

REGION CREA SANTA FE CENTRO PROYECTO MALEZAS AACREA

EVALUACION DE ESPECIES SIN FINALIDAD DE COSECHA - CULTIVOS DE SERVICIO

Campaña 20-21

Autores:

Ings. Agrs. Guillermo Martín¹, Paula Giorgis¹, Nicolás Cignetti¹, Gabriel Milanesio¹, Carolina Nicola¹ y
Doria Turchi²

1: integrantes del equipo de ensayistas de la Región CREA Santa Fe Centro

2: coordinadora de la Comisión de Agricultura de la Región CREA Santa Fe Centro



REGIÓN SANTA FE
CENTRO



Resumen del presente trabajo

Hace ya algunos años, los Cultivos de Servicio (CS) se presentaron como una alternativa posible de incorporar a los sistemas de producción de la región Santa Fe Centro. Principalmente los CS otoño invernales pueden sustituir los barbechos químicos entre dos cultivos de verano. En este ensayo se evaluó el comportamiento de las siguientes especies, Vicia villosa (VV), Centeno (C), Avena strigosa (A), solas o en mezclas y en distintas densidades y Trigo cosecha (Tr), en dos sitios de la región, Cañada Rosquín (CR) y Eusebia (Eu).

Las gramíneas presentaron en ambos sitios los mayores valores de stand de plantas. La cobertura vegetal fue menor para las gramíneas y de 86% para la mayor densidad de VV. En los dos sitios la mayor producción corresponde a C y a la mezcla VV + gramínea (C o A), ambos sembrados con sembradora convencional. Para el sitio CR el C y la mezcla de C + VV lograron la máxima producción; mientras que para el sitio Eu la mayor producción la logro el C y la mezcla A + VV. Para la campaña observada los tratamientos con Vicia pura no presentaron altos valores de producción de MS.

En el sitio CR la mezcla de C-VV, A-VV y Centeno 60 kg/Ha, presentaron valores de control de emergencia de malezas del 80% o más.

Si bien las gramíneas tuvieron altos valores de costo hídrico para ambos sitios, éste fue compensado con la alta producción de MS aérea y además tuvieron más capacidad de recarga de agua útil en el perfil a la siembra del próximo cultivo estival. El barbecho químico en este aspecto terminó el ciclo con el mayor valor de agua útil disponible en el perfil pero no demostró grandes ventajas en acumulación de agua frente a los otros tratamientos perdiéndose gran parte de las precipitaciones ocurridas posteriormente y sin los beneficios observados respecto a los demás parámetros evaluados en las demás franjas evaluadas.

Contenido

Introducción	pg.3
Ubicación de los sitios	pg.3
Caracterización de los sitios	pg.4
Materiales y métodos	
Diseño de los tratamientos	pg.6
Stand de plantas y cobertura vegetal	pg.8
Producción de materia seca	pg.8
Control de malezas	pg.9
Consumo de agua y capacidad de recarga	pg.9
Cultivo sucesor, estimación costo/beneficio	pg.10
Resultados	
Stand de plantas y cobertura vegetal	pg.10
Producción de Materia seca	pg.13
Control de malezas	pg.17
Consumo de agua	pg.19
Ideas finales	pg.24
Agradecimientos	pg.26
Fuentes de consulta	pg.26

Introducción:

Los cultivos de servicio son normalmente especies establecidas entre dos cultivos de verano, no son pastoreados, ni incorporados, ni cosechados, quedando en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radical (*Fernández et al.*, 2007).

Entre los servicios que pueden aportar estos cultivos podemos nombrar:

- Generación de macro porosidad
- Drenaje biológico
- Almacenaje o consumo de agua disponible, según relación transpiración/evaporación
- Capacidad de supresión o de retardo de las emergencias de ciertas especies malezas
- Aporte de nitrógeno
- Aporte de carbono
- Sincronización de la oferta/disponibilidad de nutrientes con los requerimientos del cultivo
- Disminución de la temperatura del suelo

Es necesario, además, tener en cuenta otros aspectos para evitar efectos negativos de los cultivos de servicio, que pueden demandar un mayor nivel de manejo del lote:

- Consumo de agua
- Inmovilización de nutrientes
- Dificultad de implantación del cultivo siguiente
- Hospedante de plagas y enfermedades

Teniendo en cuenta la necesidad de ganar estabilidad en nuestras rotaciones y buscar formas de manejar de manera alternativa factores como población de malezas, estructura de suelos, dinámica de nutrientes, etc., la Comisión de Agricultura de la Región CREA Santa Fe Centro, por cuarto año consecutivo, realizó dos módulos de experimentación de diferentes estrategias de manejo en cultivos de servicio.

El objetivo de este ensayo fue generar información acerca del comportamiento de los tratamientos elegidos en relación a:

- Stand de plantas y cobertura vegetal (según método de siembra convencional o al voleo)
- Producción de materia seca
- Control de malezas
- Consumo de agua y capacidad de recarga de los suelos

Ubicación de los sitios

En esta campaña se instalaron en la Región Santa Fe Centro dos sitios de evaluación de cultivos de servicios. Uno al norte de la Región (Eusebia), perteneciente a la empresa Raúl Beltramino de la localidad de Eusebia (CREA Rafaela) y otro al sur (Cañada Rosquín) cedido por la familia Giecco/Perano de la localidad de Cañada Rosquin (CREA El Ceibo)

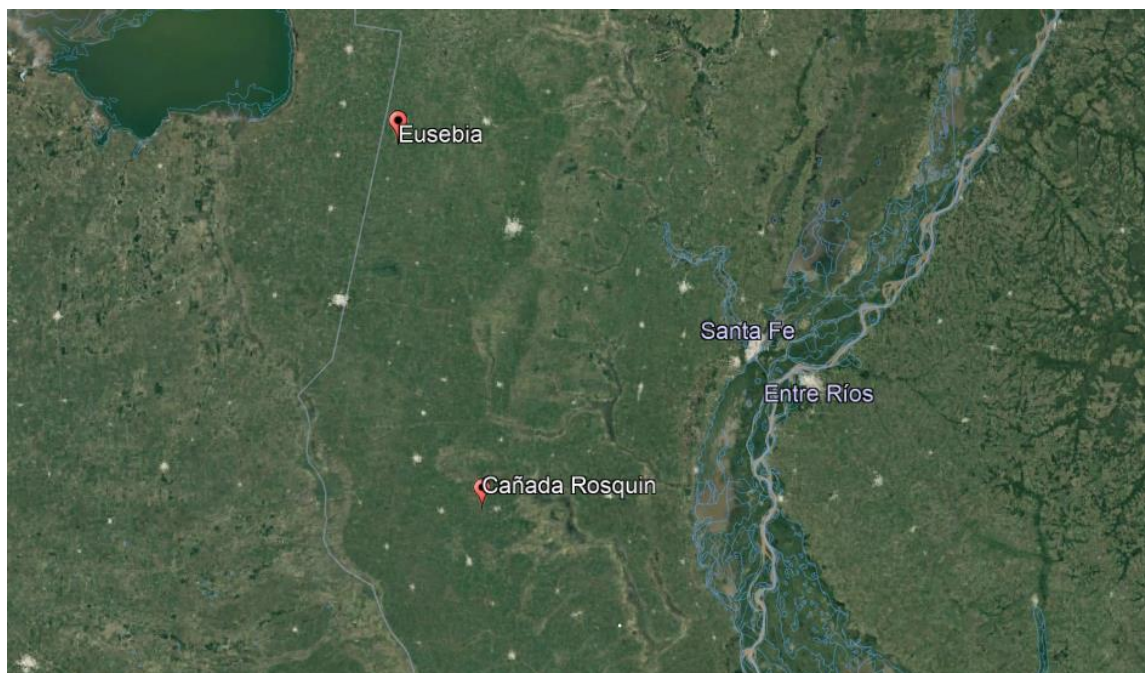


Imagen 1: Ubicación de los sitios de evaluación de cultivos de servicio en la campaña 2020/2021

Caracterización de los sitios:

Sitio	Suelo			Antecesor	Fecha de siembra
	Serie	Clase	IP		
Cañada Rosquín	LCD – 07	I w	87	Vicia/soja	20/4/2020
Eusebia	EUS - 08	II/III wp	74	Maíz 1°	18/5/2020

Tabla 1: características de cada sitio

El sitio Cañada Rosquín se sembró el 20/4/2020, en un suelo Argiudol típico serie Los Cardos (LCD), en un lote que tenía como antecesor vicia/soja. Posteriormente en este sitio el trigo (considerado también como tratamiento testigo, como alternativa a la práctica de cultivos sin finalidad de cosecha) fue sembrado el 3/6/2020. A la siembra las semillas fueron tratadas con fungicida (tebuconazole) e insecticida (imidacloprid). La vicia además recibió un tratamiento de inoculación.

En Eusebia el módulo de ensayo de cultivos de servicio se implanto en la fecha 18/05/2020, en un suelo Argiudol ácuico serie Eusebia (EUS), que tenía como antecesor Maíz 1°. Las semillas recibieron el mismo tratamiento que en el sitio Cañada Rosquín.

En la siguiente tabla se muestra el resultado de análisis químico y Agua útil de cada sitio al momento de su implantación:

Sitio	P (ppm)	N-NO3 (ppm)	pH	M.O (%)	S (ppm)	Zn (ppm)	AU 2m (mm)
Cañada Rosquín	21,1	13	6,1	2,52	7,8	0,41	265,9
Eusebia	20.2	7,6	5,7	2,65	6.7		312,9

Tabla 2: resultado de análisis químico y agua útil por sitio

Nutrición:

El sitio Cañada Rosquin recibió una fertilización de base de 100 kg/ha de una mezcla física 20-20-14 (20 N - 20 P205 - 14 K20). El trigo recibió de arrancador una fertilización con 60 kg/ha de MAP (11 % N - 52 % P205) y posteriormente 150 kg/ha de UREA (46 % N) al voleo en pre emergencia. La siembra al voleo con Altina tuvo aporte de la misma fertilización que con sembradora y fue voleado en preemergencia.

