INFORME FINAL

-Etapa 3-

PROYECTO PLAGUICIDAS GCP URU/031/GFF
Acuerdo FAO/FAGRO-UDELAR

JUNIO 2020

I. INTRODUCCIÓN

En esta tercera Etapa del Acuerdo, se pretendió corroborar tendencias observadas en las etapas anteriores y complementariamente introducir algunas variantes a los efectos de avanzar en el conocimiento de los beneficios de los cultivos de servicio en el sistema.

En las etapas anteriores no se obtuvieron buenos resultados con la inclusión de mezclas tréboles. Considerando el complemento en servicios que supone la inclusión de leguminosas se sustituyeron en la presente etapa por mezclas de gramíneas con *Vicia villosa*, especie con la que se han obtenido muy buenos resultados en estudios relacionados. Se incluyó además la evaluación de *Lolium multiflorum* especie que ensayos anteriores realizados en la EEMAC-FAGRO había mostrado muy buen comportamiento y que fue luego cuestionada con el avance de la resistencia en biotipos de la maleza de igual especie. Las empresas semilleristas viene realizando distintos esfuerzos buscando disponibilizar cultivares sin resistencia y también entendimos que era posible un manejo evitando la floración de la especie cuando utilizada como cultivo de servicio y así prácticamente eliminando cualquier riesgo.

De cualquier forma, aun incluidas las variantes en los tratamientos que se ensayaron, los objetivos de esta etapa resultaron similares a la etapa anterior y consistieron en el estudio de:

- los efectos de la especie de cultivo de servicio sobre el enmalezamiento invernal y sus efectos residuales en barbecho y cultivo siguiente de soja.
- la contribución de la aplicación de tratamientos herbicidas en la etapa invernal en el manejo del enmalezamiento.
  - los efectos de distintas alternativas de desecación (desecación con herbicidas vs. rolado) en la efectividad de desecación, el enmalezamiento en barbecho y cultivo de soja en sucesión, así como también posibles efectos en la implantación , crecimiento, desarrollo y rendimiento de soja.

I. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

I.1 EXPERIMENTO A CAMPO.

I.1.1. Localización

A los efectos de lograr los objetivos planteados se instaló un experimento a campo, en el área experimental de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía (UdelaR).

I.1.2 Tratamientos y Diseño Experimental

Hasta el momento de la desecación los tratamientos consistieron en la combinación de un Testigo sin cobertura más 6 alternativas de cultivos de servicio (CS): *Avena strigosa* Schreb. (Avena Negra), *Avena sativa* (Avena blanca), *Secale cereale* (Centeno), *Lolium*

multiflorum (Raigrás), *Avena strigosa* Schreb. + *Vicia villosa* (Av. Negra + Vicia) y *Secale cereale+ Vicia villosa* (Centeno + Vicia) con la aplicación de tratamiento herbicida durante la etapa de cultivo (con y sin).

Estos tratamientos fueron dispuestos en un diseño experimental de parcelas dividas con estructura de parcelas en bloques al azar utilizándose 3 repeticiones y un tamaño de parcela mayor igual a 10 m de ancho por 15 m de largo.

Al momento de la desecación la mitad de cada bloque fue desecada mecánicamente utilizando rolo y la otra mitad recibió desecación química con herbicidas. A partir de este momento el diseño experimental utilizado para el análisis de los datos fue de parcelas divididas con arreglo en bloques divididos.

I.1.3 Metodologías de instalación

La siembra de los cultivos de servicio se realizó el 18 de mayo del 2019, con una sembradora Semeato SHM11, en línea a 19 cm de distancia a razón de 50 kg/ha de *Secale cereale* (Centeno var. experimental ERRO), 50 kg/ha *Avena strigosa* Schreb. (Avena Negra var. IAPAR 61), 80 kg/ha de *Avena sativa* (Avena Blanca LE 1095), mezcla de *Avena strigosa* Schreb. + *Vicia villosa* (44+6 kg/ha), mezcla de *Secale cereale* + *Vicia villosa* (50+10 kg/ha) y 25 kg/ha de *Lolium multiflorum* (Raigras var. LE 284).

El 18 de Setiembre de 2019 se aplicaron los tratamientos herbicidas, utilizándose una mezcla comercial de los herbicidas florasulam (20% p/p) y halauxyfen metil (20.9% p/p) a dosis de 25 g/ha en las coberturas con sólo gramíneas y la mezcla de una formulación de glifosato a razón de 1080 g ea/ha con la mezcla comercial de florasulam y halauxyfen metil (25 g/ha) en el testigo. No se aplicaron los tratamientos mezclas de Avena Negra + Vicia ni de Centeno + Vicia.

La desecación con rolo o herbicidas se realizó el 8 de Octubre de 2019 en el caso de los tratamientos con Centeno que alcanzó primero el desarrollo requerido y el 23 de Octubre del mismo año en el resto de los tratamientos. Para la desecación mecánica se pasó el rolo perpendicularmente al ancho de las parcelas, en franjas de 5 metros atravesando los 3 bloques. En el caso de la desecación química se aplicó, en franja de igual ancho, una mezcla de 4 l/ha de glifosato (540 g ea/l) + 0,5 l/ha de Dicamba (708 g ea/l de sal glicolamina).

No se obtuvieron buenos niveles de desecación por rolado sobre el tratamiento de Centeno + Vicia villosa. Esto generó que el 20 de Noviembre se aplicará sobre el área rolada de estas parcelas un tratamiento doble golpe de 4 l/ha de glifosato (540 g ea/l) y 2 l/ha de Paraquat (200 g ea/l) 7 días después.

El cultivo de soja se sembró el día 5 de diciembre del 2019 con la var. Don Mario 62R63 STS – ERRO regulando la sembradora para una densidad objetivo de 25 pl/m. En pre-siembra, 6 días previo a la misma, se aplicó en todas las parcelas un tratamiento de 4 l/ha de glifosato (540 g ea/l) + 50 g/ha de saflufenacil (contenido en peso 70%).

