

Concepto de Calidad de Aplicación en pulverización agrícola

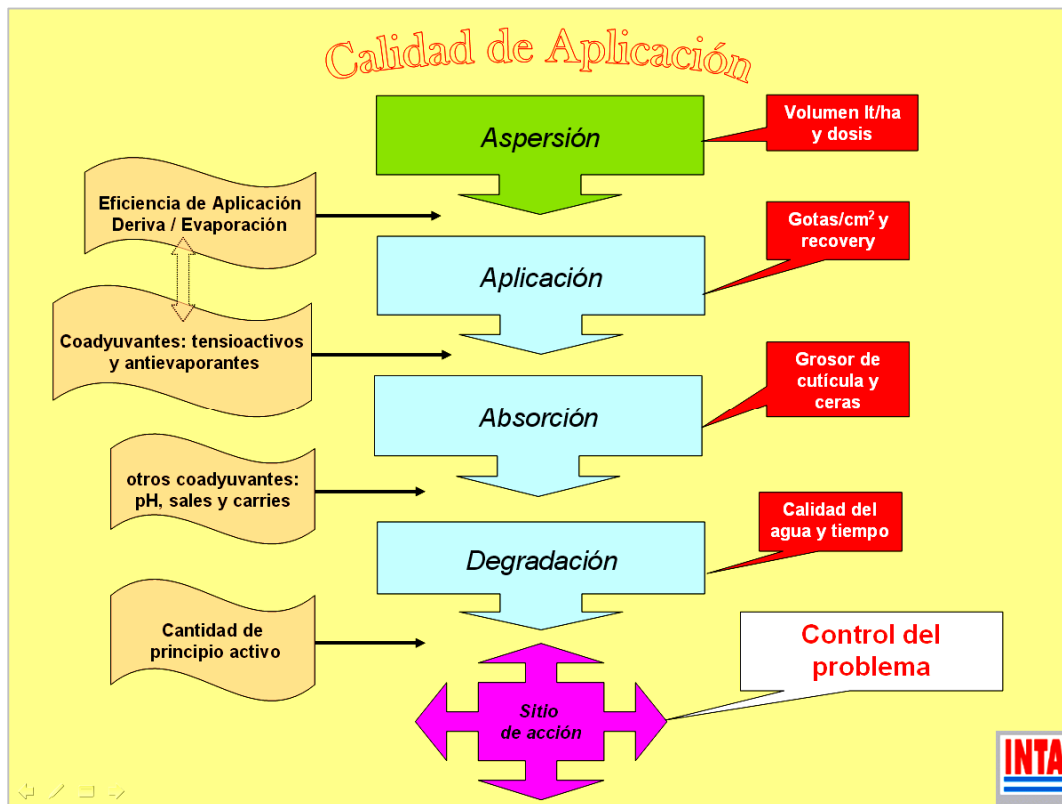
Ing. Agr. Pedro Daniel Leiva – Pergamino (BA)



El éxito o fracaso de un tratamiento fitosanitario depende de tres factores básicos: la correcta elección de producto y dosis, el momento oportuno de control y la calidad de la aplicación.

Resulta importante encuadrar el uso de plaguicidas dentro de un concepto que llamaremos **Protección Vegetal**. El monitoreo de plagas (de todas las adversidades biológicas conocidas) es la base fundamental para una toma racional de decisiones, cuando se alcanzan los niveles de daño económico se recurre al uso de plaguicidas. Debemos reconocer que muchas veces hay fallas o una baja eficiencia de control, no siempre atribuible al producto y dosis; y otras a que el producto no llegó en cantidad suficiente al objeto del tratamiento.

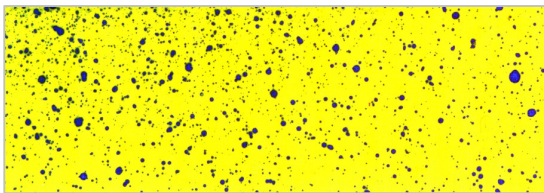
Calidad de aplicación es una tecnología de procesos, el equipo aspersor y los fitosanitarios tecnologías de insumos; la principal diferencia entre ambas es que la primera tiene un costo intelectual y se requiere habilidad para manejarla; la segunda tiene un costo económico, simplemente se compra. Las tecnologías de procesos tienen varios pasos que implican eficiencias; así por ejemplo un proceso de 3 pasos, cada uno con una eficiencia individual del 80%, tiene un



resultado final de 50% ($=0.8 \times 0.8 \times 0.8$), poco satisfactorio por cierto. Concluimos entonces que tenemos que realizar todas las etapas con la mayor eficiencia para lograr los mejores resultados. Por otro lado, desglosar una tecnología en etapas sucesivas nos permite identificar con mayor claridad dónde se encuentra el factor limitante.

