

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN EN HERBICIDAS

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba
Facultad de Agronomía
EEMAC



Porqué el tema de tecnologías de aplicación es controversial?

Porqué queremos usar una única tecnología?

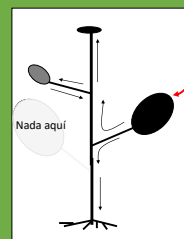
*Qué antecedentes de simplificación tenemos?
Cómo nos ha ido?*



IMPLICA:

- elegir
- combinar
- conocimiento
- experiencia

NO ERA UN PROBLEMA PARA HERBICIDAS SISTÉMICOS



EFFECTO DE BAJOS VOLUMENES EN APLICACIÓN DE GLIFOSATO

Volumen de calda (L/ha ²)	Control de las plantas daninhas (%)		
	7 DAA	14 DAA	21 DAA
30	63,25	86,00	88,00
60	67,00	85,75	87,87
150	68,50	84,37	86,75
Adyuvante			
Sem	67,17	85,91	87,00
Com	67,33	85,50	86,75

22°C
72% HR
2-3 km/h
Gotas Medias

- » Sin diferencias en control de glifosato
- » Sin diferencias en la deposición
- » El menor volumen determinó buena deposición y menor pérdida al suelo
- » Sin efecto por el agregado de adyuvante

Bueno et al., 2013

OFERTA DE SOLUCIONES

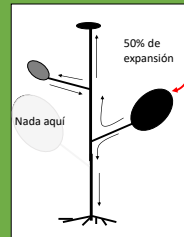


PODEMOS PENSAR EN UNA MISMA SOLUCIÓN?

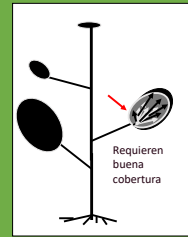


Fotos de Google

HERBICIDA SISTÉMICO



HERBICIDA CONTACTO



PASOS PARA QUE LOS HERBICIDAS INGRESEN A LAS PLANTAS



CLAVES DEL ÉXITO EN UNA APLICACIÓN



Fotos de Google

CLAVES DEL ÉXITO EN UNA APLICACIÓN

- DECISIÓN TÉCNICA
- LA COBERTURA
- CONDICIONES METEOROLÓGICAS
- CALIDAD DEL AGUA
- CALIDAD DE LA APLICACIÓN

EL OBJETIVO DE LA APLICACIÓN



EL MOMENTO OPORTUNO SIGUE
SIENDO DETERMINANTE DEL ÉXITO

CLAVES DEL ÉXITO EN UNA APLICACIÓN

- DECISIÓN TÉCNICA

- **Momento**
- Productos a usar (calidad y mezclas)
- Tipo de productos (movilidad, lipoficidad)

CLAVES DEL ÉXITO EN UNA APLICACIÓN

- DECISIÓN TÉCNICA
- **LA COBERTURA**

LA COBERTURA

$$C = 15 \frac{VRK^2}{AD}$$

en relación directa al volumen e inversamente proporcional a la superficie vegetal y al diámetro de gotas

COBERTURA NECESARIA PARA CADA TIPO DE PRODUCTO

Producto	Cobertura (gotas/cm ²)
Herbicida	
Preemergencia	20 - 30
Plántula	30 - 40
Planta (contacto)	50 - 70
Planta (sistémico)	30 - 40
Insecticida	
Contacto	40 - 50
Sistémico	20 - 30
Fungicida	
Contacto	50 - 70
Sistémico	30 - 40

Tabla 5.2. Densidad de gotas (gotas.cm⁻³) obtenidas en función del diámetro de gotas (µm) y de la tasa de aplicación (L.ha⁻¹).

Diámetro	Tasa de aplicación (L.ha ⁻¹)						
	25	40	60	80	100	150	200
100	480	765	1150	1530	1910	2870	3820
150	140	225	340	450	565	830	1130
200	60	100	150	200	240	360	480
250	30	48	72	96	120	180	240
300	18	28	42	56	71	106	140
400	8	12	18	24	30	45	60
500	4	6	9	12	15	23	30

↗ *La cobertura está en función del volumen y del tamaño de gota.*

↗ *Se debe considerar usar la tecnología con menor riesgo para condiciones desfavorables.*

RESULTADOS EN HERBICIDAS

LA EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN

CUÁNTO LLEGA?
DEPOSICIÓN

HAY EFECTO EN EL CONTROL?
EFICIENCIA

El nivel de mojado de la superficie de las hojas no es suficiente para determinar un mayor control, porque el herbicida debe penetrar una barrera importante: la cutícula

LA INFORMACIÓN NECESARIA ES: CUÁNTO MEJORA EL CONTROL!