El sitio norte, ubicado en Eusebia, no recibió fertilización a la siembra ni posteriormente.

Herbicidas utilizados en el ensayo:

Sitios	Herbicidas			
	Barbecho corto		Pre siembra	Pre emergencia
	Glifosato	2.4 D	Paraquat	Paraquat
Eusebia	2 lts/ha	0.6 lts/ha	2 lts/ha	
Cañada Rosquin				2 lts/ha

Tabla 3: herbicidas aplicados para el establecimiento de los sitios

Precipitaciones:

Las precipitaciones recibidas durante el año 2020 en los sitios Cañada Rosquin y Eusebia estuvieron muy por debajo de los históricos de 50 años registrados en la EEA INTA Rafaela (tomada como localidad de referencia), tal como podemos observar en el grafico 1, en donde se muestran las precipitaciones mensuales desde marzo a noviembre del año 2020.

Cuando analizamos las precipitaciones de forma acumulada vemos que para el periodo analizado (marzo a noviembre) se registra un acumulado de 669 mm en INTA Rafaela, 469 mm en Cañada Rosquin y 318 mm en Eusebia, siendo valores para ambas localidades un 29% y un 52% inferior a la referencia respectivamente.

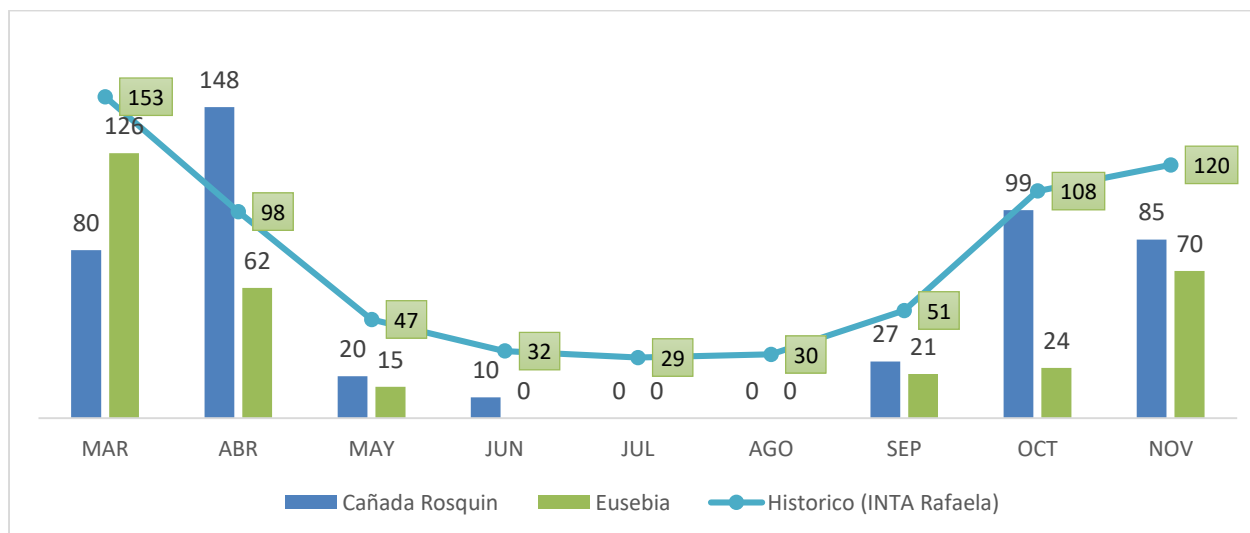


Gráfico 1: precipitaciones año 2020 en Eusebia y Cañada Rosquin y promedio histórico en INTA Rafaela

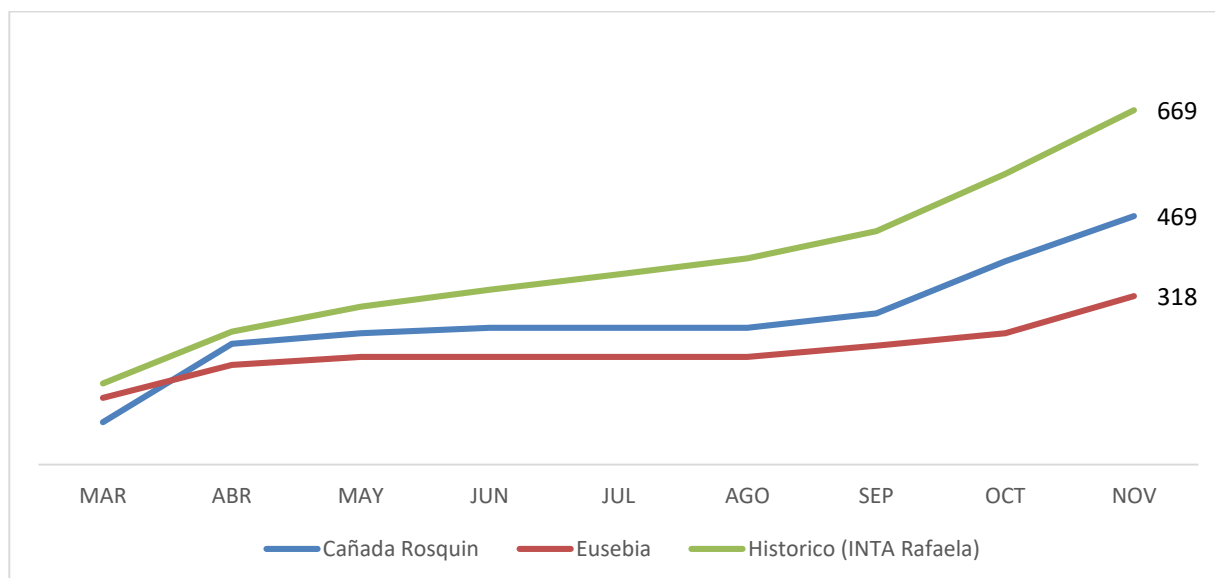


Gráfico 2: precipitaciones acumuladas mar-nov 2020 en Eusebia y Cañada Rosquin y promedio histórico

Materiales y métodos

Diseño de los tratamientos:

El diseño de los módulos de ensayo fue en grandes franjas apareadas (mínimo 200 m de largo, y ancho de sembradora) de cada especie o mezcla de especie evaluada, realizándose dos repeticiones de cada tratamiento. Los tratamientos propuestos para evaluar fueron:

Tto	Especie	Densidad	Método de siembra
1	Vicia villosa	30 kg/ha	Sembradora
2	Vicia villosa	15 kg/ha	Sembradora
3	Vicia villosa	30 kg/ha	Voleo Altina*
4	Centeno	60 kg/ha	Sembradora
5	Centeno	30 kg/ha	Sembradora
6	Centeno	60 kg/ha	Voleo Altina*
7	Avena strigosa	50 kg/ha	Sembradora
8	Avena strigosa	30 kg/ha	Sembradora
9	Vicia villosa + centeno	20 + 25 kg/ha	Sembradora
10	Vicia villosa + avena strigosa	20 + 25 kg/ha	Sembradora
11	Vicia villosa + avena strigosa	20 + 25 kg/ha	Voleo Altina*
12	Trigo cosecha	Manejo productor	Sembradora
13	Testigo: barbecho químico		

Tabla 4: tratamientos evaluados en la campaña 2020/2021

(*) Los tratamientos de siembra neumática al voleo (con el sistema marca Altina) se evaluaron solo en el sitio de Cañada Rosquin



Foto 1: sembradora y fertilizadora neumática (marca Altina) – gentileza: Néstor Drussini SA

Las actividades desarrolladas bajo la conducción del Equipo Ensayista de la Comisión de Agricultura de Región CREA Santa Fe Centro en cada localidad, con sus respectivas fechas, se detallan en la siguiente tabla 5:

Actividad	Cañada Rosquin	Eusebia
Análisis químico y agua útil	28/04/2020	16/06/2020
Siembra	20/04/2020	18/05/2020
Recuento plantas	01/06/2020	30/06/2020
Medición de MS y malezas	31/08/2020	23/09/2020
Rolado	20/09/2020	05/10/2020
Análisis agua útil	24/09/2020	08/10/2020
Secado químico	3/11/2020	15/10/2020
Análisis agua útil	3/12/2020	

Tabla 5: actividades realizadas en cada localidad con sus respectivas fechas





Stand de plantas y cobertura vegetal:

Luego de la siembra y posterior emergencia de los cultivos implantados en cada localidad se procedió a realizar el conteo del stand de plantas logradas en cada tratamiento. En Cañada Rosquin la realización de esta actividad fue el 1/6/2020 (42 días después de la siembra) y en Eusebia fue el 30/6/2020 (43 días después de la siembra).

Aparte del conteo del stand de plantas, en el sitio Cañada Rosquin el día 22/7/2020 (93 días desde la siembra) se realizó una evaluación del nivel de cobertura vegetal presente en cada parcela a través de la aplicación SACHA.

Producción de materia seca:

Para determinar la producción de materia seca de cada parcela, se procedió a obtener una muestra representativa de cada tratamiento a través de un aro de 0,25 m², esto se repitió cuatro veces para llevar el valor a 1 m², luego se lo multiplica por 10000 para llevarlo a hectárea. De esta manera obtenemos la producción expresada en kg materia verde/ha. Posteriormente la muestra es llevada a peso seco a través de un microondas. De esta manera realizando esta fórmula: **[(peso seco/peso húmedo) *100]** se obtuvo el % de materia seca de cada tratamiento.



Foto 2: aro de 0,25 m² y balanza para pesar esas muestras para obtener la producción en materia verde

En Cañada Rosquin se realizó la medición de materia seca de cada tratamiento el día 31/8 (133 días después de la siembra) y en Eusebia el 23/9 (128 días después de la siembra).

