



**REGIÓN NORTE
DE BUENOS AIRES**

Sistemas de producción y sustentabilidad de la agricultura en la región Norte de Bs As.

Evaluación de Cultivos de servicios sin fines de renta como herramientas tecnológicas de producción en la zona Norte Bs As de AACREA

Soja 1°. Campaña 2022-23 y Resumen final 2018-19 a 2022-23

RESUMEN:

La cantidad de materia seca aérea aportada por los cultivos de servicios (CS) estuvo entre 2.5 Tn/Ha (P20%) y 5.8 Tn/ha (P80%) según sitio, campaña y manejo, con un valor sobre el P50% de 4 Tn/Ha. Con información complementaria de cinco campañas, los CS aportaron al control de malezas difíciles por competencia directa, por cobertura de residuos y por cambios en las condiciones de nacimiento (-2°C). En términos de frecuencia de malezas, controlaron un 80% de gramíneas de verano y amaranthus sp. El pastoreo redujo el efecto supresor a la mitad. Respecto a Coniza, los CS aportaron a su control exceptuando malos arranques o secadas muy tempranas de los CS. La baja de temperatura del suelo por CS, también afectó el logro de plantas del cultivo de renta Soja1° (CR). El costo hídrico (diferencia mm entre barbecho-CS al momento de la siembra del CR) del CS estuvo entre +10 y -150 mm según sitio, campaña y manejo, con un P50% de 35mm. El impacto promedio sobre el rendimiento del CR fue de 315kg/ha (7%) aumentando o atenuándose a medida que varía el ambiente (de 430 a 200 kg/ha). Sin embargo, cuando diferenciamos el cultivo de servicio entre i) gramínea pura y ii) mezcla con vicia o vicia pura cambian las pérdidas de rendimiento. Mientras que sobre gramínea puras las pérdidas del cultivo de renta alcanzan los 380 kg/ha (8%), las pérdidas con vicia pura o en mezcla alcanzan los 180 kg/ha (4%) como promedio de sitios y campañas. Incluso, sin costo hídrico por napa o buenas recargas por lluvia, sobre vicia pura o mezcla con gramíneas se observaron aumentos de rendimiento del CR. Estas pérdidas de rendimiento estarían asociadas en mayor medida al costo hídrico pero también impactan la condición nutricional, el defasaje fenológico y la desuniformidad en el planteo logrado del CR. Por su parte, el pastoreo de los CS disminuyó el aporte de MSeca, el control de malezas y el costo hídrico y, los rendimientos del CR fueron similar a los del barbecho químico. Sin embargo, cabe aclarar que en esta escala de tiempo de análisis, no se contemplan los beneficios al sistema (aumentos en los aportes de MSeca y mejoras en propiedades físicas y químicas) y el impacto sobre los rendimientos de los cultivos siguientes en la secuencia de rotación que lograrían los CS.

1) Introducción:

Crea Norte Bs.As, viene trabajando en líneas de largo plazo hace quince años intensificando la secuencia de la rotación de la mano de cultivos de renta (cultivos que se cosechan, CR). Esta línea de trabajo se sustenta en la idea de intensificar el uso de la tierra, secuenciando un mayor número de cultivos diversos de CR por unidad de tiempo (Caviglia et al., 2004, Andrade et al., 2015). Este enfoque contribuye a incrementar la productividad de los sistemas de cultivo mediante la captura de una mayor proporción de los recursos disponibles y su uso más eficiente (Andrade et. al., 2015, 2017) aumentando el aporte de carbono al sistema y mejorando las propiedades físicas y químicas asociadas (Andrade et al, en preparación). Por su lado, los cultivos que también prestan servicios ecosistémicos pero que no tienen finalidad de renta (cultivos de servicios, CS) cumplen estas funciones, mejorando incluso alguno de los atributos ecológicos buscados. La inclusión de CS en la rotación se presenta como una alternativa para aumentar la captura y eficiencia en el uso de los recursos, que permite reducir las pérdidas de energía, agua y nutrientes en los agroecosistemas, aportando carbono aéreo y subterráneo para mejorar MOS en sus fracciones, nutrientes como nitrógeno a partir de la FBN, mejoras en propiedades físicas del suelo y mejoras en el control de malezas reduciendo el uso de controles e insumos de síntesis química (Piñeiro, 2014). También se presentan como recursos forrajeros (verdeos de servicio) en la medida que se manejen y aprovechen racionalmente. Consideramos que, los CR y los CS son dos maneras válidas, necesarias y no excluyentes de intensificar el uso de los recursos en nuestros sistemas de producción para la zona norte de Bs.As. En este sentido, pueden ser complementarios en el tiempo para re diseñar los modelos productivos actuales. Además entendemos que, cada empresa tiene sus problemáticas y necesidades particulares cuyos abordajes serán cada vez más específicos y con resultados graduales saliendo de modelos productivos comunes, simples, generalistas y escalables a modelos más diversos, complejos y demandantes de conocimiento. Esta es la quinta y última campaña evaluando el impacto de los CS al sistema de producción previo a la siembra de soja¹.