El 18 de enero se aplicaron 4 l/ha de glifosato (540 g ea/l) + 0.8 l/ha clethodim (240 g ea/l) en la soja y el 6/05 se cosechó con cosechadora experimental WINTERSTEIGER Classic un área de 15 m^2/ parcela.

Se agrega a continuación croquis del ensayo:

Croquis del ensayo a campo

I.1.4 Determinaciones

- <u>En los CS se estimó</u>: población lograda en muestreos de 0.5 m lineales, % de cobertura de suelo por estimación visual en 4 cuadros de 0,4m x 0,4 m, divididos en 4 cuadrantes de 0,2m x 0,2m durante el ciclo invernal y producción final de materia seca, inmediatamente previo a la desecación. Durante el barbecho, post-desecación, se realizó una estimación de biomasa y % de cobertura de suelo de los rastrojos correspondientes el 7/11/2020 y dos durante el cultivo de soja (30/12/2020 y 16/01/2020).

- <u>A nivel del enmalezamiento se estimó</u>: grado de infestación, dependiendo de la fecha, por densidad o cobertura de suelo diferenciando por especie de maleza presente y su grado de desarrollo (en principio por número de hojas y en las evaluaciones finales por estado vegetativo o reproductivo).
  Estas determinaciones se realizaron durante el ciclo de los cultivos de servicio en dos fechas (3/5 y 6/9), durante el barbecho previo a la siembra de la soja (12/11/2019) y en tres fechas durante el cultivo de soja (30/12/2019, 16/01/2020 y 6/02/2020).

- <u>A nivel de soja:</u> población lograda y desarrollo de plantas a los 15 y 25 días post-siembra, a partir de 4 muestreos de 1 metro lineal dentro de cada parcela. La escala de desarrollo utilizada en soja fue la desarrollada por Fehr y Carviness (1971). Para poder realizar el análisis estadístico de la misma, fue necesario convertir la escala de la siguiente manera: V1=1, V2=2, V3=3, V4=4, V5=5, V6=6, V7=7, V8=8, V9=9, R1=10 y R2=11. El crecimiento y desarrollo del cultivo fue evaluado el 17/1 y el 6/02/2020 coincidiendo con las últimas evaluaciones de enmalezamiento. En esta se midió altura (cm) hasta último nudo y desarrollo de las plantas utilizando la escala de Fehr y Carviness de la misma forma anteriormente mencionada.

I.1.5 Procesamiento

Las variables estimadas fueron transformadas cuando necesario y procesadas realizándose ANAVAS y separación de medias cuando correspondiera por test de Tukey (0,05) utilizando el programa INFOSTAT.
Se corrió además el Programa Ripest con el objetivo de comparar potenciales impactos ecotoxicológicos para las distintas combinaciones de cultivos, tratamientos herbicidas y alternativas de desecación ensayadas.

Por último se realizó un análisis de los costos de manejo de cada cultivo de cobertura, evaluando el costo de siembra, los tratamientos herbicidas y las dos alternativas de desecación ensayadas en comparación al barbecho descubierto.

I.1.6 Resultados

- ***EFECTO DE LAS DISTINTAS ESPECIES DE CULTIVOS DE SERVICIO SOBRE EL ENMALEZAMIENTO INVERNAL***

En consideración de la evaluación realizada previo a la aplicación de los tratamientos herbicidas en los cultivos de servicio, el día 18/09/2019, se encontró que todos los cultivos de cobertura redujeron importantemente el enmalezamiento invernal en comparación con el testigo sin cobertura. Los mayores efectos y muy similares del orden del 85% correspondieron a los tratamientos con Avena negra, Avena negra+ Vicia y Raigrás. Los restantes tratamientos con efectos algo menores variaron en un rango de 69 a 74% de reducción (Fig.1).

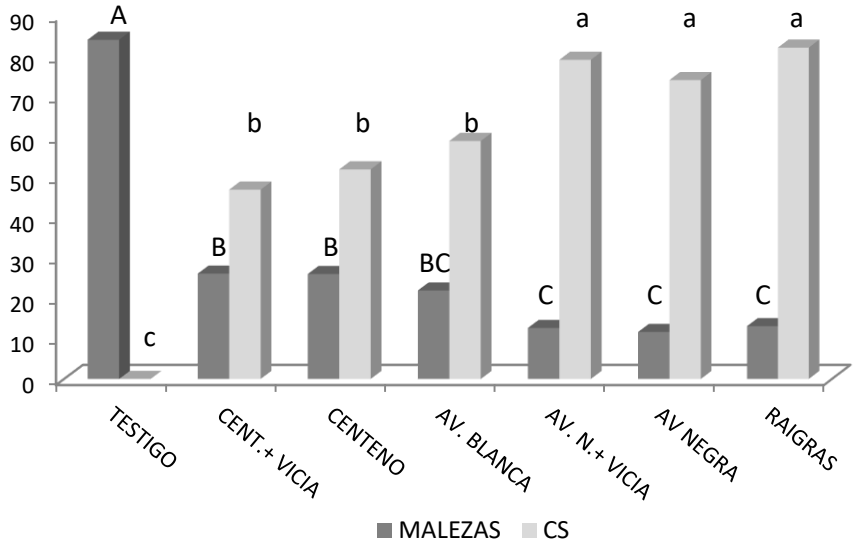

Figura 1. Cobertura de suelo (%) por cultivos de servicio y malezas el 05/09/2019

Estos resultados muestran consistencia con los de años anteriores. Similarmente a lo evaluado el año anterior, la máxima reducción alcanzada fue de 86% y correspondió a la Avena negra, aunque sin diferencias con la mezcla de esta especie y Vicia (85%) ni con

Raigrás (84%). Centeno y Avena blanca, también coincidentemente con los resultados del año anterior, mostraron reducciones comparativamente menores.
La capacidad supresora de malezas en los distintos CS evaluados mostró asociación directa con la cobertura de suelo que lograron. Esto también coincide con los resultados de años anteriores cuando se compararon cultivos gramíneos aunque no se constató en el caso de las leguminosas puras.