**GLUFOSINATO DE AMONIO
ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE GOTA Y ADYUVANTE**

Especies seleccionadas como indicadoras

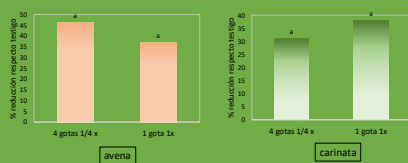


Aplicación con micropipeta digital en la última hoja desarrollada

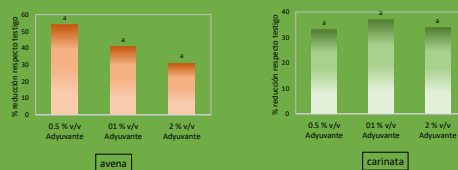
- * cantidades diferentes de gota del mismo tamaño
 - 1 gota de 1 µL con 1x la dosis
 - 4 gotas de 1 µL con un 1/4x la dosis
- * 3 concentraciones del adyuvante (concentrado de óxido de etileno nonilfenólico: 0,5; 1 y 2% v/v)

ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE GOTA Y ADYUVANTE

Sin efectos de la interacción



► La concentración de la gota no afectó la desecación de las plantas



► La concentración del adyuvante tampoco afectó la desecación de las plantas

GLUFOSINATO DE AMONIO

EFFECTO DEL VOLUMEN DE APLICACIÓN Y TAMAÑO DE GOTA



- Tratamientos:

- 4 volúmenes de aplicación: 50, 80, 110, 140 L.ha⁻¹
- 2 tamaño de gota: gota media(M); gota extremadamente gruesa (ExG)
- Aplicación en Avena en 4 hojas
- Dosis de glufosinato de amonio 400 g la ha⁻¹
- Aplicación con pulverizadora experimental presurizada a CO₂, usando boquillas diferentes para cada tamaño de gota.

ESTUDIO DE VOLUMEN de APLICACIÓN y TAMAÑO DE GOTA

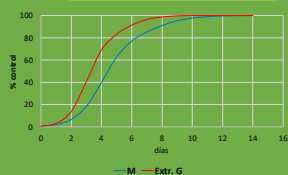
Modelo lineal generalizado de niveles de daño a través del tiempo, asumiendo distribución multinomial ordinal.

Se calcularon las **medianas**, a partir de las probabilidades acumulativas de los valores de control, estimados por el modelo.

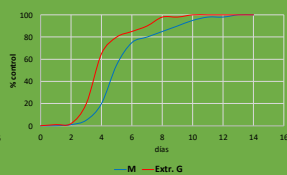
Comparación de curvas

efecto	p-valor
Tiempo	0,0001
Tiempo x volumen	0,0001
Tiempo x tamaño de gota	0,0234
Tiempo x volumen x tamaño de gota	0,0062

Volumen de aplicación de 50 L.ha⁻¹



Volumen de aplicación de 140 L.ha⁻¹



CONCLUSIONES

- ▶ El control con glufosinato de amonio no fue afectado por la concentración de la gota ni del adyuvante.
- ▶ En relación al efecto del volumen de aplicación y tamaño de gota en el control, solamente hubo diferencias entre tamaños de gota para el volumen de 50 y 140 L ha⁻¹. Los máximos controles se alcanzaron antes con la gota más gruesa.
- ▶ **POR TANTO, HERBICIDAS DE BAJA SISTEMA NO NECESITAN GOTAS FINAS**

PARAQUAT EFECTO DEL VOLUMEN DE APLICACIÓN Y TAMAÑO DE GOTA

Problemática de Raigrás en barbechos y coberturas invernales previo a la siembra de soja.



Situación: Cobertura de avena previo a la siembra de soja
Aplicación de glifosato (1440 g.ea/ha) + 2.4- D (0.6 kg ia/ha)
20 días después...

