

Ing. Agr. Pedro Daniel Leiva - Especialista en Protección Vegetal
pdleiva@pergamino.inta.gov.ar

En enero de este año se realizaron 6 ensayos de grandes parcelas en campos de productores de una amplia región de la Pradera Pampeana. Las localidades fueron: Cañada Rosquín (Santa Fe), y en la provincia de Buenos Aires: Rawson, Daireaux, Magdala, Gral. Pintos y Gral. Villegas.



Los resultados obtenidos permiten delinear tendencias y recomendaciones generales para responder a las siguientes preguntas básicas:

- * El avión ¿ anda ? ¿ cualquier tipo de avión ?
- * Aéreo con barra/picos o rotativo ?
- * En cuál incide más la condición ambiental ?
- * Cuándo usar aceite ? cuánto de agua ?
- * El aceite de soja ¿ anda ?
- * Cómo afecta el uso de tensioactivo siliconado ?
- * Iguales recomendaciones para barra/picos y rotativo ?
- * Cuál aplica mejor: avión o equipo terrestre ?
- * Cuál pastilla es mejor: cono o doble abanico ?
- * Cómo incide la calidad del agua sobre fungicidas ?
- * Tabla de recomendación según sistema aspersor y condición ambiental

En total se pulverizaron 300 ha, con una superficie promedio por ensayo de 50 ha en parcelas de 4.8 ha. El ancho de parcela osciló entre 45 y 100 m, según tamaño del avión y tipo de aspersores. Los aviones grandes trabajaron con un ancho de faja de 20 m y los más chicos entre 15 y 18 m (sólo 2 casos). El largo promedio de la parcela fue 670 m.

De un total de 6 aeronaves, 2 estaban equipadas con atomizadores rotativos (modelos nacional e importado), y el resto con barra y picos. El número promedio de aspersores rotativos fue 10, y el de picos 42. La cantidad de vuelos por parcela fue de 5 para el sistema rotativo, y 3 para picos convencionales. Con avión se probaron volúmenes desde 10 a 25 lt/ha, sólo con agua y sus combinaciones con aceite y tensioactivo siliconado.

Los equipos terrestres fueron automotrices con un promedio de 60 pastillas a 35 cm. El volumen promedio fue 145 lt/ha, oscilando entre 130 y 160. Las velocidades de trabajo promedio oscilaron entre 10 y 15 km/h, con un máximo de 19 y un mínimo de 8.

Las condiciones del tiempo atmosférico para avión fueron muy limitantes en 5 casos, con una temperatura promedio de 29.3°C y humedad relativa ambiente de 34.2%, ambos parámetros con poca variación entre ensayos (variabilidad del 15-17%). Sólo uno de los ensayos transcurrió en condiciones menos limitantes, con humedad relativa 50% y 38°C de temperatura promedio.

Las condiciones de cultivo fueron muy exigentes en cuanto a estructura del canopeo, 4 ensayos fueron sembrados a 52 cm, y los restantes a 42 y 35 cm entre hileras. La altura promedio de la soja fue 93 cm y la cobertura del entresurco 95%, con variaciones que no superaron un CV entre 7-11%. La mitad de los ensayos se aplicó a contrasurco.

Los cultivos contaban entre 12 y 14 nudos, y el momento de aplicación se repartió en partes iguales entre los estados de madurez R₃ y R₄.

El rendimiento promedio en la parcela testigo sin control químico fue elevado, 46 q/ha, con una variación entre ensayos que no superó un CV de 17%. La principal limitante de estas experiencias fue la baja severidad para enfermedades de fin de ciclo (EFC). Para Mancha marrón *Septoria glycines* (ubicada en el tercio inferior de la planta) y Tizón foliar *Cercospora kikuchi* (localizada en el tercio superior) la severidad promedio fue 10%. Ambos factores, alto rinde y abundante presencia de enfermedades, resultan fundamentales para expresar física y económicamente (rinde y Margen bruto) los resultados en términos de *calidad de aplicación* de fungicidas. No obstante, las respuestas a los tratamientos se asocian al control de *Septoria*.

¿ Aspersión aérea con barra/picos o rotativo ?