También al igual que en ensayos anteriores, Centeno aun resultando una muy buena opción en el manejo cultural temprano de malezas (Fig. 2) presentando menores coberturas de suelo en el final del ciclo resulta menos competitivo que las otras especies gramíneas y permite "un repunte" tardío de las malezas.

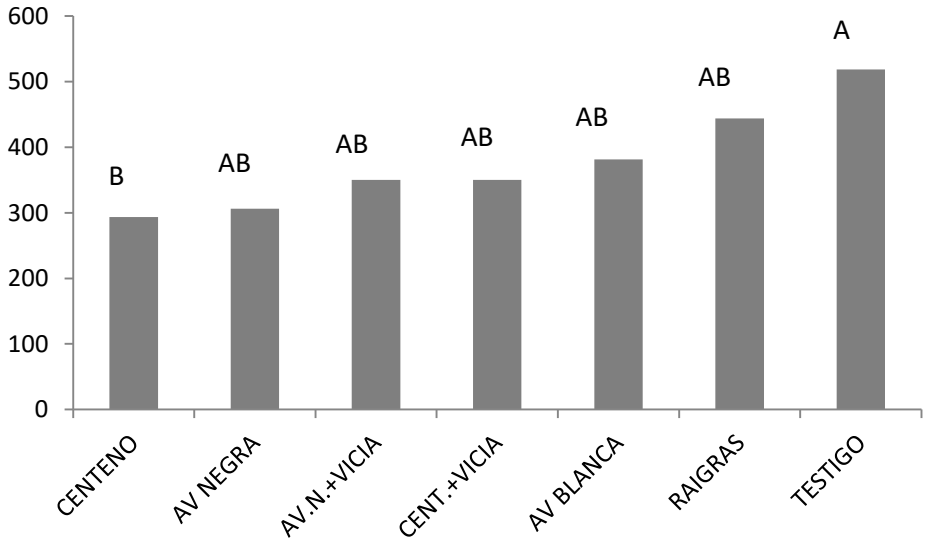

Figura 2. Densidad del enmalezamiento (n°. m^{-2}) en los distintos CS el 04/07/2019.

Se había previsto que la inclusión de Vicia en mezcla con Centeno mejorara esta deficiencia observada en Centeno pero como muestra la Figura 1, no ocurrió. Muy probablemente esto tenga su explicación en las características específicas de la mezcla ensayada que nos fuera suministrada. Se trata de una mezcla comercial en la que la proporción de Vicia es considerablemente más baja que la comúnmente utilizada.

Por otra parte sólo se detectaron efectos de supresión diferencial entre CS en moco de oveja (*Cerastium glomeratum*). En las restantes especies en las que se comprobaran efectos significativos, todos los CS mostraron igual potencial de reducción, resultando en enmalezamientos similarmente inferiores al testigo sin cobertura (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cobertura de suelo para distintas especies de malezas en los CS ensayados y en el testigo (05/09/2019)

ESPECIE MALEZA	CS						
	TESTIGO	CENTENO	CENTENO +VICIA	AV.BLANCA	AV.NEGRA	AV.NEGRA +VICIA	RAIGRÁS
B.incana	10,67 A	0,28 B	1,11 B	1,78 B	0,00 B	0,50 B	0,83 B
Carduus spp.	3,33 A	1,28 B	0,17 B	1,17 B	0,11 B	0,11 B	0,39 B
P.annua	1,33 A	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B
Conyza spp.	17,89 A	1,11 B	1,11 B	0,94 B	0,94 B	0,44 B	1,73 B
C.didymus	4,00 A	0,56 B	0,00 B	0,11 B	0,00 B	0,00 B	0,22 B
A.arvensis	7,44 A	1,39 B	1,94 B	1,00 B	1,67 B	0,50 B	0,72 B
A.tribuloides	14,72 A	5,00 B	4,52 B	1,89 B	3,72 B	0,50 B	1,50 B
C.glomeratum	13,72 A	6,17 BC	9,11 AB	4,06 BC	1,56 C	1,50 C	6,00 BC

(*) letras iguales no difieren estadísticamente (*p=0.05*)

Cabe destacar además, que el 95% y el 90% de la cobertura de *C. glomeratum* en el testigo y en el tratamiento de Centeno + Vicia respectivamente, correspondía a plantas en estados reproductivos.

- ***EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA ETAPA DE CS INVERNAL***

No existieron respuestas a nivel del enmalezamiento invernal por efecto de la aplicación del tratamiento herbicida. Este resultado puede considerarse el esperado. Desfavorables condiciones climáticas retrasaron la aplicación la que terminó efectuando con malezas con desarrollos muy avanzados y por lo tanto poco susceptibles al tratamiento.

Tampoco se encontraron diferencias en la producción de biomasa de los CS con y sin tratamiento herbicida aunque, como esperable, se detectaron diferencias entre los mismos (Figura 3).

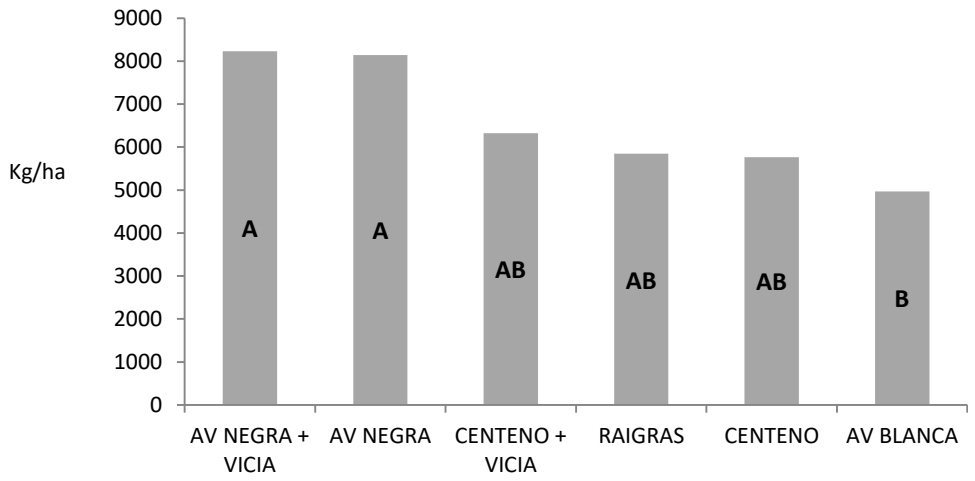

Figura 3. Producción final de los CS (materia seca en Kg/ha, promedio para sin y con herbicida en los tratamientos con gramíneas puras) estimada previo a la desecación.

