriva puede incrementarse fácilmente el tamaño de gota. Para realizar dicho ajuste, sin variar el volumen de pulverización, puede girarse el conjunto barrapicos hacia atrás respecto a la vertical, siempre y cuando el tipo de anclaje del botallón lo permita. Dicho proceder da lugar a gotas de mayor tamaño cuando el aspersor se ubica hacia atrás, y de menor cuando lo hace hacia delante, como consecuencia del efecto de doble rotura del viento (*Gráfico 4*). Para el caso de barrales biselados dicho proceder no resulta posible y, deben implementarse articulaciones individuales para cada portapicos.

Un ejemplo práctico para reducir deriva en trabajos con Glifosato, es optar por el uso de pastillas abanico plano orientado hacia atrás (180°), con lo cual se minimiza la doble rotura que produce el aire, lográndose gotas de

mayor tamaño. Para incrementar aún más el tamaño de gota deben utilizarse volúmenes medios, no inferiores a 10 lt/ha, y presiones de trabajo que no superen 30 lb/pg².

Otro criterio para reducir deriva es la elección del tamaño del avión. Según trabajos realizados por el USDA-ARS (Kirk, I.; 1998), aviones de mayor porte requieren de motores de mayor potencia y desarrollan una velocidad de crucero más alta. Para una velocidad de 120 km/h el DVM de la gota será 275 micras y el porcentaje del volumen total con gotas menores a 100 micras el 8%; mientras que otro avión trabajando a mayor velocidad, 160 km/h, producirá una gota más chica, DVM =160 micras, y el potencial de deriva se incrementará 3.5 veces, con un porcentaje del volumen total compuesto por gotas menores a 100 micras que se incrementa al 28%. En consecuencia para trabajos con herbicidas y/o en zonas peri urbanas los aviones chicos son preferidos por un menor potencial de deriva, además de una notable mayor maniobrabilidad en cortas distancias y un mejor copiado de obstáculos.

Inversión térmica: su relación con el viento

El fenómeno inversión térmica (IT) ha sido extensamente desarrollado en Visión Rural (Junio 2011, VR N° 87, pg 21). Trabajos realizados en USA (Brooks, FA, 1947; EPA, 1976) informan incrementos en la deriva bajo condiciones de inversión, de 5 veces cuando los trabajos se realizan con equipos terrestres (3 vs 15 m) y entre 7 - 8 cuando se utiliza avión (7 vs 50 m para gotas de 150 micras; 16 vs 132 m para gotas de 100 micras). Una gota cae tanto por efecto de la gravedad condicionada a su peso, como por el peso de la columna de aire que se encuentra sobre ella, por eso bajo condiciones de inversión cae mucho más lentamente, y más aún aquellas de pequeño tamaño.

Los factores predisponentes para la ocurrencia de IT los podemos dividir en geográficos y climáticos. El agua como factor moderador de la temperatura hace que durante la mañana el aire próximo al suelo se caliente más lentamente y por ende prolongue las condiciones de inversión. Por ese motivo la IT es más severa en campos bajo riego con pivot central, cultivos bajo riego por inundación como el arroz, lotes próximos a ríos y arroyos, y aquellos con una posición baja dentro del relieve. Las noches despejadas permiten una mayor pérdida por irradiación del suelo y por lo tanto intensifican la IT, como así también lo hacen los climas continentales (en La Pampa la IT es más severa que en la costa Bonaerense).



Dado que bajo IT las capas de aire se encuentran estratificadas de menor a mayor temperatura a partir del suelo, para que ello persista se deben dar condiciones de muy poco viento por períodos prolongados (*Fotografía 1*). Por ende, **nunca realizar trabajos de pulverización con poco viento o ausencia total de mismo**. Otro peligro implícito de una baja velocidad de viento es que en esas situaciones varía mucho la dirección, y por ende no resulta posible establecer hacia dónde va la deriva. Dado que la velocidad promedio del viento varía con la estación del año (mínimo en otoño y máximo en primavera), este factor con indicador de IT toma distintos valores críticos, como promedio 4 km/h resultan indicativos de condiciones de IT, para los meses más ventosos (agosto y septiembre) entre 5-8 km/h, y para los menos ventosos el valor crítico se reduce a 2 km/h.