Objetivo conceptual: evaluar el aporte de los cultivos sin fines de renta (CS) al sistema de producción buscando mejorar las condiciones de crecimiento y producción de los CR inmediatos.

Objetivos específicos:

- Evaluar el aporte de materia seca de los CS.
- Evaluar el impacto de los CS sobre malezas.
- Evaluar el perfil hídrico y temperatura del suelo al momento de la siembra del cultivo de renta.
- Evaluar Eficiencias de Implantación del CR
- Evaluar el rendimiento de los CR bajo barbecho, bajo CS y CS pastoreado.

2) Determinaciones:

Para llevar a cabo los objetivos propuestos se plantearon con siembra en línea tres sitios de experimentos con CS (gramínea, vicia y mezcla) antecesor al cultivo de Soja 1°(CR) con el manejo detallado en el Cuadro 1. En dos de los sitios se incorporó el efecto del pastoreo de la gramínea (tratamiento del productor). Parcelas de 200 mtrs largo x 20 ancho con repetición, fueron planteadas. Se llevó el registro de cultivo antecesor, fecha de siembra, variedad, fertilización y herbicidas utilizados. Se registró fecha y producto del quemado de los CS y en caso de pastoreos la cantidad de comidas. Al momento de secado se determinó el aporte de materia seca aérea de cada CS muestreando 1m² con tres repeticiones. Se midió humedad del perfil 0-180 cm al momento de siembra del CR y la temperatura del suelo en los primeros 10 cm. Previo a los tratamientos químicos de presembrado, se evaluó la frecuencia de malezas en 75 marcos arrojados al azar. Luego de la emergencia, en 1m² en seis repeticiones se determinó el logro de plantas. Con cosecha mecánica directa se midió el rendimiento del CR para cada tratamiento generado. Una muestra de grano fue guardada para corregir a humedad comercial y estimar los componentes del rendimiento.

Sitio (Localidad)	Antec	Cult Serv	Fsbra CS	Fert	BarbQco (Testigo)	Fecha	Quemado Cult Serv	Fecha
Sta Ines (Alberdi)	Mz Tempr	Centeno*	15/4	60 Map	1.5kgGlifo (común a todos)	4/4	0.6L Cletodim Cent Tempr	15/9
	Mz Tardío*	Vicia Mezcla	8/6	150 SPS 70Urea (-V)	2kg glifo+1L 2,4d (sin resid)	23/9	2 kg Glifo+1L 2,4d V+Mez+CentTard	23/9
La Suerte (Alberdi)	Mz Tempr	Rgrass(past)	20/3	80 Map	1.5kgGlifo+0.5L 24D	1/3	2.5kgGlifo+0.6L2,4d+150ccFlumi	23/9
	Picado	Vicia	7/4		1.5 kgGlifo+0.5L2,4d+1kg Atz	15/4		
		Mezcla	7/4		2.5kgGlifo+0.6L2,4d+150ccFlumi	23/9		
						1.8 kgGlifo+0.8L2,4d	7/11	1.8 kgGlifo+0.8L2,4d
El Algarrobo (S Pedro)	Mz Tempr	Avena (past)	15/5	70 Map	2L Glifo (común a todos)	10/5	2L glifo+0.8L 2,4d Todos	19/10
		Vicia				20/9	1L Cltedim (Avena y Mezcla)	4/11
		Mezcla				19/10		

Cuadro 1: sitio, cultivo antecesor, cultivo de servicio utilizado, fecha de siembra CS, manejo de la fertilización del CS, barbecho químico del tratamiento "testigo" y quemado del CS con su fecha. En el experimento conducido en La Suerte y El Algarrobo se generó un tratamiento de

3) Resultados:

3.1 Perfil Hídrico a la siembra del cultivo de renta:

Las parcelas con CS al momento de la siembra de soja (principios Noviembre en Alberdi y principios Diciembre en S. Pedro) presentaron condiciones hídricas contrastantes según sitio. En el campo Sta Ines por ascenso capilar se recargó el segundo metro en casi todos los tratamientos, mientras que, en el primer metro las recargas fueron parciales. El costo hídrico estimado por diferencia con el agua del barbecho (testigo) varió entre -30 y -100mm según sitio y tratamiento (Figura 1).