Como promedio de todos los volúmenes de aplicación, el sistema rotativo demostró superar al convencional de barra y picos, obteniendo tres veces más cobertura abajo, 9.8 vs 3.1 gotas/cm², y un 42% más sobre el cultivo, 47 vs 35 gotas/cm². Asumiendo que: a más gotas más dosis, que las enfermedades de fin de ciclo (*Septoria*) y Roya comienzan desde abajo, y que los fungicidas no son traslocables, la mayor penetración del rotativo representa una ventaja importante.

El sistema rotativo produce gotas pequeñas y de tamaño uniforme, muy útiles para penetrar pero sensibles a la evaporación. En condiciones críticas de humedad relativa (menor a 60%), el agregado de aceite mineral emulsionable a 2 lt/ha permitió aumentar 3 veces la penetración del asperjado, 14 vs 5 gotas/cm². *Por lo tanto no hay que olvidarse de usar aceite cuando hay baja humedad.* Esta situación también se recomienda para aviones equipados con barra y picos en condiciones críticas, aunque este sistema es menos sensible a la evaporación que el rotativo, habiéndose obtenido una penetración de 1.7 veces mayor al usar aceite, 5 vs 3 gotas/cm².

Los mayores incrementos de cobertura por agregado de aceite se lograron con un volumen de caldo de 17 lt/ha, agregando 2 lt/ha de aceite a 15 lt/ha de agua más tensioactivo. Con esa combinación se logró duplicar la llegada, 101.8 vs 46.8 gotas/cm², y cuatriplicar la penetración, 13.6 vs 3.7 gotas/cm². El costo del aceite, a 2 lt/ha, equivale a 22 kg/ha de soja.

¿ Siempre hay que usar aceite ?

Cuando las condiciones atmosféricas son poco demandantes (> 60% humedad relativa), el uso de aceite no tiene sentido, ya que reduce la cobertura al producir una gota más grande (por poca evaporación) y encarece los costo del tratamiento. En consecuencia, debe registrarse la humedad relativa para evaluar la conveniencia del uso de aceite.

Existe una percepción equivocada por parte del productor que analiza el incremento del costo de aplicación por uso de aceite, comparando el costo del servicio con y sin el antievaporante, estimado en un 30%; cuando en realidad se olvida de contabilizar la dosis del fungicida, bajo esta óptica el incremento se reduce a un 10%, además de ser la llave para obtener control.

¿Cuál es el desempeño del aceite de soja ?

Con la intención de buscar alternativas más baratas de antievaporantes para el aspersor rotativo, se probó aceite de soja degomado más emulsionante a dosis de 1 lt/ha, comparado a la misma dosis de aceite mineral. Los resultados demuestran que comparado a tratamientos sin aceite, el mineral a un litro no mejora la penetración, y el de soja si lo hace. No obstante, nuestra recomendación es usar aceite mineral a 2 lt/ha, ya que este tratamiento duplica los valores obtenidos con aceite de soja a un litro y evita los inconvenientes que ocasiona el aceite de soja en cuanto a disponibilidad y preparación de los caldos.

¿ Cómo afecta el agregado de tensioactivo siliconado ?

El mercado argentino de coadyuvantes presenta una nueva alternativa con formulaciones siliconadas, Silwet y X-Trim. Estos tensioactivos aceleran notablemente la penetración de los fitosanitarios, en consecuencia aumentan la dosis incorporada al cultivo. Los resultados económicos de tratamientos con tensioactivos siliconados agregados al agua (para buenas condiciones de humedad relativa) o su combinación con aceite (para condiciones limitantes) son recomendables siempre ya que su costo por hectárea es muy reducido, equivalente a 2 kg/ha de soja. Sólo en una condición no recomendamos usar el tensioactivo: muy baja humedad relativa con uso de aspersor rotativo y volumen de 10 lt/ha (incluyendo 2 lt/ha de aceite mineral).

¿ Para tratamientos aéreos, qué volumen utilizo ?