Como puede verse, las mayores producciones finales correspondieron a los tratamientos con Avena Negra y el más bajo a la Avena Blanca. Los tratamientos con Centeno y Raigrás mostraron un comportamiento intermedio con rendimientos de alrededor de los 6000 kg/ha.

- ***EFECTO DE LA DESECACIÓN MECÁNICA CON ROLO EN COMPARACIÓN CON LA DESECACIÓN QUÍMICA CON HERBICIDAS.***

El tipo de desecación (rolado o herbicidas) determinó efectos tanto en el enmalezamiento en barbecho como en el cultivo de soja. Por otra parte también se expresaron efectos según la especie de cultivo de servicio e inclusive interacciones con la tecnología de desecación utilizada. A los solos efectos de simplificar la presentación de los resultados se los agrupa a continuación en resultados en barbecho y en cultivo de soja.

Efectos estimados en el barbecho:

En función de lo observado y de las determinaciones realizadas el 07/11/2019, 29 días post-desecado de los tratamientos con Centeno y 14 días post-desecado de los restantes tratamientos es posible afirmar que:

El rolado determinó coberturas de suelo algo mayores que el uso de herbicidas (90,08 *vs.* 81,43, p<0,05) aun cuando el porcentaje de cobertura de suelo por rastrojo seco era mayor en las parcelas desecadas con herbicida (81 *vs.* 73, p<0,05), (Figura 4).

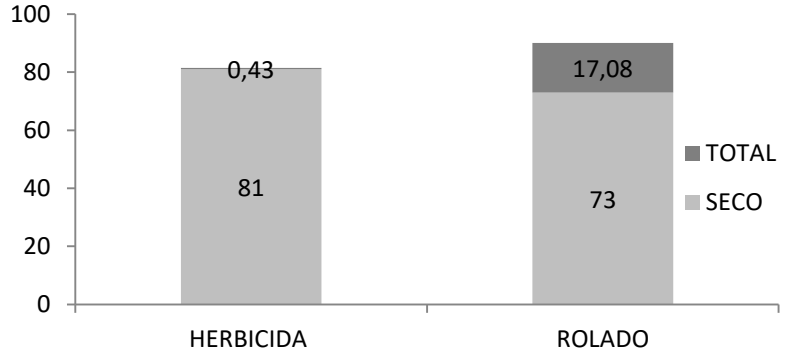

Figura 4. Efecto de la desecación mecánica y química en la cobertura de suelo total y de rastrojo seco (%), el 7/11/2019.

Los menores promedios totales de rastrojo seco en el rolado tienen su explicación en forma prácticamente exclusiva en el tratamiento de Centeno + Vicia (Figura 5) en el la cobertura de suelo por rastrojo seco fue de sólo el 38% mientras que el rastrojo verde cubría el 55%. Los restantes tratamientos presentaban en esa fecha muy bajas coberturas de CS verdes, 0% o muy cercanas y sólo AV. Negra + Vicia alcanzó el 8%. Por lo tanto sólo se constataron ineficiencias con el rolado en el tratamiento de Centeno + Vicia y muy probablemente, consecuencia de la insuficiente biomasa que presentaba la Vicia seguramente asociada a su baja densidad de siembra.

A

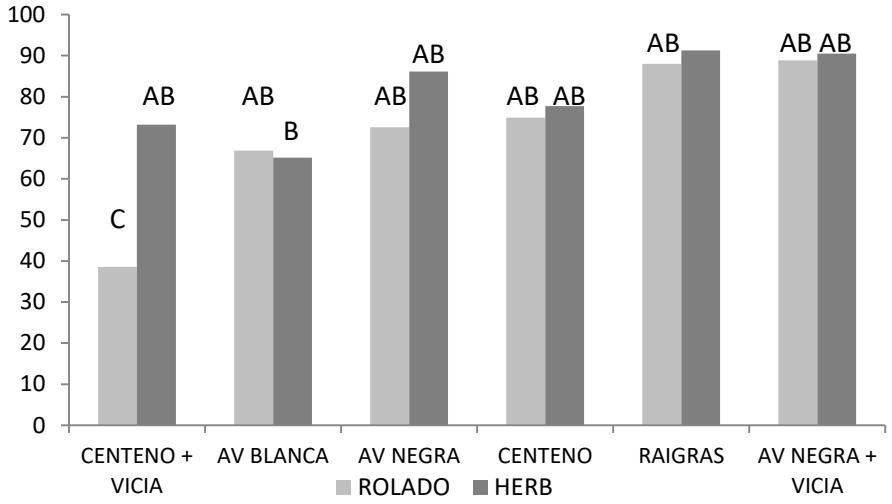

Figura 5. Cobertura de suelos por rastrojo seco de los distintos CS por efecto rolado y tratamiento herbicida (07/11/2019)

Fue esta constatación que nos llevó a decidir realizar una aplicación para desecar la Vicia y dar condiciones similares al resto de los tratamientos para la siembra.

Por otra parte, tal como muestran los resultados, en los restantes tratamientos no se aprecian diferencias de cobertura de suelo entre los rastrojos fueran provenientes de desecación mecánica o química.

Se constataron también efectos diferenciales a nivel del enmalezamiento asociados tanto al método de desecación como al CS considerado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad (pl.m $^{-2}$) para malezas totales y malezas gramíneas estivales en los rastrojos de los distintos CS desecados con rolo y tratamiento herbicida.