Control de malezas:

Para evaluar la presencia de malezas y poder cuantificarlas se utilizó la escala que se detalla en la tabla 6, donde se evalúa cada franja con cultivo respecto a la franja de barbecho químico (Fuente: Protocolo Red de Cultivos de Servicio Aapresid 2018/2019)

0%	Sin control (la parcela no presenta diferencias con respecto al testigo)
10% a 40%	Control malo
50%	Control pobre (la parcela tiene la mitad de malezas que el testigo absoluto)
60% a 70%	Control regular
80% - 90%	Control satisfactorio (aún con malezas presentes, conformidad de control)
100%	Control excelente (no hay malezas presentes)

Tabla 6: Escala utilizada para la evaluación de malezas.

Consumo de agua y capacidad de recarga del perfil:

Este parámetro cobra vital importancia dado el impacto provocado en el corto plazo en el sistema, alterando de manera directa las condiciones de producción para el cultivo de cosecha sucesor. Tanto por su capacidad de consumir excedentes hídricos en caso de perfiles completos, como por la de crear las condiciones físicas adecuadas para una recarga más eficiente del mismo en situaciones de déficit de precipitaciones, el momento y el método empleado para la interrupción del CS constituyen pilares fundamentales de su adecuado manejo en cuanto al consumo de Agua Útil disponible.

En Cañada Rosquin el día 28/04 se realizó el análisis de agua útil a una profundidad de 2 mts y al final del ciclo del cultivo el día 24/9. Las lluvias del ciclo ocurrieron entre el 10/5 y el 20/9 sumando en este sitio 57 mm precipitados en total.

En este sitio, después del secado químico de los cultivos de servicio el día 3/12 (70 días después de último análisis de agua útil) se realizó otro análisis de agua útil a 2 mts de profundidad para evaluar la evolución.

En la localidad de Eusebia el día 16/6 se realizó el análisis de agua útil a una profundidad de 2 mts y al final del ciclo del cultivo el día 8/10. Las lluvias del ciclo ocurrieron entre el 16/6 y el 8/10 sumando en este caso 21 mm en total.

Debido a las escasas precipitaciones ocurridas en el ciclo y las notorias faltas de diferencias entre tratamientos para este valor, En esta localidad se realizaron los análisis de agua útil por cultivo, al margen de las distintas densidades que cada uno de ellos tenían como tratamientos planteados inicialmente. Las fórmulas que se utilizaron fueron:

COSTO HIDRICO: [AU secado CS – AU secado testigo]

EUA: [kg MS/uso consuntivo*]

(*) uso consuntivo: [(AU inicio + precipitaciones ciclo) – AU final]

Impacto en el cultivo sucesor:

Luego de la finalización de los tratamientos en cada sitio, cada franja ensayada fue preservada para su identificación posterior en el cultivo sucesor (en desarrollo al momento de la redacción del presente trabajo). Esto posibilitará que, al momento de la cosecha del mismo, puedan identificarse las posibles modificaciones en rendimiento respecto a la franja testigo y con ello asignarle un retorno económico medible a la inversión realizada para llevar a cabo la práctica en estudio.

Resultados

1- Stand de plantas y cobertura vegetal:

En la tabla 7 se puede observar el stand de plantas logrados para cada tratamiento.

Tratamiento	Densidad de siembra	Método de siembra	Stand de plantas (pl/m2)		
			Cañada Rosquin		Eusebia
Vicia villosa	30 kg/ha	Sembradora	55		55
Vicia villosa	30 kg/ha	Altina*	40	-27%	
Vicia villosa	15 kg/ha	Sembradora	38		48
Centeno	60 kg/ha	Sembradora	140		125
Centeno	60 kg/ha	Altina*	80	-43%	
Centeno	30 kg/ha	Sembradora	97		120
Avena strigosa	50 kg/ha	Sembradora	150		160
Avena strigosa	30 kg/ha	Sembradora	85		148
Vicia villosa + centeno	20 + 25 kg/ha	Sembradora	31 + 95		23 + 35
Vicia villosa + avena strigosa	20 + 25 kg/ha	Sembradora	26 + 102		20 + 46
Vicia villosa + avena strigosa	20 + 25 kg/ha	Altina*	31 + 74	+19% y -27%	
Trigo cosecha	Manejo productor	Sembradora	230		120

Tabla 7: recuento de stand de plantas por tratamiento en ambos sitios

En los ensayos de la presente campaña se decidió empezar a medir una alternativa que está siendo cada vez más usada por los miembros de la Región Santa Fe Centro para la implantación de Cultivos de Servicio, como lo es la siembra al voleo (que en este caso se realizó con un sistema neumático marca Altina) y por lo que la generación de demanda de información local se hizo particularmente necesaria.

Entre las ventajas a este método de siembra encontramos: poder ingresar a sembrar con el cultivo de verano anterior en pie o antes que se realice la cosecha del mismo, ganando de esta manera un adelantamiento importante en la fecha de siembra; mucha más capacidad operativa comparado con una sembradora convencional; costo de la labor mucho más económico el servicio con respecto a sembradora; oportunidad de entrar antes al lote en condiciones de exceso de humedad, etc.

Como desventajas podemos mencionar: menor coeficiente de logro con respecto a una siembra tradicional, tal como sucedió en el presente ensayo, por lo que debemos considerar la necesidad de aumentar la densidad de siembra (con el aumento de costos asociado a esto) para conseguir la densidad objetivo una vez implantado el cultivo.

El día 22/7/2020 (93 días desde la siembra) en Cañada Rosquin se realizó la medición de cobertura vegetal a través de la aplicación SACHA. Sacha es una aplicación de uso gratuito (disponible para Android y IOS) que permite tomar imágenes o videos y calcular en ellas el porcentaje de cobertura verde del lote, geo-referenciando cada medición para poder realizar un seguimiento de la evolución de las malezas en el tiempo o del porcentaje de control luego de la aplicación de un herbicida <http://www.milar.farm/milar-sacha/>

Bajo esta metodología, respecto a la evaluación de cobertura vegetal podemos observar lo siguiente:



Foto 2: cobertura vegetal en **vicia** sembrada a **dos densidades con sembradora**

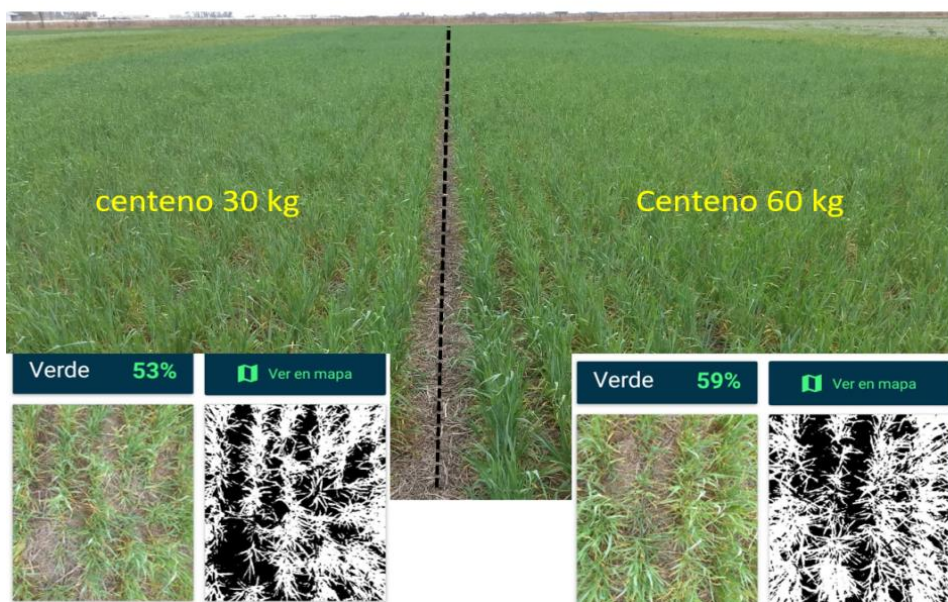


Foto 3: cobertura vegetal en **centeno** sembrado a **dos densidades con sembradora**

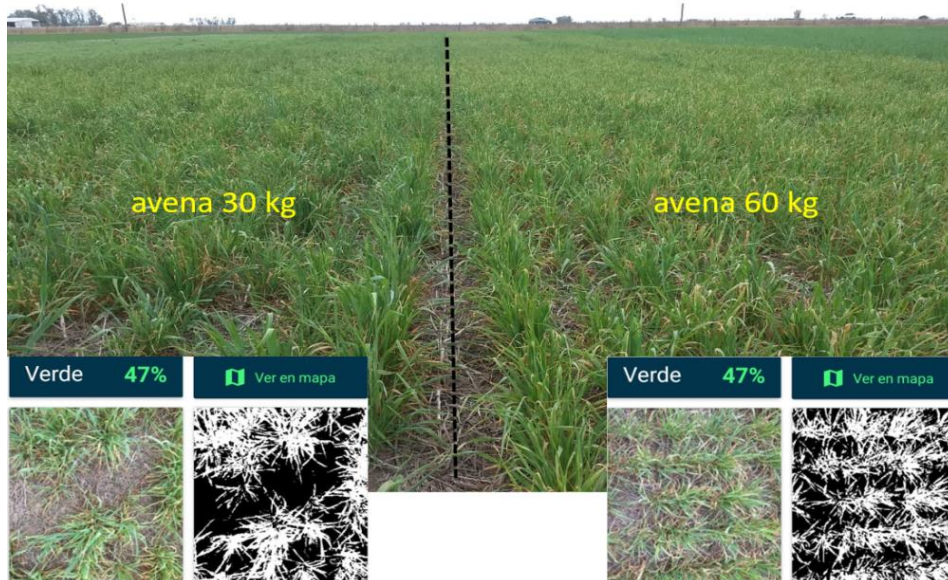


Foto 4: cobertura vegetal en **avena** sembrada a **dos densidades con sembradora**