La inversión térmica es un fenómeno continuo que ocurre todos los días, y que se inicia por la tarde una hora antes de la puesta del sol, como promedio anual 18:00 ± 2:30 horas; y finaliza

una hora después de la salida del sol, como promedio anual 8:00 ± 1:30 horas. De este análisis se deduce que el fin de proceso es más predecible que su comienzo, y por lo tanto es más riesgoso, por peligro de IT, trabajar hacia finales de la tarde que a primeras horas del día. Esto no es un dato menor, ya que tanto en las primeras horas del día como en el crepúsculo se dan condiciones de alta humedad relativa ambiente, habitualmente recomendadas por su bajo potencial de evaporativo. Es importante trabajar bajo condiciones de alta humedad, pero sin la presencia de inversión térmica.

En la situación inversa, cuando se registra un viento de intensidad mayor a 8 km/h y dirección bien definida, resulta sencillo controlar la deriva, ya sea evitando pulverizar o bien hacerlo cuando la dirección del viento es opuesta a zonas sensibles. Según recomendaciones de FAO, una condición de viento ideal se ubica entre 7 y 10 km/h, no recomendándose trabajos con herbicidas a más de 10 km/h (porque sus daños resultan evidentes) ni trabajar con más de 15 km/h, porque la Ley lo prohíbe expresamente. Las estaciones meteorológicas autónomas, en cuanto al parámetro viento, registran en forma horaria valores de intensidad promedio, máximo absoluto y dirección (en grados: 0=norte; 90=este, etc.), contando con transmisión remota a una PC. Debe prestarse especial atención a los valores máximos tanto a como a la dirección desde donde sopla el viento, ya que un viento promedio de 11 km/h, si incluye máximos de 20 km/h resulta más peligroso que otro de 12 km/h con máximos de 15 km/h. En grandes establecimientos resulta frecuente disponer de una estación meteorológica, y aún así se registran problemas de deriva por falta de seguimiento. Los daños a áreas sensibles se intensifican tanto en función de la superficie tratada, como por su proximidad a zonas críticas.

Zonas buffer y toxicología: distancias

Considerando los distintos plaguicidas, como promedio de toxicidad para los 260 principios activos inscriptos en Argentina, los insecticidas resultan entre 7 y 8 veces más tóxicos que el promedio de herbicidas y funguicidas. Considerando ahora los activos utilizados con mayor frecuencia en agricultura extensiva, la toxicidad relativa se amplía mucho más, 27:1. Podemos decir entonces que el verdadero problema de contaminación por deriva se registra con insecticidas, rubro donde existe una amplia variedad de alternativas y resulta posible la elección de aquellos productos de menor toxicidad. Más aún hoy, con la incorporación de reguladores de crecimiento (IQ y CAM) y diamidas antralinicas, ambas banda verde.

Referencias bibliográficas recientes, publicadas en forma conjunta por asesores de contratistas de pulverización y representantes de fabricantes de plaguicidas (Etiennot, A. & Piazza, A; 2010), aportan valiosa información al respecto de restricciones que se sugiere establecer en cuanto a distancias de seguridad para pulverizaciones; discriminando tanto por sistema de trabajo (terrestre y aéreo) como por clase toxicológica del plaguicida (*Cuadro 1*).

Distancias sugeridas: Etiennot A., Piazza A. 2010

Distancias sugeridas	Aplicaciones Terrestres	Aplicaciones aéreas
Hasta 100 m	No se sugiere	No se sugiere
100 - 200 m	Clase IV	No se sugiere
200 - 400 m	Clase III y IV	Clase IV
400 - 1000 m	Clase II, III y IV	Clase III y IV
1000 - 1500 m	Sin límites	Clase II, III y IV
más de 1500 m	Sin límites	Sin límites

Tabla de Distancias sugeridas basadas en la toxicidad aguda oral y en la toxicidad aguda dermal
Tomado de Acta Toxicológica Argent. (2010). 18 (2): 40-53.