El gráfico anterior ilustra el proceso en cuatro pasos: aspersión, aplicación, absorción y degradación. Hacia la derecha (en rojo) los indicadores verificables cuali y cuantitativos, hacia la izquierda (en beige) los posibles causales de la baja eficiencia y la remediación del problema.

El producto primeramente es **aspersado**, entendiéndose por tal todo lo que sale por los picos aspersores; luego es **aplicado**, siendo esto lo que llega al lugar donde se encuentra el objeto del tratamiento (insecto, maleza o inicio de una



enfermedad). Aquello que se interpone en el proceso se llama barrera de la aplicación. La cuantificación de la aspersión se mide en volumen, y consecuentemente la dosis por

hectárea; la aplicación se verifica por el número de gotas por centímetro cuadrado (por medio de tarjetas sensibles) y/o la recuperación del fitosanitario (por cromatografía).

Posteriormente el fitosanitario se debe **absorber** (un herbicida en la hoja de la maleza, un fungicida en la hoja del cultivo, y un insecticida en la hoja o cutícula del insecto, según modo de acción prevalente). Para ello, además debe llegar y permanecer soluble mientras dure el proceso; no es suficiente registrar las gotas. Se requiere verificar el grosor de la cutícula y la presencia de cera (debido a una condición natural del vegetal o un engrosamiento debido a condiciones de stress hídrico). En esta etapa la barrera a vencer se denomina de la absorción.

Desde que el fitosanitario es disuelto en agua se inicia su **degradación** (por hidrólisis y/o mezcla con otros productos). La degradación depende de 4 factores claves: la sensibilidad del producto, el pH del agua, la presencia de ciertos cationes, y el tiempo transcurrido entre la aspersión y la llegada del fitosanitario al sitio donde ejerce su acción. La degradación depende entonces de la calidad del agua y del tiempo. En este caso la barrera a vencer es la degradación, la que amenaza la integridad física del fitosanitario.

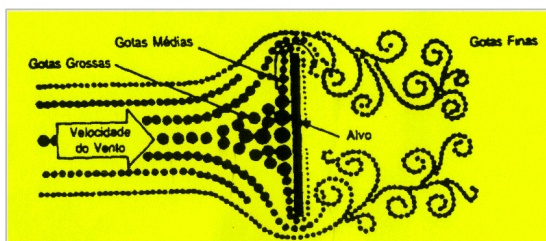
Finalmente, una determinada cantidad del principio activo llega al sitio de acción y la plaga es controlada. Todo este proceso es lo que denominamos **calidad de aplicación**; y por lo tanto no debemos conformarnos con calibrar correctamente un equipo de aspersión (pulverizador terrestre o avión). No se trata de un proceso exclusivamente mecánico, consta de una importante “cuota de conocimiento agronómico” aplicado al monitoreo para la toma de decisión correctiva según circunstancias dadas.

Ahora que hemos descrito el proceso, descubrimos que no hay camino alternativo entre etapas sucesivas, no hay "by pass". Si el pulverizador asperja de manera desuniforme, la llegada del fitosanitario también lo será; si la gota no llega o se seca ni bien toca el blanco, no habrá absorción; y finalmente si el producto se degrada antes de llegar al sitio de acción, no habrá acción control posible. Por eso hay que hacer todas las cosas bien, para que el resultado final sea satisfactorio.

Pasamos a analizar con mayor detalle cada etapa del proceso, y luego nos ocuparemos de la remediación de los factores limitantes, basada principalmente en el uso de coadyuvantes.