DOBLE GOLPE/Paraquat 400 g ia/ha



Tesis de grado: Machado s/p

OBJETIVO:

evaluar el efecto de tres volúmenes de aplicación (50, 80 y 110 L.ha⁻¹) y dos tamaños de gota (fina y muy gruesa) en la deposición de caldo y control de Raigrás resistente a glifosato.

Aplicación con equipo autopropulsado

Diseño experimental:
Bloques completos al azar con 3 repeticiones



Tratamientos:

Volumen (L/ha)	Tamaño de gota	Boquilla	Presión de trabajo (bar)	Velocidad de trabajo (km/h)
50	Fina	XR 110015	2	16
	Muy Gruesa	TTI 110015	2	16
80	Fina	XR 11003	2.5	17
	Muy Gruesa	AI 11003	2.5	17
110	Fina	XR 11004	2.6	17
	Muy Gruesa	AI 11004	2.6	17

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	HR (%)	VIENTO (km/h)
50 L	28.3	48.5	8.2
80 L	28.3	45.6	4.5
110 L	27.7	45.8	5.2



ESTUDIO DE DEPOSICIÓN

Caldo con colorante Azul brillante (400 g/ha).



Metodología



20 macollos/parcela



Lavado con 30 mL agua destilada



Medición en espectrofotómetro en longitud de onda 630 nm



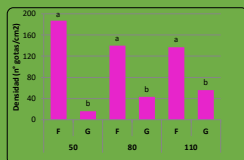
Conservación protegido de luz

Se expresó la deposición /g materia seca

PARÁMETROS DE LA APLICACIÓN EN TARJETAS HIDRO- SENSIBLES

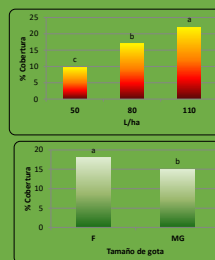
	Densidad	Cobertura
	(n° gotas/cm ²)	
	p- valor	
Volumen (Vol)	0.82	0.0001
Tamaño gota (TG)	0.0001	0.01
Vol x TG	0.02	0.06

DENSIDAD EN TARJETAS HIDRO- SENSIBLES



La mayor densidad de gotas estuvo relacionada a las gotas más finas

RESULTADOS



DEPOSICIÓN DEL TRAZADOR SOBRE HOJAS DE RAIGRÁS

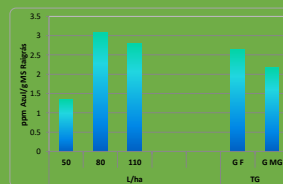
Parámetros	p-valor
Volumen de aplicación	0.0001
Tamaño de gota	0.0013
Volumen de aplicación x Tamaño de gota	0.0001

Deposición (ppm/g MS) según volumen de aplicación y tamaño de gota

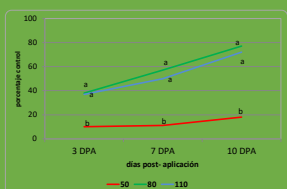
Tamaño de gota	Volumen de aplicación (L/ha)		
	50	80	110
Fina	1.24 a B	3.25 a A	3.45 a A
Muy Gruesa	1.46 a C	2.92 a A	2.17 b B

Letras minúsculas comparan entre tamaño de gota, letras mayúsculas comparan entre volúmenes aplicación

DEPOSICIÓN DEL TRAZADOR SOBRE HOJAS DE RAIGRÁS



CONTROL DE RAIGRÁS



✦ En las distintas fechas de evaluación solo hubo efecto del volumen de aplicación



80 L/ha ←→ 50 L/ha

La deposición del pulverizado en raigrás fue dependiente del volumen de aplicación y del tamaño de gota.

El volumen de 80 L.ha⁻¹ determinó buena deposición y control de la maleza, independiente del tamaño de gota.