CS	DESECADO	Mzs TOTALES		Mzs GRAM. ESTIVALES	
AVENA negra	HERBICIDA	22	F	3	B
AVENA N + VICIA	HERBICIDA	39	EF	17	B
Raigras	HERBICIDA	42	DEF	17	B
Raigras	ROLADO	55	DEF	3	B
AVENA blanca	HERBICIDA	58	DEF	19	B
AVENA negra	ROLADO	60	CDEF	14	B
AVENA N + VICIA	ROLADO	77	CDE	17	B
TESTIGO	HERBICIDA	90	CDE	15	B
CENTENO + VICIA	ROLADO	102	CD	16	B
CENTENO + VICIA	HERBICIDA	125	BC	97	A
CENTENO	HERBICIDA	127	BC	85	A
CENTENO	ROLADO	180	AB	28	B
AVENA blanca	ROLADO	209	A	29	B

La infestación promedio resultó mayor en los tratamientos rolados y fue consecuencia del aporte del enmalezamiento invernal remanente en los tratamientos de Centeno y Avena Blanca como era esperable. Estos, fueron tratamientos que llegaron comparativamente más sucios al momento de la desecación y el rolado no resolvió el problema. En el presente ensayo, que no presentaba malezas invernales complicadas, como por ejemplo carniceras, de las que había sólo algunas pocas plantas, no constituyó un problema.

La infestación de gramíneas estivales por el contrario fue mayor en los tratamientos de Centeno (Centeno puro y en mezcla con Vicia) desecados con herbicidas. La más rápida desecación en estos tratamientos pudo haber disminuido los efectos de supresión de nuevas emergencias. Por otra parte, los tratamientos con Centeno fueron desecados 15 días antes que los restantes sumando otro factor en el efecto supresor de gramíneas estivales.

Cuadro 2. Cobertura (%) de malezas totales y malezas gramíneas estivales en los rastrojos de los distintos CS desecados con rolo y tratamiento herbicida.

CS	DESECADO	Mzs TOTALES		Mzs GRAM. ESTIVALES	
AVENA negra	HERBICIDA	22	F	3	B
AVENA N + VICIA	HERBICIDA	39	EF	17	B
Raigras	HERBICIDA	42	DEF	17	B
Raigras	ROLADO	55	DEF	3	B
AVENA blanca	HERBICIDA	58	DEF	19	B
AVENA negra	ROLADO	60	CDEF	14	B
AVENA N + VICIA	ROLADO	77	CDE	17	B
TESTIGO	HERBICIDA	90	CDE	15	B
CENTENO + VICIA	ROLADO	102	CD	16	B
CENTENO + VICIA	HERBICIDA	125	BC	97	A
CENTENO	HERBICIDA	127	BC	85	A
CENTENO	ROLADO	180	AB	28	B
AVENA blanca	ROLADO	209	A	29	B

Efectos estimados en el cultivo de soja:

A. <u>En el crecimiento y desarrollo de soja</u>

Los efectos diferenciales en la implantación y desarrollo inicial de soja aun siendo significativos resultaron de baja incidencia agronómica. Tanto el número de plantas por metro de surco como la proporción de plantas en estados de mayor desarrollo (V2) fueron menores en los tratamientos rolados. En ambos casos las diferencias tuvieron su explicación, fundamentalmente, en el comportamiento en los tratamientos de Avena Blanca y Centeno rolados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Población de soja (pl.m lineal) y total más desarrollado (V2) el 20/12/2019.

CS	PLs en V2 (n°/m lineal)		PLs/m lineal	
	ROLADO	HERBICIDA	ROLADO	HERBICIDA
CENTENO	5,34 B	11,34 AB	6,5 D	12,84 ABCD
AV BLANCA	5,66 B	14,34 A	7,84 CD	14,66 ABC
CENT.+ VICIA	7,5 AB	14,34 A	9,34 BCD	9,34 BCD
RAIGRAS	10 AB	8,66 AB	11,84 ABCD	10,84 ABCD
TESTIGO		9 AB		16,66 A
AV NEGRA	11,66 AB	13,16 A	16 A	13,5 ABCD
AV N + VICIA	14 A	11,5 AB	14,5 ABCD	14,34 ABC

En un segundo registro de implantación y desarrollo realizado el 30/12/2019, aun habiendo aumentado el número de plantas implantadas en todos los tratamientos, las tendencias fueron similares con menores totales y desarrollos en el rolado asociado al comportamiento de los tratamientos Centeno y Av. Blanca con rolo.

Estos efectos iniciales se continuaron detectando en las determinaciones realizadas en soja el 21/01/2020 y el 06/02/2021 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la tecnología de desecación en la altura (cm) y desarrollo de soja estimada en las fechas 17/01/2020 y 06/02/2020.

DESECACIÓN	17/01/2020		06/02/2020	
	ALTURA	DESARROLLO	ALTURA	DESARROLLO
ROLADO	23,72 B	6,47 B	33 B	10,11 B
HERBICIDA	27,73 A	6,97 A	38 A	10,38 A

Cabe comentar en primer lugar, que pese a la detección estadística del efecto como puede verse, aunque consistente, resulta de bajo impacto agronómico. Por otra parte, y como se puede comprobar en la información en los ítems que siguen las determinaciones de cantidad y características de los rastrojos así como del enmalezamiento en cultivo no permiten explicar este efecto. Por estas razones se entiende que las diferencias en estos parámetros de crecimiento y desarrollo de soja tienen su principal explicación en los efectos tempranos. Como se comentara la mayor infestación de malezas invernales no controladas por el rolado en estos dos CS muy probablemente determinaron una peor condición de barbecho incidiendo las etapas iniciales del cultivo con repercusión posterior.

B. <u>En la cobertura de suelo por rastrojos en la etapa de cultivo de soja</u>.

Como se anticipara en párrafos anteriores no fueron detectados efectos de la tecnología de desecación en la cantidad de rastrojos en superficie de los distintos CS en ninguna de las 2 determinaciones en cultivo (30/12/2020 y 17/01/2020). Si se determinaron efectos del tipo de CS y tal como se muestra en el Cuadro 5 las mayores coberturas por rastrojo se encontraron en los tratamientos de Raigrás, Av. Negra y Av. Negra+ Vicia coincidiendo con las tendencias registradas en el barbecho.