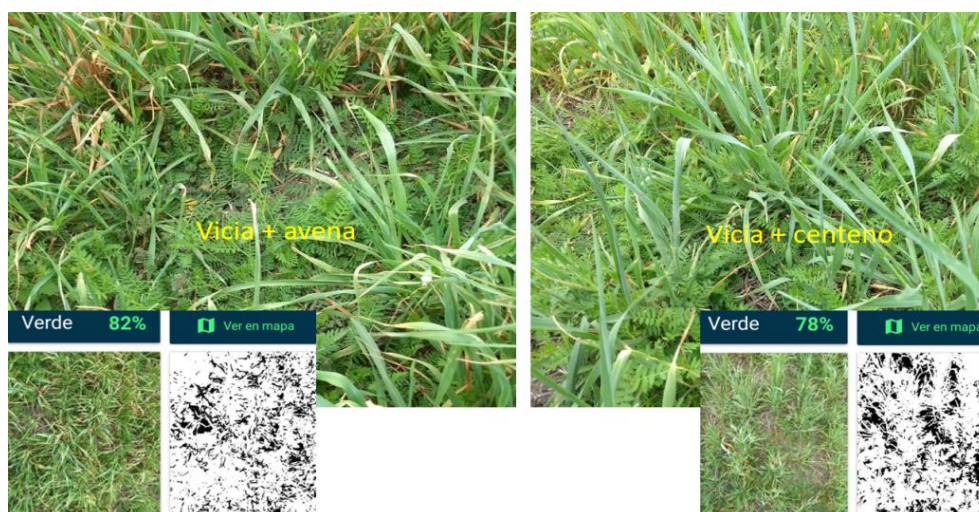


Foto 5: cobertura vegetal de **vicia mezclada** con avena y con centeno por el otro **con sembradora**

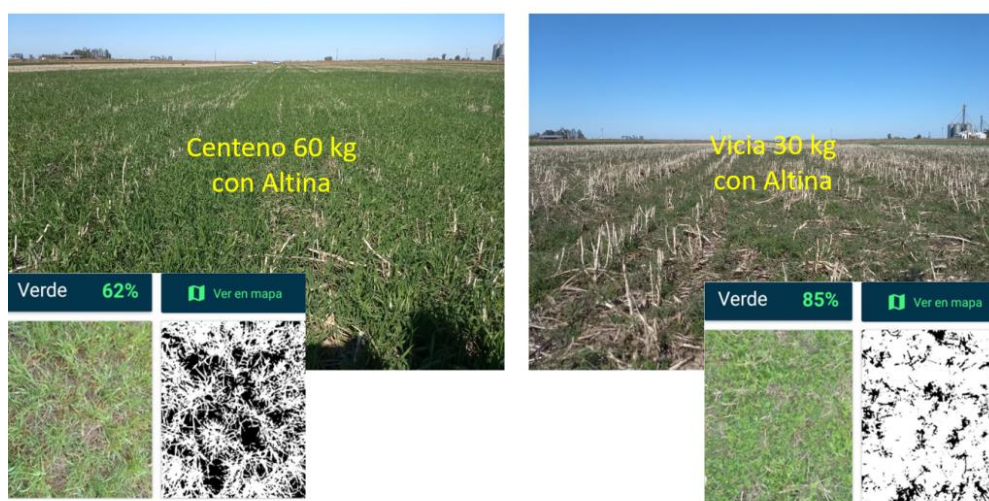


Foto 6: cobertura vegetal centeno y vicia sembrada con sembradora neumática al voleo

Las leguminosas en este caso representadas por vicia villosa presentan mayor % de cobertura vegetal, probablemente por el hábito de crecimiento entre las distintas especies. Dentro de una misma especie y modificando las densidades de siembra vemos que en vicia villosa al usar la densidad más alta se logra mayor cobertura vegetal en menos tiempo, mientras que en centeno y en avena no se observa la ventaja de mayor cobertura vegetal al aumentar densidad de siembra.

Las mezclas de vicia villosa con avena por un lado y con centeno por el otro mostraron % de cobertura vegetal muy altos (no castigando a los logrados por vicia villosa pura y subiendo los mostrados por las gramíneas puras).

2- Producción de Materia seca:

Los resultados de las producciones de materia seca en cada tratamiento y en cada localidad, junto al estado fenológico de las especies puras al momento de la medición, se pueden ver a continuación ordenados los tratamientos según la Materia Seca producida por unidad de superficie (kg/ha), en promedio de las dos repeticiones:

Sitio Cañada Rosquin				Materia Seca			
Tratamiento	Densidad de Siembra	Método de Siembra	Estado fenológico	MS%	MSkg/ha 1° rep	MSkg/ha 2° rep	MSkg/ha promedio
Vicia villosa + centeno	20 + 25 kg/ha	Sembradora		30%	4848	4368	4608
Centeno	30 kg/ha	Sembradora	90% esp	35%	4280	3987	4133
Vicia villosa + avena strigosa	20 + 25 kg/ha	Sembradora		30%	4909	2888	3898
Avena strigosa	30 kg/ha	Sembradora	Z3.1*	36%	3420	4354	3887
Centeno	60 kg/ha	Sembradora	90% esp	36%	3556	4044	3800
Avena strigosa	50 kg/ha	Sembradora	Z3.1*	39%	3437	4100	3769
Centeno	60 kg/ha	Voleo Altina	90% esp	34%	2126	4801	3463
Vicia villosa	30 kg/ha	Sembradora	5% florac	15%	4026	2788	3407
Vicia villosa	15 kg/ha	Sembradora	5% florac	19%	2967	2155	2561
Vicia villosa + avena strigosa	20 + 25 kg/ha	Voleo Altina		23%	2649	2423	2536
Trigo cosecha	Productor		Z2.3**	25%	2360	2433	2397
Vicia villosa	30 kg/ha	Voleo Altina		22%	1638	2687	2163

Tabla 8: producción de materia seca aérea en Cañada Rosquin según tratamientos. (*) Z3.1: primer nudo detectable. (**) Z2.3: un tallo principal y tres macollos.

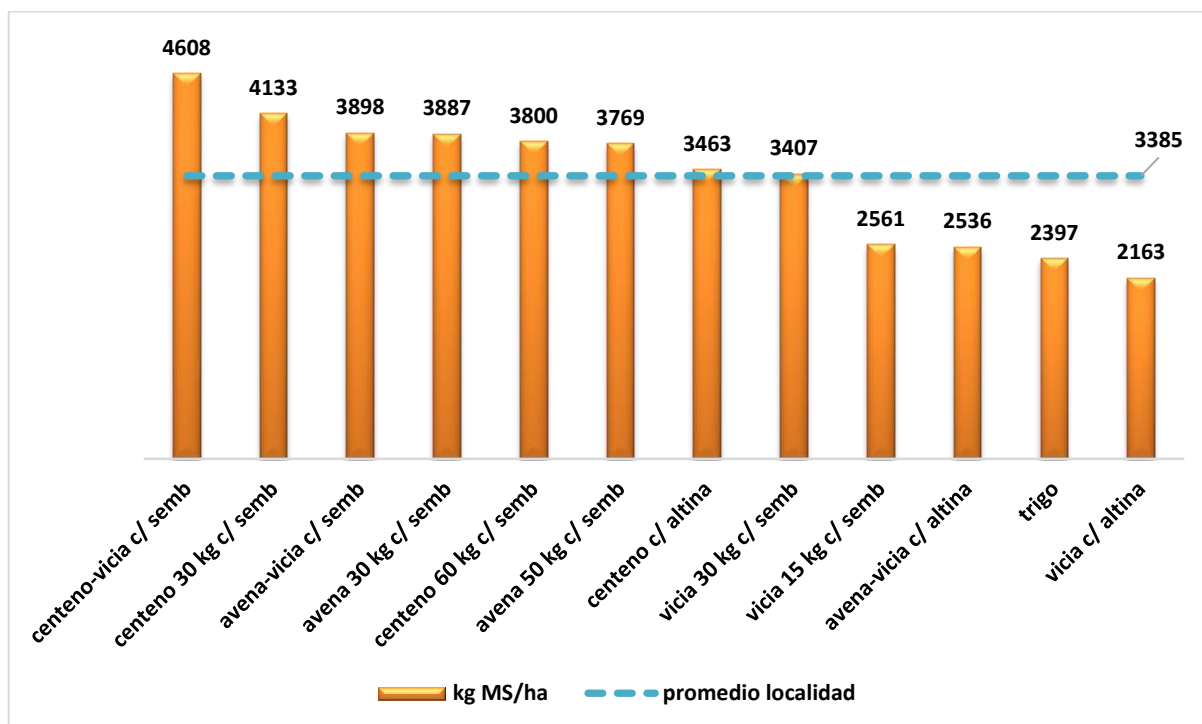


Gráfico 3: producción de materia seca aérea (kg/ha) según tratamientos sitio Cañada Rosquín

En el sitio de Cañada Rosquín el tratamiento de mayor producción de materia seca fue la **mezcla centeno + vicia realizada con sembradora, logrando una producción de 4608 kg MS/ha, 36% superior al valor promedio arrojado por el sitio**. En las gramíneas podemos ver una mayor producción de materia seca, determinado fundamentalmente por un alto valor de % de materia seca debido a un estado fenológico más avanzado al momento de la determinación.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg MS/ha	24	0,62	0,21	25,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13565525,00	12	1130460,42	1,52	0,2492
tratamiento	13538052,33	11	1230732,03	1,65	0,2094
repeticion	27472,67	1	27472,67	0,04	0,8513
Error	8200116,33	11	745465,12		
Total	21765641,33	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1900,33750

Error: 745465,1212 gl: 11

tratamiento	Medias	n	E.E.
centeno-vicia c/ semb	4608,00	2	610,52 A
centeno 30 kg c/ semb	4133,50	2	610,52 A B
avena-vicia c/ semb	3898,50	2	610,52 A B C
avena 30 kg c/ semb	3887,00	2	610,52 A B C
centeno 60 kg c/ semb	3800,00	2	610,52 A B C
avena 50 kg c/ semb	3768,50	2	610,52 A B C
centeno c/ altina	3463,50	2	610,52 A B C
via 30 kg c/ semb	3407,00	2	610,52 A B C
via 15 kg c/ semb	2561,00	2	610,52 B C
avena-vicia c/ altina	2536,00	2	610,52 B C
trigo	2396,50	2	610,52 B C
via c/ altina	2162,50	2	610,52 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Al realizar el análisis de la varianza encontramos diferencia estadística significativa entre el tratamiento que mezcla centeno con vicia realizado con sembradora (el de mayor producción de materia seca del sitio) y el resto de los tratamientos evaluados

Sitio Eusebia				Materia Seca			
Tratamiento	Densidad de Siembra	Método de Siembra	Estado fenológico	MS%	MSkg/ha 1° rep	MSkg/ha 2° rep	MSkg/ha promedio
Vicia villosa + avena	20+25 kg/ha	Sembradora		28%	3350	3500	3425
Centeno	30 kg/ha	Sembradora	90% esp	42%	3300	3425	3363
Centeno	60 kg/ha	Sembradora	90% esp	42%	3010	3625	3318
Vicia villosa	30 kg/ha	Sembradora	5% florac	24%	3170	3180	3175
Vicia villosa	15 kg/ha	Sembradora	5% florac	24%	2990	3200	3095
Avena strigosa	30 kg/ha	Sembradora	Z3.1	36%	2900	3005	2953
Avena strigosa	50 kg/ha	Sembradora	Z3.1*	36%	2770	2995	2883
Vicia villosa + centeno	20+25 kg/ha	Sembradora		31%	2819	2825	2822
Trigo cosecha	Productor		Z2.3**	34%	2200	2275	2238

Tabla 9: producción de materia seca aérea en Eusebia según tratamientos. (*) Z3.1: primer nudo detectable. (**) Z2.3: un tallo principal y tres macollos.