Según esta experiencia exploratoria, y que necesita confirmación para ambientes con alta presión de enfermedades, en buenas condiciones de humedad relativa (mayores al 60%), 15 lt/ha más tensioactivo siliconado fue la mejor opción técnico-económica. En condiciones muy limitantes (por debajo de 50%, y hasta 35% de HR), la mejor opción es agregarle al caldo anteriormente mencionado, 2 lt/ha de aceite mineral emulsionable, con volumen final de 17 lt/ha.

¿ Hay diferencia entre aviones grandes a turbina y aviones chicos con motor a pistón ?

La flota de aviones de uso agrícola en Argentina se modificó con la incorporación en la última década de aviones de última generación de una alta performance y alto costo, unas 7 veces más que los aviones convencionales. Comparando la *calidad de aplicación* de aviones con sistema aspersor de barra y picos, y medida en gotas que llegan y penetran, podemos concluir que no existen diferencias en este aspecto. Por lo tanto el productor puede optar por cualquiera de las dos alternativas, ya que la clave no está en la máquina voladora sino en su calibración, elección de volumen y coadyuvantes.

¿Cuál aplica mejor: avión o equipo terrestre ?

Comparando avión y terrestre, el segundo pulverizó un volumen 8.5 veces mayor, 145 vs 17 lt/ha promedio, respectivamente. La penetración lograda por el terrestre fue superior al avión, 13 vs 7 gotas/cm, y su llegada mucho mayor, 189 vs 41 gotas/cm. ¿ Podemos decir entonces que el terrestre aplicó mejor el fungicida ?

Entendiendo que a igualdad de dosis por hectárea, el agua es sólo un transportador del fungicida, y que éste se distribuye uniformemente en el caldo, el terrestre a pesar de haber penetrado con más gotas sólo aplica abajo un 6% de la dosis, mientras que el avión un 15%.; en otras palabras el avión aplica 2.5 más de dosis en el lugar donde hace falta.

¿ Por qué sucede esto?. El tamaño promedio de la gota producida en tratamientos aéreos es menor que en terrestres, y mucho más uniforme. El terrestre produce muchas gotas grandes que quedan retenidas arriba.

Entonces el avión es mejor opción que el terrestre, ya que este último pisa y que por ello se pierde aproximadamente un 3% de rinde. Para cultivos de soja de 45 q/ha, la pérdida representa 1.4 q/ha, valor equivalente al costo de control (fungicida a la dosis de control más servicio de aplicación). Descontando la pérdida por pisoteo, el terrestre equipado con cono hueco permite obtener resultados equivalentes a tratamientos aéreos entre 15 y 17 lt/ha.

Los mejores resultados técnico-económicos en un 60% de los 6 ensayos se lograron con avión, y en un 40% con equipo terrestre. Esto como consecuencia de no pisar el cultivo y aplicar más dosis en el lugar donde comienzan los síntomas de enfermedades.

¿ En aplicación terrestre, cuál pastilla es mejor para fungicidas en soja: cono hueco o doble abanico plano ?

Como promedio de 6 repeticiones, el cono hueco llegó y penetró más que el doble abanico plano, 16 vs 10 gotas/cm abajo, y 255 vs 124 gotas/cm arriba. Es probable que el cono también haya aplicado más gotas en la cara inferior de las hojas, tanto superiores como inferiores, pero esa situación no fue evaluada.

El hecho de encontrar el doble de gotas arriba y un 60% más abajo utilizando cono, no nos permite concluir que el cono es mejor, ya que cuando el mejor resultado económico se obtuvo con aplicación terrestre, en un 50% de los casos se logró con cono y el otro 50% con doble abanico. Una mayor aproximación la logramos al analizar las diferencias de rinde respecto al testigo no tratado; en este caso éstas fueron del 18% con cono y 10% con doble abanico. En conclusión, de poder optar elegir pastillas de cono hueco.

Cabe preguntarse: **¿ cualquier equipo puede usar indistintamente ambas pastillas ?**. La respuesta es NO. Los requerimientos de presión son el doble para que un cono hueco funcione eficientemente, comparado a doble abanico. En Argentina no todos los equipos están capacitados para lograr y mantener esa presión. Cuando se trabaja cono hueco a la presión de 40 libras/pg ($\approx 2.8 \text{ kg/cm}^2$) los resultados son muy inferiores al doble abanico a la misma presión.