Cuadro 5. Cobertura de suelo (%) de los rastrojos de los distintos CS en el cultivo de soja en las fechas 30/12/2020 y 16/01/2020.

CS	30-dic		16-ene	
AV BLANCA	47	A	28	B
CENTENO	63	B	44	BC
CENTENO + VICIA	63	B	31	B
AV NEGRA	83	C	59	C
AV NEGRA + VICIA	83	C	61	C
RAIGRAS	84	C	61	C

En la determinación del 30/12/2020 también se estimó la cobertura por restos secos de malezas y confirmando lo comentado sobre las posibles explicaciones de los efectos observados en la implantación y desarrollo temprano de soja, sólo fueron registrados rastrojos de malezas en los tratamientos de Centeno y Av. Blanca rolados (Figura 6).

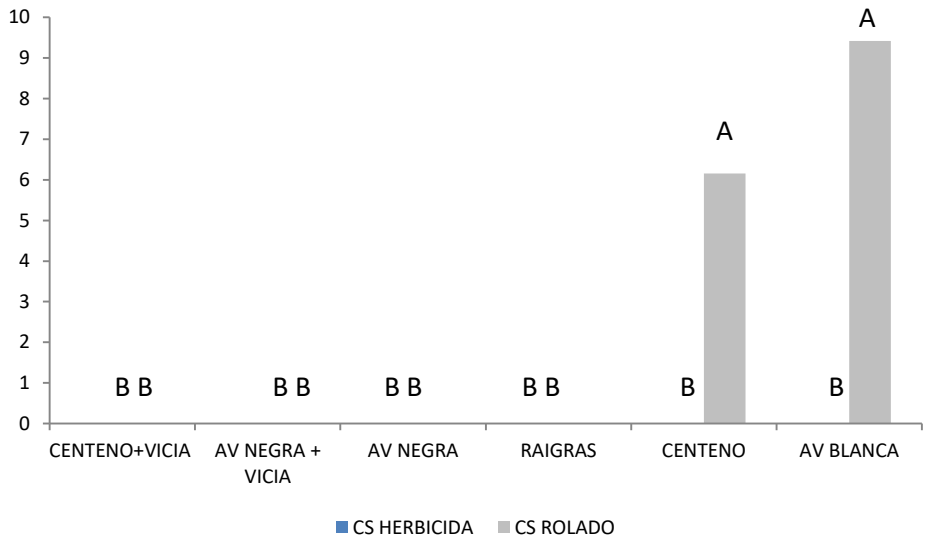

Figura 6. Cobertura de suelos por rastrojo seco de malezas en los distintos CS con rolado y con tratamiento herbicida (30/12/2019)

C. <u>En el enmalezamiento del cultivo de soja</u>.

Sólo se detectaron efectos del tipo de rastrojos según CS en las determinaciones de malezas. Los mayores enmalezamientos en las dos fechas evaluados correspondieron a la Av. Blanca y los con Centeno (Cuadro 6).

Cuadro 6. Enmalezamiento de *Echinochloa colona* en soja, el 30/12/2020 y el 16/01/2020 según CS antecesor.

CS	30-dic N°/m^2		16-ene %cobertura	
AV BLANCA	93	A	43	AB
CENTENO + VICIA	82	AB	46	AB
CENTENO	65	ABC	32	AB
TESTIGO	64	ABC	51	A
AV NEGRA	59	ABC	25	AB
RAIGRAS	44	BC	18	B
AV NEGRA +VICIA	40	C	20	B

Los enmalezamientos de *E. Colona* en ambas fechas guardan relación con los niveles de rastrojo en superficie de suelo evaluados en las mismas fechas. Los tratamientos de CS que determinaron las mayores coberturas de suelo en soja (Raigrás y Av. Negra +Vicia) resultaron los menos enmalezados, con infestaciones el 16/01/2020 64% y 60% menores a las evaluadas en el testigo sin CS invernal.

Cabe aclarar que aunque se realizaron estimaciones de malezas también el 06/02/2020, los niveles de infestación resultaron similares y despreciables en todos los tratamientos por efecto de la aplicación realizada en el cultivo días antes y por eso no se consideró de interés mostrarlas.

D. <u>En el rendimiento del cultivo de soja</u>.

El rendimiento promedio del ensayo fue bajo y muy probablemente asociado a la una combinación de efectos suelo y clima durante el periodo experimental. No se detectaron efectos significativos para el cultivo de servicio antecesor ni para la tecnología de desecación resultando todos los tratamientos, inclusive el testigo, estadísticamente similares.

A nivel de promedio se observa algunas variaciones destacables como los bajos rendimientos en Centeno y Av. Blanca con rolado y así como la aparente buena adaptación al rolado que presenta la Av. Negra. También destaca el peor comportamiento comparativo, como en años anteriores, cuando se lo compara con las restantes alternativas con CS y desecación con herbicidas (Figura 7).

Cabe aclarar que en el caso de Centeno y Vicia la comparación rolado-herbicida tiene poco valor considerando los problemas que presentó el tratamiento con el rolado.