Dichos autores sugieren no hacer tratamientos fitosanitarios sin la supervisión de un profesional capacitado a menos de 100 m de zonas sensibles, y no establecen restricciones para aquellos trabajos realizados a más de 1500 m. Además no sugieren hacer trabajos con avión a menos de 200 m de zonas protegidas sin la correspondiente supervisión profesional, ni tampoco establecen restricciones para trabajos con equipos terrestres a más de 1000 m. Dentro de los límites restringidos, para las menores distancias sugieren además seleccionar los

plaguicidas de menor toxicidad.

La interpretación de la información contenida en dicho cuadro permite concluir que, tanto la industria como los servicios de pulverización reconocen que deben establecerse zonas de amortiguación mínimas, entre 100 y 200 m; que los trabajos con avión implican riesgos mayores que los realizados con equipos terrestres, y finalmente que la selección de alternativas terapéuticas debe hacerse en base a la toxicología del producto y en función de la distancia al área a proteger.

A modo de epílogo: la supervisión técnica

Resulta importante la comparación con la medicina humana. Hace poco tiempo recurrí al farmacéutico para solicitarle me inyectara un analgésico por un intenso dolor de cintura. La respuesta fue contundente: "Ud. necesita la receta de un médico, y yo debo asentar la práctica en un libro foliado para garantizar las buenas prácticas y evitar incurrir en una mala praxis". Yo me pregunto: si algo que sólo afectaría a mi persona tiene estrictas restricciones, donde la venta, prescripción y administración del medicamento está sujeta a la intervención de más de un profesional (médico, farmacéutico y enfermera), ¿cómo puede ser que un plaguicida, con potencial efecto nocivo sobre terceros y el ambiente, se venda y aplique sin control profesional?

Resulta imprescindible contar con el conocimiento profesional (tecnologías de procesos) tanto como con el instrumental de medición y los plaguicidas acordes a las situaciones dadas (tecnologías de insumo), todo a fin de garantizar riesgos mínimos al trabajar en la proximidad de zonas críticas. El Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar ha desarrollado, conjuntamente con una empresa privada, una estación meteorológica móvil factible de instalar en los equipos de pulverización terrestre. Este insumo resulta de mucha importancia si se piensa en capacitar a un grupo de contratistas para trabajar en zonas próximas a centros urbanos, y a un profesional que los asesore y controle en forma remota desde una PC de escritorio. Este profesional podría ajustar la prescripción de pulverización acorde vaya cambiando cada situación particular, ya que dispondría de la información meteorológica y posicionamiento de cada equipo en tiempo real.

La Ley de Agroquímicos de cada provincia establece la obligación de contar con un registro de profesionales inscriptos como asesores de la ley, y el registro de al menos las empresas contratistas de pulverización y sus equipos. Para los profesionales, los Colegios Profesionales tienen la obligación de organizar todos los años cursos de capacitación; y para las empresas de servicios existe la obligación de someter a sus equipos a una revisión técnica periódica y, a sus operarios a tomar cursos de capacitación sobre tecnología de pulverización y normas de seguridad.

El presente trabajo constituye una síntesis práctica de tecnología de procesos para mitigar eventos de deriva de plaguicidas. No podemos garantizar que su instrumentación elimine totalmente el problema, pero si aseguramos que reducirá los casos de evidente negligencia o ignorancia. El estricto cumplimiento de la Ley de Agroquímicos es una condición primordial para cumplir el doble objetivo de resguardar la seguridad pública y garantizar resultados de control satisfactorios.

Pergamino (BA), 15 de Junio de 2015

NOTA IMPORTANTE: este trabajo se publicó originalmente en la página web del INTA Pergamino el 19/05/2013. Cuando hago referencia al Cuadro *Distancias sugeridas* cometí involuntariamente el error de considerar que, en las celdas donde dice “no se sugiere”, no se sugiere realizar los tratamientos, cuando en verdad corresponde citar: “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”. Es decir, para los autores citados, no existe zona de exclusión, sino de amortiguamiento. Me disculpo públicamente por el error en la interpretación del trabajo de los Ings. Agrs. Alberto Etiennot y Augusto Piazza.