¿ Qué alternativas tengo para mejorar una aplicación terrestre con doble abanico ?. En la práctica, el mercado argentino pone a disposición portapicos doble con la posibilidad de colocarle pastillas de abanico simple, que en conjunto resulta más económico que la Twinjet (doble abanico plano en ángulo de 60°). Además, y a los efectos de tener control de tamaño de gota, una pastilla XR (de rango extendido) permite reducir el tamaño de gota aumentando la presión, ajuste que se realiza cuando la penetración es insuficiente.

Una alternativa aún no disponible en el mercado argentino de pulverizadoras, es un túnel de viento eficiente. Cuando hablamos de Túnel nos referimos a aquél que genere un viento uniforme a lo largo de todo el botalón, con intensidades variables de hasta 140 km/h; y que permita girar el conjunto barra/picos para compensar, tanto la inclinación de la cortina de aspersión, como regular el tamaño de gota por efecto combinado de la intensidad de viento y su choque con la cortina de aspersión. Los resultados en el extranjero son altamente satisfactorios, demostrando que es posible cuadruplicar la penetración; las experiencias locales en cambio, no permiten recomendar su uso bajo las actuales condiciones de desarrollo tecnológico.

¿Cómo incide la calidad del agua sobre fungicidas ?

Nuestra experiencia trabajando con equipos terrestres y tanto aguas de mala calidad, como de bajo contenido salino, no mostraron afectar la eficiencia de los fungicidas Amistar Extra (Syngenta Agro SA), Opera (BASF The Chemical Company) o Sphere (Bayer CropScience).

Recomendaciones finales

Calibrar el avión para pulverizar 15 lt/ha con tensioactivo siliconado, y agregar 2 lt/ha de aceite cuando la HR esté por debajo del 60%. Es importante respetar, dentro de lo posible, buenas condiciones de trabajo, es decir operar próximo al óptimo: con humedad relativa por encima del 60%, temperatura no mayor a 25-28°C y viento bien definido, entre 7-10 km/h. No obstante, los volúmenes y coadyuvantes recomendados aseguran la mejor *calidad de aplicación* posible bajo un amplio rango de situaciones de ambiente.

El trabajo aéreo no debe hacerse con anchos de faja superiores a los 20 m para aviones grandes, y 16-18 m con aviones chicos y medianos, resp. Mayores ancho de trabajo aumentan el tamaño de gota y por ende reducen la penetración, además de producir una aplicación más desuniforme.

Para tratamientos terrestres utilice un volumen alrededor de 150 lt/ha y preferentemente pastillas cono hueco, o en su defecto abanico plano de rango extendido (XR) montados en portapicos Twincap.

No se desentienda de la aplicación, controle el trabajo con tarjetas sensibles (Water Sensitive Paper, *Syngenta*) ubicadas en la base del tercio medio del follaje. No se conforme con menos de 15-20 gotas/cm². Pero no se confunda, nuestros resultados de penetración fueron inferiores porque ubicamos las tarjetas en la última hoja

Créditos



Este trabajo no se hubiera podido realizar sin el esfuerzo conjunto y coordinado de asesores técnicos, empresas de agroquímicos, prestadoras de servicio de aplicación, establecimientos agropecuarios, y el INTA. La magnitud de los recursos humanos, físicos y económicos que intervinieron así lo evidencian. Las compañías *Syngenta Agro SA*, *Compton Química SACI* y *Laboratorio Qimeco SRL* solventaron todos los gastos operativos y aportaron los coadyuvantes; los contratistas de pulverización (tanto aéreos como terrestres) brindaron gratuitamente sus servicios; y los establecimientos aportaron en algunos casos el fungicida, y en todos ellos personal para tareas de campo, tanto evaluaciones con tarjetas sensibles como seguimiento de lotes y medición de rinde a cosecha. Para el diseño del protocolo de ensayo se contó con la experiencia de un consultor extranjero, Ing. Agr. Eduardo Cordeiro Araujo (*Agrotec Tecnología Agrícola e Industrial Ltda.*, Pelotas-RS, Brasil), quien aportó desinteresadamente valiosas sugerencias.