✦ **CON VOLUMEN DE APLICACIÓN DE 80 L.HA⁻¹ NO HAY EVIDENCIA PARA USAR GOTA FINA.**

PARAQUAT

DEPOSICIÓN Y CONTROL

Tesis de grado: Balbuena y Stábile, 2018

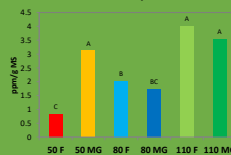


Volumen (L.ha ⁻¹)	Hora	Temperatura (°C)	HR (%)	Viento (km.h ⁻¹)
50 L	10:30	22.2	38	2.2
80 L	10:45	23.9	37	1.9
110 L	10:55	22.5	38.6	2.1

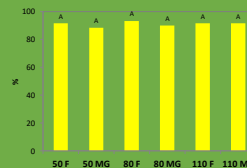
DEPOSICIÓN Y CONTROL DE *Bromus sp.*

	Deposición	Control 3 DPA*	Control 7 DPA	Control 14 DPA
Fuente de variación	p-valor			
Volumen	<0,0001	<0,0001	0,0878	0,6186
Tamaño de gota (TG)	0,0069	0,1343	0,006	0,1827
Volumen x TG	<0,0001	0,5231	0,0208	0,6186

Cantidad de trazador en plantas de *Bromus sp.*



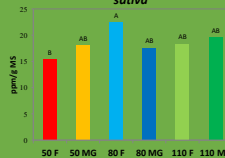
Control de *Bromus sp.* a los 14 dpa



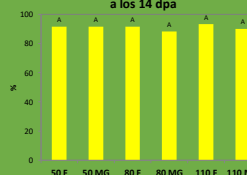
DEPOSICIÓN Y CONTROL DE *Medicago sativa*

	Deposición	Control 3 DPA	Control 7 DPA	Control 14 DPA
Fuente de variación	p-valor			
Volumen	0,0271	<0,0001	0,0004	0,4719
Tamaño de gota (TG)	0,7358	0,0233	0,0687	0,0989
Volumen x TG	0,0051	0,0878	0,0467	0,4719

Cantidad de trazador en *Medicago sativa*



Control de *Medicago sativa* a los 14 dpa



La deposición del pulverizado fue variable y sin respuestas claras en relación a volumen y tamaño de gota.

En la mayoría de las malezas, los controles no presentaron respuestas ni a volumen de aplicación ni a tamaño de gota.

➔ SE CONFIRMA, NO HAY NECESIDAD DE USAR GOTAS FINAS



Proyecto FPTA- 260- Optimización de la tecnología de aplicación terrestre en cultivos extensivos

Responsables del Proyecto: Juan José Olivé
Juana Vitalba
Daniel Schaefer

Equipo de trabajo: Rubiño Piñola - Facultad de Ingeniería
Julio Pedro Cuello SF, Mariela María Gera
Willy Chiaravalle - TAFILAR S.A.
María E. Cassanello, Oscar Benamor, Adela Ribeiro, Jorge Volpi, Marcelo Amos, Carlos Diego Piro, Washington Amador Piro - Facultad de Agronomía
Juan D. Chabing ANEFA.

LAS TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN TENDRÁN IMPACTO EN LA EFECTIVIDAD DE HERBICIDAS PREMERGENTES?



- Herbicida llega al suelo?
- La cantidad que llega depende del tipo y la cantidad?



- Las tecnologías de aplicación tendrán incidencia sobre la llegada del herbicida?

Fotos de Google

CLAVES DEL ÉXITO EN UNA APLICACIÓN

- DECISIÓN TÉCNICA
- LA COBERTURA
- CONDICIONES METEOROLÓGICAS
- CALIDAD DEL AGUA
- CALIDAD DE LA APLICACIÓN

CONDICIONES LIMITANTES

HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	mínima 55%
VELOCIDAD DEL VIENTO	3 a 10 km/h
TEMPERATURA	más de 30°C

Ramos, 2002

	Condiciones para el uso de los distintos tipos de gotas		
	Muy Finas-Finas	Finas o Medias	Medias o Gruesas
TEMPERATURA	< de 25°C	25- 28°C	> 28°C
HUMEDAD RELATIVA	> 70%	60- 70%	< 60%

Antuniassi et al. 2005

CALIDAD DEL AGUA

- **DUREZA:**
para algunos herbicidas es muy importante porque la presencia de cationes inactiva el producto en el caldo
- **pH:**
algunos productos reaccionan en aguas alcalinas, disminuyendo su vida media (atención a las etiquetas e información técnica de los productos)
- **AGUAS TURBIAS:**
evitar aguas sucias, puede generar inactividad de producto y problemas en filtrado