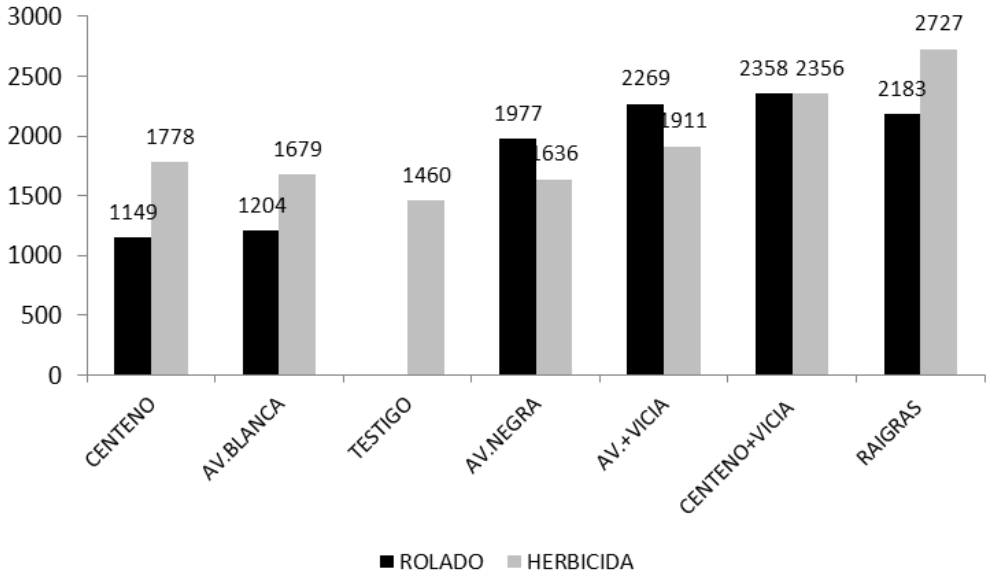

Figura 7. Rendimiento final de soja (kg/ha corregido por humedad) según cultivo de servicio previo y tecnología de desecación.

II. ANÁLISIS DE IMPACTOS ECONÓMICOS y AMBIENTALES.

En el Cuadro 7, en la página siguiente se detallan los costos de la siembra de los CS y sus variantes de manejo *vs*. barbecho descubierto (Testigo). Resulta difícil realizar un análisis económico comparativo siendo que no se detectaron diferencias significativas.

De cualquier forma y pese a la diferencia en costos que presenta el Testigo frente a las alternativas de CS parece interesante resaltar que la diferencia concreta entre la siembra de CS, sin aplicación de herbicida en el periodo invernal y desecación con rolo y el Testigo es a precios actuales de soja (US$ 315/ton) equivalente 428 kilos de soja. Los promedios alcanzados por varios de los tratamientos estaría superando esta diferencia.

Cuadro 7. Costos de las distintas alternativas ensayadas (US$/ha)

ALTERNATIVAS			COSTOS US$ /ha									
			MANEJO INVERNAL				DESECACIÓN					TOTAL
CS	Tratamiento herb. en CS	Desecación	Semilla	Siembra	Herbicida	Aplicación	Rolado	Herbicida1	Aplicación	Herbicida2	Aplicación	TOTAL
Testigo s/CS	si	herbicida	0	0	15,5	8,5	0	17,4	8,5	0	0	49,9
Av. negra	no	rolado	42,5	69	0	0	17	0	0	0	0	128,5
Av. negra	no	herbicida	42,5	69	0	0	0	17,4	8,5	0	0	137,4
Av. negra	si	rolado	42,5	69	10	8,5	17	0	0	0	0	147
Av. negra	si	herbicida	42,5	69	10	8,5	0	17,4	8,5	0	0	155,9
Av. Blanca	no	rolado	40	69	0	0	17	0	0	0	0	126
Av. Blanca	no	herbicida	40	69	0	0	0	17,4	8,5	0	0	134,9
Av. Blanca	si	rolado	40	69	10	8,5	17	0	0	0	0	144,5
Av. Blanca	si	herbicida	40	69	10	8,5	0	17,4	8,5	0	0	153,4
Centeno	no	rolado	37,5	69	0	0	17	0	0	0	0	123,5
Centeno	no	herbicida	37,5	69	0	0	0	17,4	8,5	0	0	132,4
Centeno	si	rolado	37,5	69	10	8,5	17	0	0	0	0	142
Centeno	si	herbicida	37,5	69	10	8,5	0	17,4	8,5	0	0	150,9
Raigrás	no	rolado	30	69	0	0	17	0	0	0	0	116
Raigrás	no	herbicida	30	69	0	0	0	17,4	8,5	0	0	124,9
Raigrás	si	rolado	30	69	10	8,5	17	0	0	0	0	134,5
Raigrás	si	herbicida	30	69	10	8,5	0	17,4	8,5	0	0	143,4
Av. Negra + Vicia	no	rolado	58,4	69	0	0	17	0	0	0	0	144,4
Av. Negra + vicia	no	herbicida	58,4	69	0	0	0	17,4	8,5	0	0	153,3
Centeno + Vicia	no	rolado	99	69	0	0	17	0	0	18	8,5	185
Centeno + Vicia	no	herbicida	99	69	0	0	0	17,4	8,5	0	0	193,9

Complementariamente se corrió el Programa RIPEST 3.0 (Cátedra de Cerealicultura - Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires) con la intención de agregar alguna información del riesgo ambiental asociado a las distintas alternativas estudiadas. Este Programa RIPEST (Riesgo de Pesticidas) es un enfoque basado en el rasgo que vincula la toxicidad de distintos pesticidas (herbicidas, insecticidas o fungicidas) con su dosis empleada para estimar un valor de riesgo ambiental.

El enfoque de este análisis tal como describen los autores hace uso de un atributo de los pesticidas utilizados en un cultivo agrícola: su toxicidad. Este efecto es medido en Unidades de Toxicidad (UT). El valor de UT indica la toxicidad de cada sustancia detectada analíticamente mediante el cálculo de su toxicidad para dos grupos de organismos: insectos y mamíferos. Para comparar la toxicidad de los pesticidas, las unidades de toxicidad (UT) pueden calcularse a partir de las dosis individuales utilizadas. El valor de UT para cada compuesto se basa en la LD 50 aguda (48 h) para insectos y mamíferos (http://malezas.agro.uba.ar/ripest/).

RIPEST ubica el valor de riesgo estimado en 4 categorías (alto, medio alto, medio bajo y bajo) y de esta forma es posible ponderar el riesgo asociado a la estrategia de uso de pesticidas elegida. La idea es que se complementen estos resultados con otras evaluaciones de eficiencia en el control de la plaga considerada. De esta manera, a igualdad de eficiencia en el control deseado, el sistema ayuda a elegir una práctica en base al menor riesgo.