La **aspersión** requiere de una adecuada calibración del equipo, ya que si pensamos que arroja 100 lt/ha, y realmente arroja 80 lt/ha, la dosis es 20% inferior. Ello suele ocurrir cuando un equipo sin instrumental de medición (computadora) fue calibrado sobre un terreno blando y pasa a trabajar en otro más firme o consolidado; aumenta la velocidad y consecuentemente baja la dosis. Esto requiere mayor atención, cuanto menor sea la dosis del fitosanitario; e.g. metsulfurón se aplica a dosis de 5 g pa/ha; si pulverizamos 4 g pa/ha no ejerce control satisfactorio, y si la dosis aumenta un 20% resulta fitotóxico. Un producto que se use a 3 lt/ha (Glifosato por ejemplo), con las mismas variaciones de volumen no tendrá consecuencias tan evidentes en la práctica. Por otro lado, también conviene controlar variaciones de dosis a lo largo del botalón de un equipo terrestre, o del ancho de faja de un avión, para evitar el "franqueado del lote". De ello se deduce que además de un número de gotas, hay que controlar la uniformidad (coeficiente de variación). El INTA Pergamino dispone de adaptación de protocolos de calibración (hojas de ruta), tanto para equipos terrestres como aviones agrícolas.

Las fallas de **aplicación** pueden tener origen en dos fenómenos diferentes, la evaporación de la gota que no llega al cultivo o la falta de penetración (en el dosel o en la hoja). Si como obstáculo de la barrera de la aplicación es la evaporación, el producto no llega; y es necesario utilizar coadyuvantes. El



aceite agrícola (vegetal o mineral) resulta eficiente para controlar el proceso, básicamente para las gotas de diámetro pequeño. El asperjado está constituido por diferentes tamaños de gota, sin solución de continuidad. Cuando las gotas alcanzan la parte superior del follaje

se separan, las gotas más grandes quedan retenidas arriba, las gotas medianas acceden al estrato inmediatamente inferior, y sólo las más pequeñas son retenidas en la cara inferior de las hojas. El gráfico ilustra este proceso (Fernandes dos Santos, J.M., 1994).

Dado que las hojas son el lugar donde se ubican los insectos, se absorben los fungicidas y por donde penetran los herbicidas, cabe preguntarse ahora: ¿ qué cantidad de hojas hay por m² de suelo ?, ¿ cuál es el índice de área foliar (IAF) de un cultivo? En forma genérica, para cultivos extensivos en Argentina, un

valor de modal es $IAF=5$. Interpretamos entonces que un cultivo se comporta como un edificio de 5 pisos, lo que ilustra el gráfico ocurre en “la terraza”. En los sucesivos pisos de cada estrato podemos interpretar que existe una malla cada vez más fina, que retiene parte de las gotas que acceden desde piso superior. Como conclusión general, para lograr penetración necesitamos gota fina; cuando la gota es grande queda arriba y con ella una gran proporción de la dosis. Además, la gota fina está sujeta a una mayor evaporación, dada la fuerte relación superficie/volumen. Necesitamos proteger las gotas tanto para asegurar la llegada (en viaje desde el pico aspersor hasta la parte superior del follaje), como su penetración (en el follaje y absorción por la cutícula de la hoja).

Un ejemplo visual vale más que 100 palabras; hemos visto en Brasil tratamientos terrestres para Roya de la Soja *Phakopsora pachyrhizi* que dieron como resultado “plantas arbolito”, por utilizar gota grande. La enfermedad avanza de abajo hacia arriba derribando hojas, como la dosis de control está concentrada en el estrato superior, la enfermedad sólo se detiene cuando encuentra una dosis alta. Ahora bien, un volumen bajo para tratamiento terrestre no es aconsejable, pues puede no contener todo el pull de gotas pequeñas que se necesita para alcanzar los estratos inferiores, sobre todo si el follaje es denso.

Ejemplos opuestos al descrito en el párrafo anterior lo constituye el control de enfermedades de trigo, donde lo que hay que proteger es la espiga y hoja bandera que aportan el 90% de los fotosintatos para el llenado del grano. En este caso, no conviene distribuir la dosis; por el contrario, hay que concentrarla arriba. Para un insecto (hemíptero o larva) que se encuentre en la parte superior del follaje, será bien controlado por una gota mediana, además de incrementarse la efectividad por sumarse el efecto del contacto directo.

El **aceite antievaporante** mejora el desempeño de algunos herbicidas (básicamente graminicidas, por eso las formulaciones LPU= listos para usar), pero todos los fitosanitarios reciben la ventaja de su poder antievaporante, asegurando tanto la llegada al cultivo, como la penetración en hojas por mantener el plaguicida en una condición soluble. Como conclusión los aceites mejoran la eficiencia de aplicación, la absorción y la penetración dentro del canopeo protegiendo las gotas chicas.