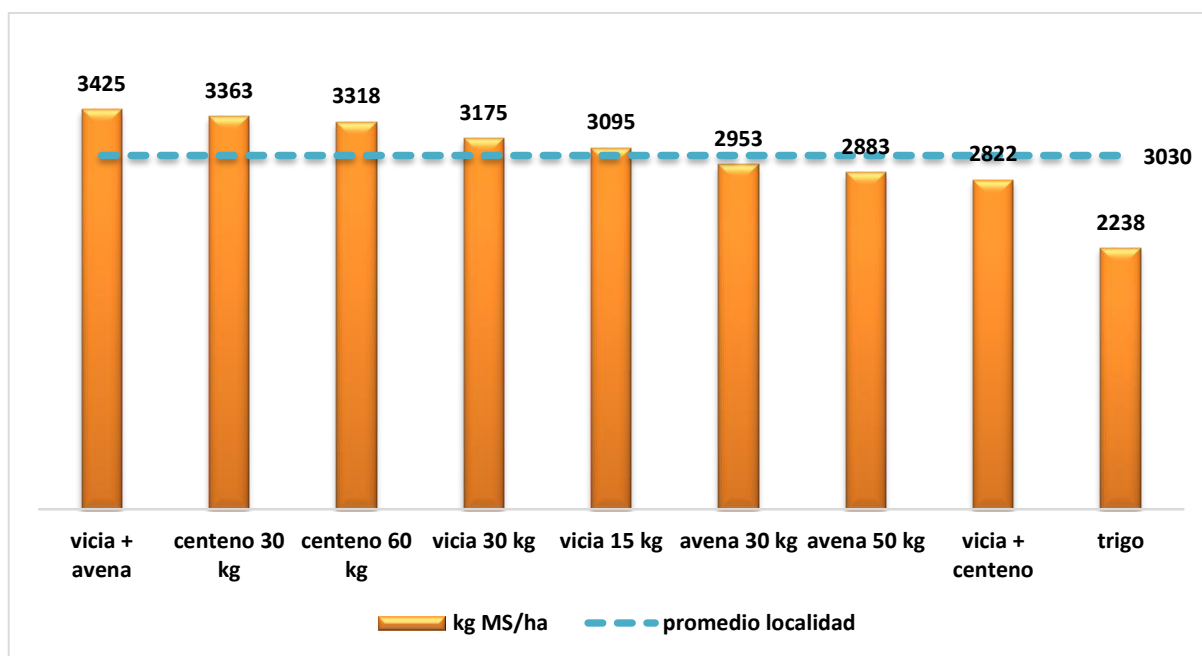


Gráfico 4: producción de materia seca aérea (kg/ha) según tratamientos sitio Eusebia

En el sitio de Eusebia el tratamiento de mayor producción de materia seca fue nuevamente una mezcla, **vicia villosa + avena strigosa realizada con sembradora, logrando una producción de 3425 kg MS/ha, superando en un 13 % al valor promedio observado en el sitio.**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg MS/ha	18	0,94	0,88	4,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2275664,94	9	252851,66	14,94	0,0004
tratamiento	2147140,44	8	268392,56	15,86	0,0004
repeticion	128524,50	1	128524,50	7,59	0,0248
Error	135406,00	8	16925,75		
Total	2411070,94	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=300,00876

Error: 16925,7500 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
vicia + avena	3425,00	2	91,99	A
centeno 30 kg	3362,50	2	91,99	A B
centeno 60 kg	3317,50	2	91,99	A B
vicia 30 kg	3175,00	2	91,99	A B C
vicia 15 kg	3095,00	2	91,99	B C D
avena 30 kg	2952,50	2	91,99	C D
avena 50 kg	2882,50	2	91,99	C D
vicia + centeno	2822,00	2	91,99	D
trigo	2237,50	2	91,99	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el sitio Eusebia al realizar el análisis de la varianza encontramos que el tratamiento que mezcla vicia con avena realizado con sembradora (que fue el de mayor producción de materia seca) muestra diferencias estadísticas significativas con el resto de los tratamientos.

En el grafico 5 podemos observar la producción de materia seca de cada cultivo utilizado en el ensayo en ambos sitios (avena, centeno y vicia).

Estos datos de producción de Materia seca los obtenemos a partir de juntar los kg producidos de cada cultivo en los diferentes tratamientos a los cuales se lo sometieron (densidad, método de siembra).

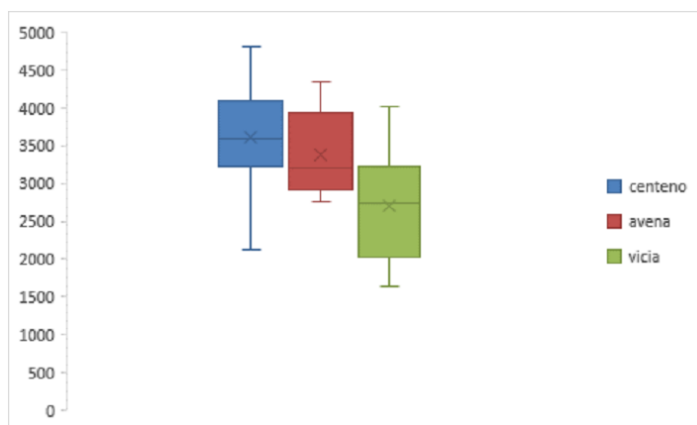


Grafico 5: producción de materia por cultivo, resultados de ambos sitios.

Considerando la producción arrojada por los cultivos puros en ambos sitios en conjunto, el tratamiento de mayor producción promedio fue el centeno, seguido por avena y por último vicia. Avena es el que presenta la menor variabilidad de los datos medidos.

3- Control de malezas:

En Cañada Rosquin el 31/8, junto con la medición de producción de biomasa aérea, se midió la eficiencia en el control de malezas en cada tratamiento. A continuación, pueden verse los resultados obtenidos, ordenados los tratamientos según la eficiencia en el control malezas observado:

Sitio Cañada Rosquín	Densidad de Siembra	Método de Siembra	Control escala	% control malezas
Vicia villosa + centeno	20+25 kg/ha	Sembradora	satisfactorio	85%
Vicia villosa + avena strigosa	20+25 kg/ha	Sembradora	satisfactorio	85%
Centeno	60 kg/ha	Sembradora	satisfactorio	80%
Vicia villosa	30 kg/ha	Sembradora	satisfactorio	75%
Centeno	30 kg/ha	Sembradora	satisfactorio	75%
Centeno	60 kg/ha	Voleo Altina	satisfactorio	75%
Trigo cosecha	Productor		satisfactorio	70%
Vicia villosa	15 kg/ha	Sembradora	regular	60%
Avena strigosa	50 kg/ha	Sembradora	regular	60%
Vicia villosa + avena strigosa	20+25 kg/ha	Voleo Altina	regular	60%
Avena strigosa	30 kg/ha	Sembradora	pobre	50%
Vicia villosa	30 kg/ha	Voleo Altina	pobre	40%
Testigo			sin control	0%

Tabla 10: eficiencia en el control de malezas observada en el sitio Cañada Rosquin según tratamientos



Foto 7: testigo (barbecho químico) donde se observa el suelo prácticamente 100% cubierto por malezas – sitio Cañada Rosquin - fecha foto: 31/8/2021 (133 DDS)

A partir de estas mediciones podemos establecer una correlación entre la producción de biomasa aérea y el % de control de malezas en el sitio de evaluación.

Por experiencias obtenidas a través de los años de evaluación de esta red de ensayos, se pudo concluir que los tratamientos con 4000 kg/ha de producción de biomasa aérea alcanzan porcentajes satisfactorios de control de malezas y que en general las gramíneas, las mezclas, y la Vicia villosa pueden realizar un mejor control que el resto de las leguminosas puras y que otras especies. En este ensayo sólo se obtuvo ese valor de MS aérea en dos tratamientos (Centeno 30 Kg/Ha y Centeno + Vicia villosa). Las conclusiones son similares para este ensayo con la excepción del tratamiento de Vicia villosa pura de 15 Kg/Ha que no mostró buen comportamiento en el control. Las mezclas sembradas con sembradora, el Centeno y la Vicia Villosa de 30 Kg/Ha mostraron, asimismo, buen desempeño. Al observar las líneas de tendencia de las funciones lineales para la producción de materia seca y el % de control de malezas, se concluye que hay una relación directa entre ambas variables, cuanto mayor es la producción de materia seca mayor es el % de control de malezas.