Del análisis de todas las combinaciones de herbicidas u otras prácticas de control de malezas utilizadas resultaron 7 alternativas diferentes (Cuadro 8), que fueron las que ingresaron al modelo:

Cuadro 8. Alternativas ensayadas difiriendo en el uso de herbicidas.

ALTERNATIVA		DESCRIPCIÓN
1	CS gramíneo c/h HERBICIDA	Av. Negra, Av. Blanca, Raigrás, Centeno con herbicida en el periodo invernal y desecación con herbicida
2	CS gramíneo c/h ROLADO	Av. Negra, Av. Blanca, Raigrás, Centeno con herbicida en el periodo invernal y desecación con rolado
3	CS gramíneo s/h HERBICIDA	Av. Negra, Av. Blanca, Raigrás, Centeno sin herbicida en el periodo invernal y desecación con herbicida
4	CS gramíneo s/h ROLADO	Av. Negra, Av. Blanca, Raigrás, Centeno sin herbicida en el periodo invernal y desecación con rolado
5	CS gramíneo + Vicia HERBICIDA	Av. Negra+ Vicia y Centeno+ Vicia sin herbicida en periodo invernal y desecación con herbicida
6	Centeno + Vicia ROLADO/HERBICIDA	Centeno +Vicia sin herbicida en periodo invernal, rolado y aplicado después
7	TESTIGO	Sin CS, herbicida en invierno y a la desecación

Una síntesis del resultado de la estimación de riesgo utilizando RIPEST 3.0 se muestra en la imagen a continuación:

Lote	I	M	P
1	0	0.16	0.15
2	0	0.12	0.11
3	0	0.16	0.15
4	0	0.12	0.11
5	0	0.16	0.15
6	0.01	0.37	0.34
7	0.01	0.22	0.2

I= representa la valorización ecotoxicológica de la carga tóxica para insectos. Varía de 0 a 1
M=representa la valorización ecotoxicológica de la carga tóxica para mamíferos. Varía de 0 a 1
P= Índice de Pesticidas, indica el impacto total del uso de pesticidas. También toma valores desde 0 (mínimo riesgo) a 1 (máximo riesgo)

Prácticamente todos los resultados caen en categoría de bajo nivel de riesgo bajo (verde) excepto el caso del tratamiento de Centeno + Vicia en el que falló el rolado y fue necesario de un doble golpe después de Glifosato seguido de Paraquat que resultara amarillo= Medio a Bajo.

De cualquier forma los índices disponibles hasta el presente no permiten evaluar los efectos en la funcionalidad de los servicios ecosistémicos del suelo que pueden ser impactados con aplicaciones de escaso intervalo como las que ocurren cuando se aplican herbicidas para la desecación de CS y presiembra del cultivo siguiente. Muy probablemente los avances en la investigación que permitan el necesario ajuste y mejora de las evaluaciones de impactos ecotoxicológicos de herbicidas y otros fitosanitarios aporten importantemente en la valoración de las alternativas de opciones de siembra invernal y su manejo.

III. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

El 31/10/2019 se participó en la Jornada de ERRO en la que hubo un espacio para la recorrida de los parcelones y comentarios sobre las observaciones realizadas y la propuesta de cultivos de cobertura en general.

Además de esta actividad, se organizó una Jornada de Divulgación en la EEMAC, el día 14/11/2019, dirigida a técnicos. La actividad consistió en una recorrida de campo para la observación de los efectos de las alternativas de desecación ensayadas y en salón, fueron presentados y discutidos los resultados obtenidos hasta el momento.

La actividad fue complementada con 2 charlas relacionadas a la temática ofrecidas por investigadores de la EEMAC-FAGRO.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de esta tercera etapa corroboran las tendencias observadas en las anteriores en relación al beneficio de los cultivos de servicio sobre el enmalezamiento invernal alcanzándose reducciones del orden del 86% en comparación al barbecho descubierto.

En las condiciones del presente ensayo, no se constataron respuestas a la aplicación del herbicida invernal.

Al igual que en la etapa anterior se observaron diferencias entre CS rolados o tratados con herbicidas en la composición del enmalezamiento. Los primeros mostraron predominancia de especies invernales terminando su ciclo mientras que en los segundos se adelantó el enmalezamiento gramíneo estival. En este ensayo en el que Av. blanca y Centeno lograron bajas coberturas y productividades finales se dieron crecimientos de malezas hojas anchas invernales sobre el final del ciclo, las que no fueron controladas por el rolo resultando barbechos con malezas prendidas y con repercusiones en el desarrollo inicial del cultivo de soja.

En la mezcla de Centeno + Vicia además, no se logró un rolado efectivo de la Vicia aunque muy probablemente la baja densidad de esta especie en la mezcla, sea la principal explicación puesto que no esto ocurrió en el caso de la mezcla Av. Negra + Vicia.

El enmalezamiento en soja varió en función de la cantidad de rastrojo en superficie y ésta en relación a la especie de CS antecesor con independencia de la tecnología de desecación utilizada. Las menores infestaciones de la maleza predominante que fuera *E. Colona* (menos del 40% de lo estimado en el Testigo) se registraron en los tratamientos con Av. Negra + Vicia y Raigras como antecesores, que fueran los que presentaran las mayores coberturas de suelo por rastrojos de CS.

El promedio general de rendimiento de soja en el ensayo fue bajo y no se detectaron diferencias entre tratamientos. Los promedios obtenidos muestran relación con los efectos observados condicionando el barbecho y el enmalezamiento, resultando los más bajos valores promedios en los tratamientos de Centeno y Av. Blanca rolados y en el testigo.

La siembra en fecha más tardía así como otras condicionantes de suelo y clima que limitaron el crecimiento y desarrollo de los CS en el presente año de estudio permitieron relevar la importancia de estos factores en la efectividad del rolado.

Quedamos a las órdenes para cualquier aclaración

Ing. Agr. (Dr. Sci.) Grisel Fernández
Responsable del Proyecto
Facultad de Agronomía – UdelaR URUGUAY
griselfe@gmail.com