CALIDAD DE APLICACIÓN

- Selección de parámetros de trabajo
selección de boquillas para lograr el mojado/coertura adecuado (tasa de aplicación, tipo de boquilla- tamaño de gota)
- Mezclas/ Orden de preparación
- Mantenimiento del equipo/Triple lavado
- Calibración → aplicación de la dosis recomendada
- Uso de adyuvantes

**CUIDADO CON PENSAR EN UN ÚNICO ADYUVANTE
LAS HOJAS PUEDEN TENER DIFERENTES:**

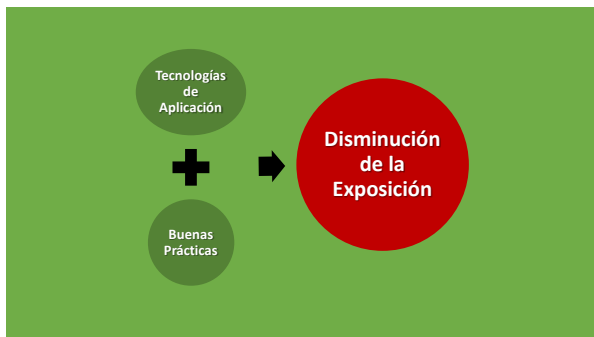
CANTIDAD DE CERAS
PILOSIDAD  ATRACCIÓN POR AGUA



	Scanning electron microscope - 3000x Surface texture of leaflet veins 10 µm 20 µm 40 µm 80 µm 160 µm	Contact angle on leaf surface 100° 120° 140° 160° 180°	Amaranthus retroflexus
	Scanning electron microscope - 3000x Surface texture of leaflet veins 10 µm 20 µm 40 µm 80 µm 160 µm	Contact angle on leaf surface 100° 120° 140° 160° 180°	Sorghum halepense
	Scanning electron microscope - 3000x Surface texture of leaflet veins 10 µm 20 µm 40 µm 80 µm 160 µm	Contact angle on leaf surface 100° 120° 140° 160° 180°	Cyperus esculentus
			Tomato de McCluskey, Univ. Arizona

**HAY OTRA MIRADA
POSIBLE O IMPUESTA?**





Two photographs showing agricultural machinery in a field. The top photo shows a tractor pulling a sprayer, with a white mist or spray visible behind it. The bottom photo shows a similar tractor and sprayer, but with a blue mist or spray visible.

DERIVA

Es evitable ?

Las zonas buffer solucionan el problema?

A composite image on a green background. In the top left is a screenshot of a software interface with a grid and various data points. In the top right is a photo of a red tractor with a blue sprayer in a field. In the bottom left and right are two photos of crops, likely corn, with a white marker in the field. Below the crop photos is the text 'Trabajo preliminar en Estanzeola'.

Two line graphs on a green background. The top graph plots 'log Azul' (y-axis, 0 to 50) against 'm desde la aplicación' (x-axis, 0 to 15). It shows three data series: AI (blue circles), TT (red squares), and XR (green triangles). Dotted lines represent 'Potencial (AI)', 'Potencial (TT)', and 'Potencial (XR)'. The bottom graph plots 'log Azul' (y-axis, 0 to 50) against 'm desde la aplicación' (x-axis, 0 to 8). It shows three data series: AI (blue circles), TT (red squares), and XR (green triangles). A large yellow diagonal watermark reading 'ANTIGAR' is overlaid on the graphs.

Evaluaciones de deriva usando trazador Azul, bajo Norma ISO/ 22866

Hay tecnologías que disminuyen en muchas veces la cantidad de producto derivado

Tesis de grado, Gonzalez, Muniz, Terra s/p

LA NORMATIVA NO CONSIDERA

- Tecnologías de aplicación
- Dirección del viento
- Características toxicológicas de los fitosanitarios
- Condiciones climáticas



PRIMER SIMPOSIO
de Buenas Prácticas en Aplicación de Fitosanitarios

Estación Experimental Dr. Mario A. Casanova
Ruta 3 km 365
Paysandú
URUGUAY
21.11.19
SAVE THE DATE

Actuar hoy para un mañana sustentable