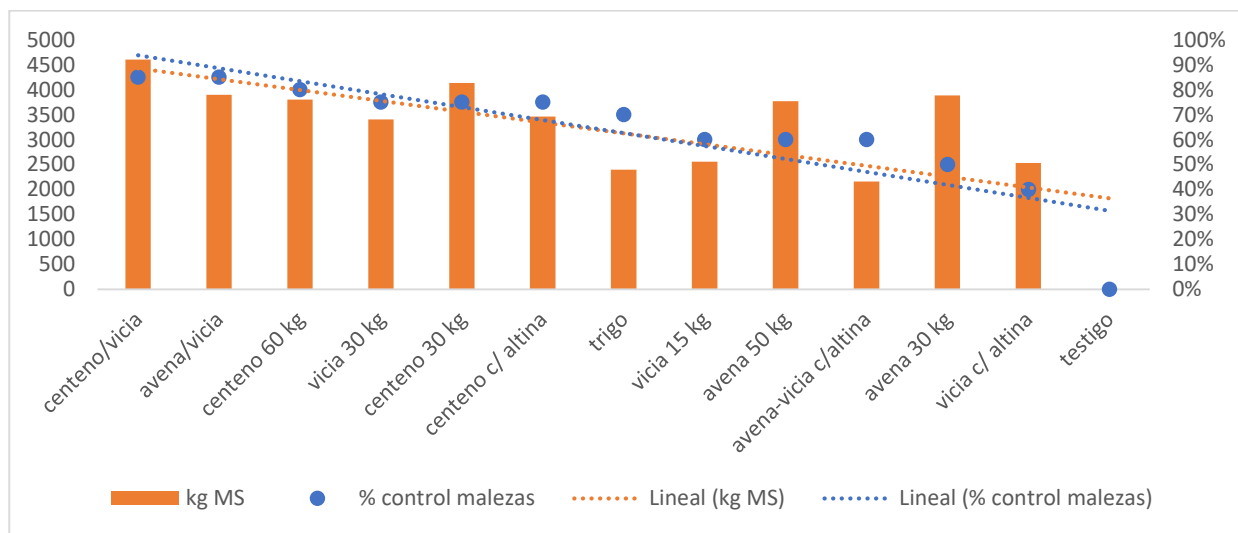


Gráfico 6: relación entre la producción de biomasa aérea y la eficiencia en el control de malezas



Foto 8: presencia de rama negra por debajo de la cobertura vegetal de vicia villosa – fecha foto: 31/8/2021 (133 dds)

En el caso de tratamiento de trigo, el control obtenido fue del 70% a pesar de su baja producción de MS al momento de la medición. Si la decisión de realizar un cultivo de cobertura

tiene como objetivo principal brindar el servicio de control de malezas, para este año hubo alternativas con mejores resultados, teniendo en cuenta que las gramíneas en general tienen buen comportamiento en este aspecto. Con un enfoque sistémico y comparando los servicios brindados al sistema por el trigo cosecha en comparación con un cultivo de servicio, el primero podría tener efectos adversos ya que su ciclo finaliza más tarde que las otras gramíneas elegidas, con un efecto negativo en el balance hídrico, principalmente en años con precipitaciones escasas como el ciclo en estudio.

También hay que tener en cuenta que, si este cultivo implantado se elige con finalidad de cosecha, el manejo agronómico para obtener buenos rendimientos difiere de lo realizado con los cultivos que no tienen tal destino, además de significar una mayor inversión y utilización de tecnologías para alcanzarlo.

4- Consumo de agua:

4.1 Sitio Cañada Rosquín

En la tabla 11 se pueden observar los valores de las mediciones obtenidas de agua útil para este sitio, teniendo en cuenta que las lluvias durante el período en el cual se desarrollaron los cultivos, hasta el momento de la interrupción de los mismos, fueron de 57 mm. El rolado se realizó el día 20/09 y 05/10 para los sitios CR y Eu respectivamente, presentándose los cultivos en estadio fenológico: Z6.9 (anthesis completa) el centeno, 4.7 (Pre emergencia floral: vaina de la hoja bandera abierta) la avena, 3.9 (Preemergencia floral: lígula de la hoja bandera visible) el trigo, + del 50 % floración la vicia villosa.

Para el caso de leguminosas anuales (en este caso la única sería VV) se estaría cortando el elevado consumo de agua que se produce entre inicio de formación de vainas e inicio de formación de semilla. Para las gramíneas anuales se frenaría la alta demanda de agua que se da desde la hoja bandera hasta espigazón.



A modo didáctico recordemos que el suelo es un 50 % fase sólida y un 50 % de poros, estos presentan distintos tamaños y cumplen diferentes funciones. Gran parte del rendimiento de los cultivos no necesariamente depende de lo que llueve durante su ciclo en sí, sino también de lo que el productor pudo almacenar antes de la siembra de los cultivos en esos poros.

El manejo de los cultivos incide sobre la distribución de tamaños de poros con lo cual se favorece o no la entrada de agua en el suelo y su almacenaje para que esa agua después la puedan usar los cultivos.

Cuando las prácticas productivas favorecen pérdida de macro poros el agua de lluvia no penetra adecuadamente, no circula bien y los cultivos, a pesar de las precipitaciones dadas, ven disminuido su rinde. Tema a considerar debido a que se pueden poner muchos esfuerzos en comprar buena semilla, buena genética, control químico muy bueno de malezas, insectos, enfermedades, buena fertilización y sin embargo el cultivo no cubre las expectativas de rendimiento.

Antes de la siembra de un cultivo se debe necesariamente evaluar, mediante mediciones de Agua Útil disponible, cuánta agua hay en el perfil del suelo para poner en marcha un cultivo y saber cuántos días biológicamente puede transitar esperando una lluvia, lo que nos permite alentar o desalentar una siembra y ajustar el nivel de tecnología aplicado según el potencial de rinde esperado en cada situación.

Los sistemas de producción de la Región CREA Santa Fe Centro, se adecuan por necesidad, luego de campañas pasadas de excesos hídricos que afectaron seriamente la estructura de sus suelos, al manejo de tecnología de procesos para la debida recuperación del recurso. Hoy la producción de grano y la producción de forrajes está siendo afectada por propiedades del suelo que cambian sólo en el mediano plazo y con el adecuado manejo para tal fin.

4.1.a Costo hídrico:

Dado que el tratamiento testigo, sin cultivo implantado y sin control de malezas durante el período en estudio muestra un consumo de 103 mm al momento de finalizar el ensayo, todo lo consumido por los demás tratamientos por arriba de dicho valor al momento del secado puede considerarse como un “costo” en relación a la oferta hídrica disponible para el cultivo sucesor. Es así que el sitio de Cañada Rosquin presenta los siguientes valores:

Tratamiento	AU 10/5 (mm)	Lluvias ciclo (mm)	Oferta hídrica (mm)	AU 24/9 153 DDS (mm)	Consumo total (mm)	Costo hídrico (mm)
Testigo	266	57	323	220	103	
Vicia 30 kg	266	57	323	166	157	54
Centeno 30 kg	266	57	323	150	173	70
Avena 30 kg	266	57	323	139	184	81
Centeno 60 kg	266	57	323	134	189	86
Avena 50 kg	266	57	323	132	191	88
Vicia + centeno	266	57	323	132	191	88
Vicia + avena	266	57	323	132	191	88

Tabla 11: costo hídrico por tratamiento en Cañada Rosquin.

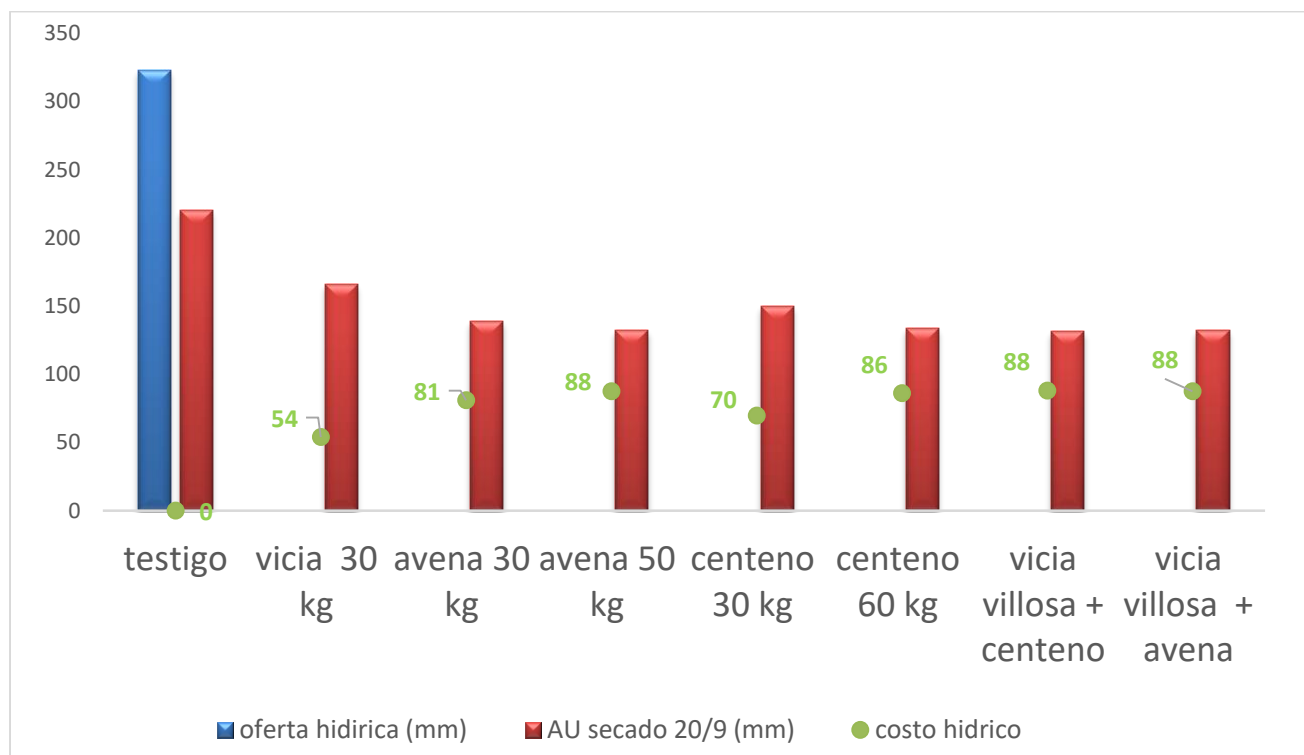


Gráfico 7: costo hídrico de cada tratamiento en Cañada Rosquin

4.1. b Eficiencia en el uso de agua

Aparte del costo hídrico es muy importante ver la eficiencia de uso de agua (EUA) de cada alternativa evaluada, ya que este valor es indicativo de qué tratamiento pudo generar mayor cantidad de cobertura y materia vegetal por cada milímetro de agua disponible.