Existe una paradoja: el aceite achica la gota, ya que es aceite emulsionable; y cuando el diámetro de la gota se reduce a la mitad, se producen 8 gotas con el volumen total de la gota original. Es decir que el aceite produce más gotas y simultáneamente las protege de la evaporación. Es importante utilizar aceite en aplicación aérea cuando la humedad relativa (HR) es inferior al 60%, a dosis fija de 2 a 1 lt/ha, para condiciones de HR entre 40-50% y 50-60% respectivamente. Con $HR < 40\%$, recomendamos no hacer tratamientos. Para tratamientos terrestres usar aceite a dosis de 1 lt/ha cuando la $HR \leq 45\%$, ya que por su mayor tamaño de gota resuelve parcialmente el problema de la evaporación. Recalamos que la dosis es fija y no porcentual al volumen de caldo; ya que la teoría es que de evaporarse toda el agua, ese volumen de aspersión asegura el logro de una cantidad mínima de gotas efectivas.

Como auxiliar mecánico a la penetración en tratamientos terrestres, debemos mencionar la notable influencia del tipo de pastilla. Asperjando un mismo volumen por hectárea con 4 tipos de pastillas: cono hueco, doble abanico plano (Twin), abanico de rango extendido (XR) y abanico plano común, los resultados de penetración de gotas van en orden de mayor a menor. Cuando se requiere una llegada en profundidad, es muy recomendable el uso de cono hueco asociado con alta presión o doble abanico plano.

La **absorción** es una carrera; las gotas una vez llegadas al blanco continúan evaporándose. Algunos fitosanitarios se absorben más rápido que otros, e.g. la generalidad de los fungicidas mezcla (estrobirulina más triazol) utilizados en cultivos de soja requieren entre 45 minutos a 1 hora; el Glifosato genérico unas 6 horas. Para acelerar el proceso existen coadyuvantes específicos: tensioactivos órgano siliconados, sulfato de amonio, aceites y lecitina de soja. Su efecto es eliminar o reducir las barreras de cera superficial, y por su elevada compatibilidad con la cutícula de la hoja aceleran el ingreso de una mayor cantidad del fitosanitario. Un ejemplo comercial es el Round UP Ultramax, con garantía de aplicación, donde se requiere que no haya una lluvia dentro de las 3 horas post tratamiento. Otro ejemplo es el notable beneficio de coadyuvantes órgano siliconados en respuesta a rendimiento por uso de fungicidas.

En otros casos, y como paso previo a la absorción, se requiere del uso de **adherentes**, cuando la superficie vegetal es resbaladiza, como por ejemplo para control de ryegrass anual *Lolium multiflorum* o cebollín *Cyperus rotundus*.

Finalmente, para controlar la **degradación** de los fitosanitarios, hay que prestar atención a la calidad del agua y la compatibilidad entre productos en la mezcla. Valores altos de pH (entre 7.5 y 8.4), cantidad elevada de sales de calcio y magnesio (superior a 150 ppm CaCO_3), y turbidez por materia orgánica y/o arcilla, afectan la vida media de los principios activos. Para corregir estas limitaciones existen en el mercado coadyuvantes que actúan secuestrando cationes, regulando el pH y otros clarifican el agua. Resulta importante destacar que para un certero diagnóstico y remediación por calidad de agua, es imprescindible recurrir a un análisis físico químico de laboratorio. Además, los correctores de agua deben agregarse como paso previo a los plaguicidas; y una vez disueltos los fitosanitarios el caldo debe aplicarse en forma inmediata, para reducir la influencia de la hidrólisis.

Recomendamos prestar atención a los factores que afectan la calidad de aplicación, monitoreando cultivos para determinar la ubicación de plagas, el estado de las malezas, las condiciones del tiempo por baja humedad relativa ambiente, utilizando tarjetas sensibles para verificar la llegada de gotas al blanco y, seleccionando las fuentes de agua o utilizando correctores según corresponda. El monitoreo del ambiente agronómico (cultivos, plagas, pulverizadores, tiempo atmosférico, agua, etc.) es una tarea profesional altamente rentable; las fallas de tratamientos hacen perder dinero (producto a la dosis de control más costo de pulverización), baja el rendimiento de cultivos por acción de plagas y provocan una innecesaria contaminación del ambiente por repetición evitable de uso de plaguicidas.