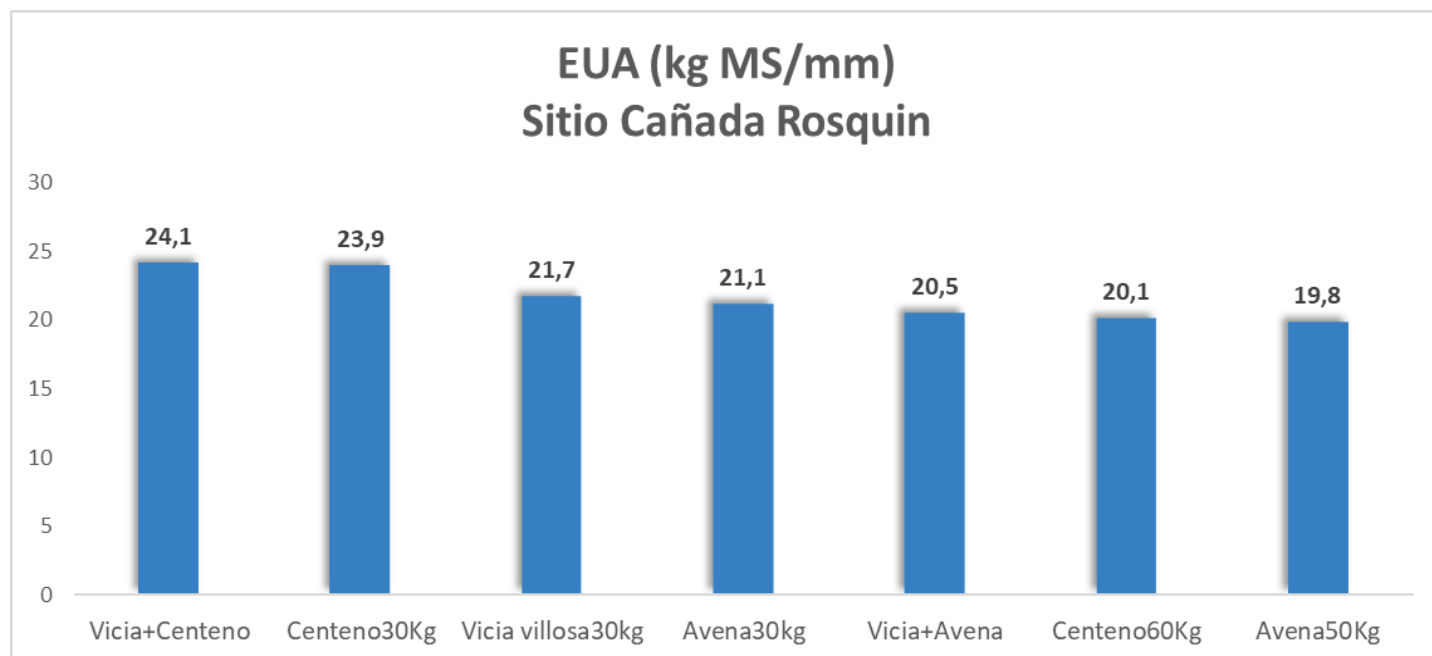


Gráfico 8: eficiencia de uso de agua por tratamiento en Cañada Rosquin

La mezcla vicia + centeno obtuvo la mayor eficiencia de uso de agua con 24,1 kg MS/mm, mientras que avena pura a una densidad de siembra de 50 kg fue la de menor eficiencia de uso del agua con 19,8 kg MS/mm, considerando el período en estudio hasta el momento de finalizados los cultivos.

4.1.c Capacidad de recarga del perfil luego de cada tratamiento:

Al evaluar la evolución de la oferta hídrica en el perfil en el sitio Cañada Rosquín después de la finalización de los tratamientos y dejando un periodo de 70 días de recarga, vemos que (al igual que lo observado en los ensayos realizados en la Región en campañas anteriores) el tratamiento con mayor cantidad de milímetros de agua perdida en el período en estudio fue la franja testigo o barbecho químico, que en total perdió 164 mm en los 227 DDS considerados.

Tratamiento	AU 20/9 (mm)	Lluvias oct/nov (mm)	Oferta hídrica (mm)	AU 5/12 231 DDS (mm)	Pérdida de agua (mm)
Testigo	220	184	404	240	164
Avena 60 kg	132	184	316	209	107
Centeno 30 kg	150	184	334	224	110
Centeno 60 kg	134	184	318	205	113
Vicia+centeno	132	184	316	203	113
Vicia+avena	132	184	316	198	118
Avena 30 kg	139	184	323	201	122
Vicia 30 kg	166	184	350	201	149

Tabla 12: consumo de agua disponible por tratamiento en Cañada Rosquín.

Este valor lo convierte en la alternativa más ineficiente respecto a este parámetro, si consideramos que con dicha alternativa el sistema consumió parte de su oferta hídrica (que en caso de excesos puede ser el objetivo buscado) pero sin utilizar las herramientas de manejo de malezas, generación de cobertura, ciclado de nutrientes, etc que puede ofrecer la incorporación de un cultivo sin finalidad de cosecha a la dinámica del mismo.



Foto 9: muestra de suelo a 20 cm de profundidad de vicia villosa al 31/8/2020 (133 DDS) – Sitio Cañada Rosquín

4.2 Sitio Eusebia

En este sitio, tal como se explicara anteriormente en la metodología del ensayo, las mediciones de agua en el perfil se realizaron para cada especie independientemente de la densidad de siembra del tratamiento.

4.2.a Costo hídrico:

En la tabla n° 13 podemos ver los resultados de las mediciones y el costo hídrico de cada especie para el caso del sitio Eusebia. El menor costo hídrico lo tuvo el cultivo de centeno con 77 mm, mientras que el mayor costo hídrico lo tuvo el cultivo de Vicia con 196 mm por sobre de los consumidos por la franja testigo en el mismo período.

Tratamiento	AU 16/6 (mm)	Lluvias ciclo (mm)	Oferta hídrica (mm)	AU 8/10 143 DDS (mm)	Consumo total (mm)	Costo hídrico (mm)
Testigo	313	21	334	251	83	
Centeno	313	21	334	174	160	77
Avena	313	21	334	129	205	122
Vicia + centeno	313	21	334	120	214	131
Vicia + avena	313	21	334	107	227	144
Vicia + avena	313	21	334	107	227	144
Vicia	313	21	334	55	279	196

Tabla 13: costo hídrico de cada cultivo en Eusebia.

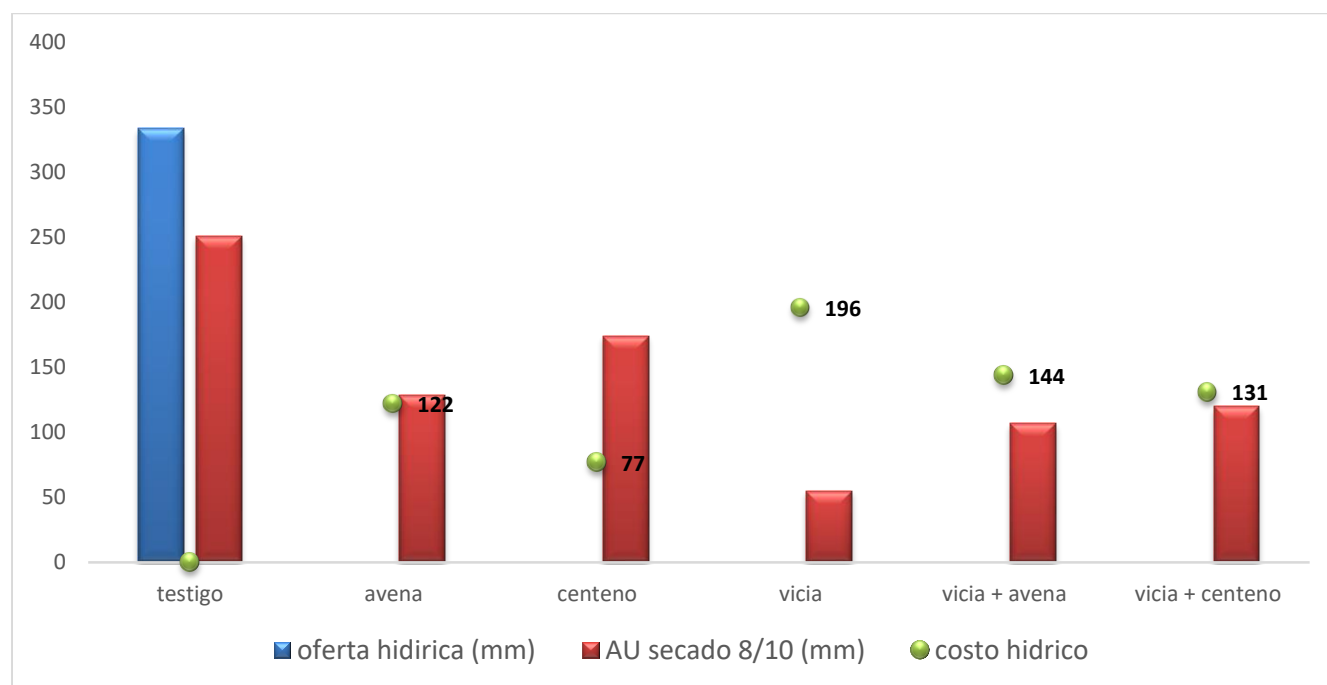


Gráfico 9: costo hídrico por tratamiento en Eusebia

4.2. b Eficiencia del Uso del Agua:

El cultivo de centeno fue el más eficiente en cuanto al uso de agua en el sitio de Eusebia, ya que, por cada mm utilizado produjo 20,9 kg MS, mientras que la vicia fue la más ineficiente y por cada mm produjo 11,2 kg MS.

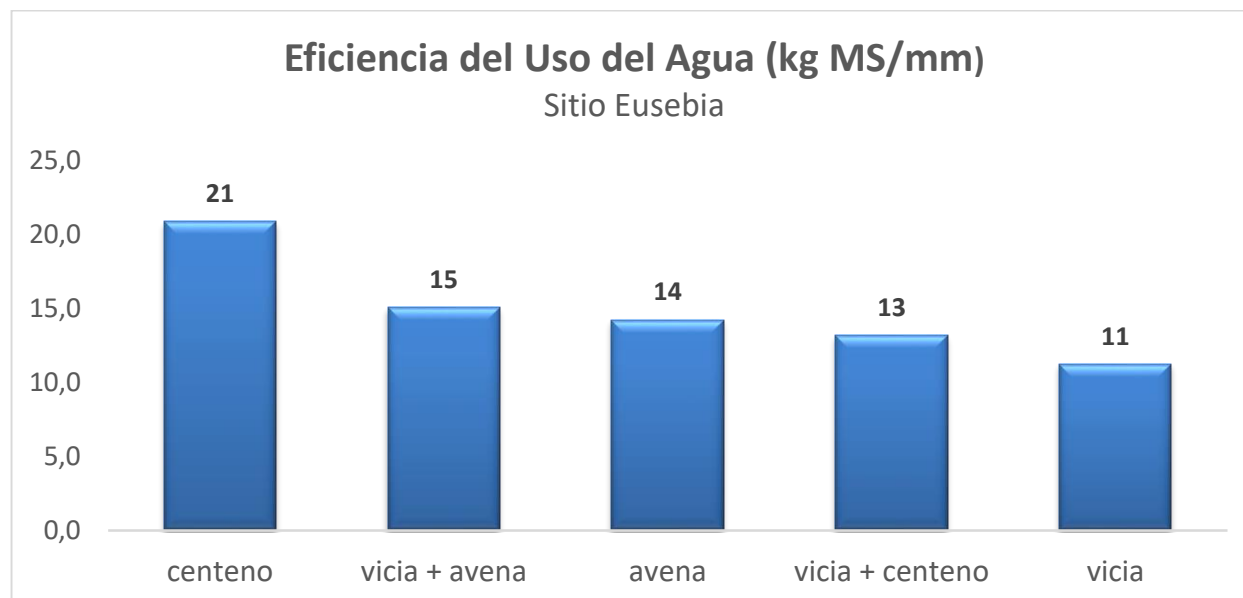


Grafico 10: Eficiencia del Uso del Agua por cultivo sitio Eusebia

Si comparamos estos resultados con los observados para el cultivo de trigo en la bibliografía existente, encontramos que este cultivo sin finalidad de cosecha y finalizado al momento de floración arrojó un valor de Uso Consuntivo promedio en una serie de seis años de 257 mm y una EUA de 22-47 Kg MS/mm, siendo el CH de 57 mm (Duval et al 2015). Aquí podemos ver que el uso consuntivo (UC) es mayor al promedio de UC de los tratamientos del sitio C. Rosquin (182 mm) y Eusebia (219 mm) y que solo en un tratamiento de Vicia villosa en Eusebia, se superó ese nivel de consumo.

Para el trigo con finalidad de cosecha se obtuvieron valores de 430 mm (Andreani, 2016). Para ambos casos, en un año con precipitaciones más bajas que lo normal esto puede presentar varios inconvenientes para su rendimiento y para el cultivo sucesor. En este sentido se debe tener mucho cuidado con las fechas de siembra y cosecha del próximo cultivo teniendo en cuenta, además del balance hídrico, que los rastrojos de este cultivo tienen una mayor relación C/N que el resto de los evaluados y por lo tanto una tasa de descomposición más baja (mayor tiempo de inmovilización de nutrientes).

Ideas finales

1- Métodos de siembra: Para el tratamiento de centeno 60 kg/ha sembradora convencional vs Altina, el resultado arrojó un 43 % más de plantas establecidas con siembra convencional. Y al comparar la siembra de Centeno 60 kg/ha con máquina Altina con la siembra convencional de centeno 30 kg/ha, también el resultado fue a favor de este último arrojando un 21 % más de plantas establecidas.

Para el caso de la mezcla el resultado mostro un 18 % más de plantas establecidas con sembradora convencional, pero en este caso mostrando la Altina un 19 % más de plantas de V. villosa establecidas y un 27 % menos de plantas establecidas de A. strigosa.

2- Control de malezas: Lo mejores resultados en el control de malezas se obtuvieron con la mezcla centeno/vicia y avena/vicia, ambas en siembra convencional, con una producción de materia seca de 4608 y 3898 Kg/ha respectivamente logrando un control del 85 % de malezas, presentando una diferencia de 710 kg/ha la de mayor producción. En tercer lugar, en % de control lo logro el centeno 60 kg/ha sembrado con siembra convencional arrojando un valor del 80 %. Valores de control satisfactorio, pero de 75 % fueron logrados en los tratamientos vicia y centeno en siembra convencional ambos 30 kg/ha, y centeno con máquina Altina (60 kg/ha).

Los demás tratamientos estuvieron por debajo del 70 % de control de malezas, avena 30 kg/ha en siembra convencional y vicia con Altina 30 kg/ha fueron los tratamientos que presentaron control pobre de malezas.

Hay una relación directa entre el control de malezas y la producción de biomasa aérea de cada tratamiento evaluando, siendo mayor el % de control de malezas cuanto mayor es la producción de materia seca.

3- Consumo de agua: el año 2020 fue un año extremadamente seco y con bajas temperaturas. En este contexto se desarrollaron los cultivos de servicio, pero al evaluar el costo hídrico (que surge de la resta entre el valor de Agua Útil medida en las franjas de cultivos de servicio al momento del secado menos el valor de Agua Útil en la franja testigo tratada mediante barbecho químico), y al igual que resultados de estos mismo ensayos en campañas pasadas, esta última franja mencionada es el más ineficiente en preservar esa agua hasta la siembra del cultivo siguiente (especialmente debido a dos factores: menores tasas de infiltración y mayores valores de transpiración por menor cobertura vegetal).

4- Método y oportunidad de secado: El marcado déficit hídrico del año 2020 fue una oportunidad de evidenciar la importancia de estar atentos al momento óptimo de secado, no operando por “recetas” sino siendo conscientes de la necesidad de interrumpir en el momento adecuado el cultivo implantado, lo que no sólo no ocurre en un estado fenológico fijo, sino que además esto varía según la especie implantada y la situación climática de todo el ciclo. Los resultados de la presente campaña, tal el manejo realizado a las franjas de estudio, evidenciaron que el barbecho químico, siendo el más ineficiente en el uso y conservación del agua, haya llegado con mayor reserva de Agua Útil a la siembra del cultivo de verano.

5- Costos: Es importante dimensionar de alguna forma el impacto económico que la aplicación de los CS en el sistema, para evaluar correctamente la relación costo/beneficio de su incorporación en una rotación. El producto obtenido no tiene valor comercial directo como lo podría tener un cultivo de cosecha, pero se infiere que su impacto sobre los parámetros agroecológicos del ambiente productivo se traducirá indefectiblemente, en un plazo todavía a medir, en una mejora en los resultados de los cultivos de cosecha sucesores, tomando allí un valor económico medible indirecto. El presente trabajo posterga el mencionado análisis de resultado económico hasta el momento en que se obtengan los rendimientos del cultivo sucesor en cada franja donde con anterioridad se implantaron los distintos tratamientos, resultados que se agregarán oportunamente como anexo al análisis de la Red 20-21.

Agradecimientos

A familia Giecco/Perano de Cañada Rosquin (CREA El Ceibo) por la predisposición para poder realizar el ensayo en el sitio Sur del presente trabajo y a los Srs. Darío y Raúl Beltramino de la localidad de Eusebia (CREA Rafaela) por el sitio Norte.

Al Ing. Agr. Damian Scarabotti por la colaboración en el sitio de Cañada Rosquin en la recolección e interpretación de datos y a los Ings. Martín Marzetti y Martín Favre por sus sugerencias al momento de definir el diseño de los ensayos de la presente campaña.

Al Sr. Damián Drusini (CREA San Martin de las Escobas – Col.Belgrano) por poner a disposición del Equipo Ensayista la maquinaria que hizo posible la siembra al voleo en el sitio Sur de la red.

Al Proyecto Malezas de Aacrea, que junto con el acompañamiento de las empresas sponsors del mismo, hicieron posible el financiamiento de este sitio de ensayo. Especialmente la empresa Agrospray y sus técnicos por su participación con los equipos de pulverización en los casos en los que fueron necesarios.

Al Ing. Sandro Raspo, por su ayuda en la obtención de materiales y sus aportes en la interpretación de resultados. A Aapresid por la ayuda brindada oportunamente en el diseño de protocolos y tratamientos.

Fuentes de consulta

“Utilización de cultivos de cobertura en monocultivo de soja: efectos sobre el balance hídrico y orgánico”, 2015. Matías Ezequiel Duval; Julia Ester Capurro; Juan Alberto Galantini y José Miguel Andriani

Seminario Online- Red de cultivos de servicio. Gervasio Piñeiro.
<https://www.youtube.com/watch?v=K2u4PBIPVVU>

“Lo que hay que saber del consumo de agua de los cultivos”. Andreani, J.M. 2016. Para mejorar la producción. INTA EEA Oliveros 2016.

“Cultivos de Cobertura. Bases para su manejo en sistemas de producción” Manual Aapresid 2017.
<http://aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf>

“Manual de Edafología” Ricardo Honorato Pinot. Alfaomega (2000)

Región CREA Santa Fe Centro

Comisión de Agricultura – Equipo Ensayista

Febrero 2021