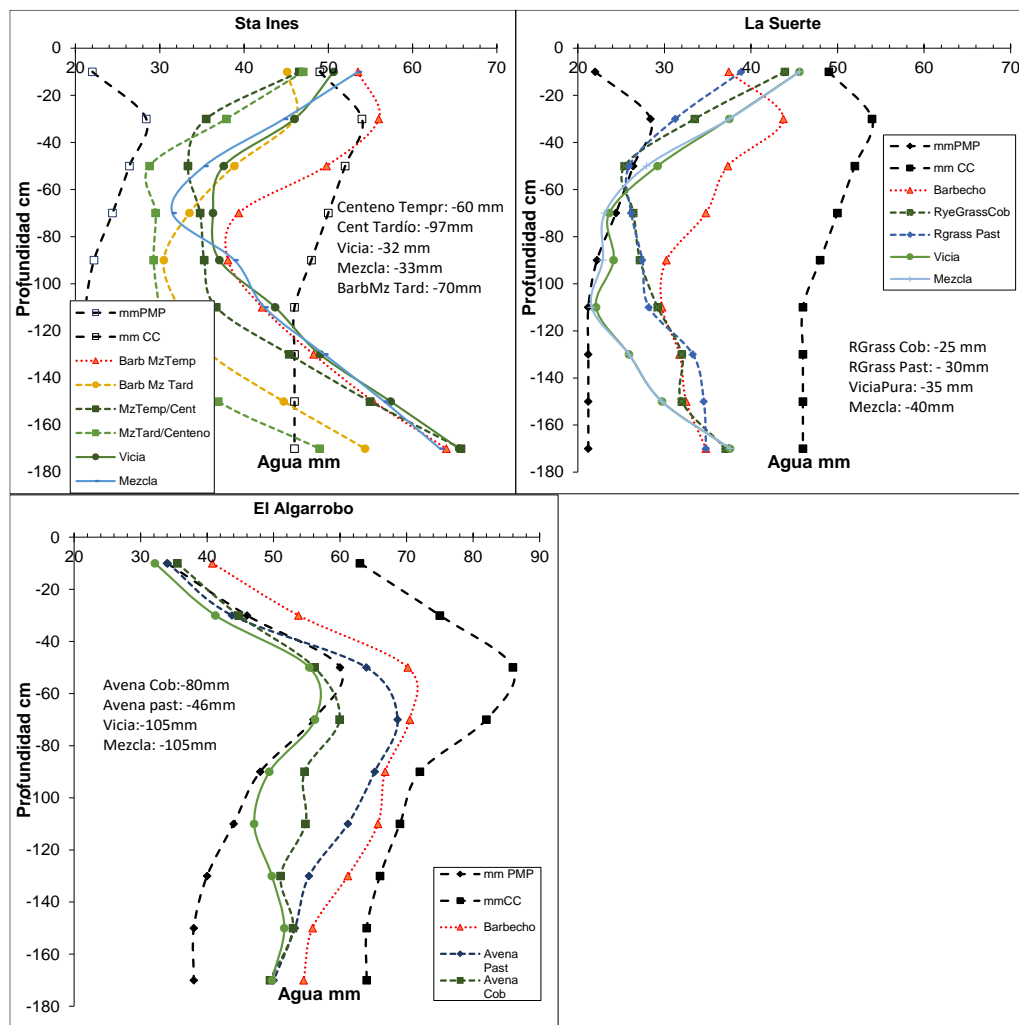


Figura1: perfil hídrico 0-180 cm al momento de la siembra del cultivo de renta diferenciado entre tratamientos y costo hídrico (Barbecho - cultivos cobertura).

3.2) Efecto sobre malezas:

Con magnitudes diferentes entre sitios y con menores presiones de malezas (efecto campaña), los CS aportaron al control de gramíneas de verano, Coniza y Amaranthus, uno de los atributos buscados. El pastoreo de los CS disminuyó el impacto sobre este atributo pero no lo anuló (Figura 2), coincidente con evaluaciones de campañas anteriores. En este sentido, la información de las cinco campañas evaluadas, los CS demoraron la emergencia de las malezas, como el grupo de gramíneas de verano (cuaresma, capín, eleusine) y Amaranthus. Esto se pudo observar en la disminución de la frecuencia (reducción del 80%) y tamaño de malezas. El pastoreo de los CS redujo el control sobre malezas problemas en un 50% y aparecen otras en baja frecuencia como cardos (datos no presentados). Para el caso de Coniza sp., el aporte al control de esta maleza fue menor, incluso con casos de mayor frecuencia de la maleza asociado a CS con poca capacidad de competencia inicial o casos donde el CS se secó temprano. Esto lo lograron, además, ahorrando el residual en el barbecho largo y el tratamiento puente del mes de septiembre. Por último, la frecuencia de marcos vacíos (sin malezas) aumentó significativamente en un 85% de los casos. (Figura 3).

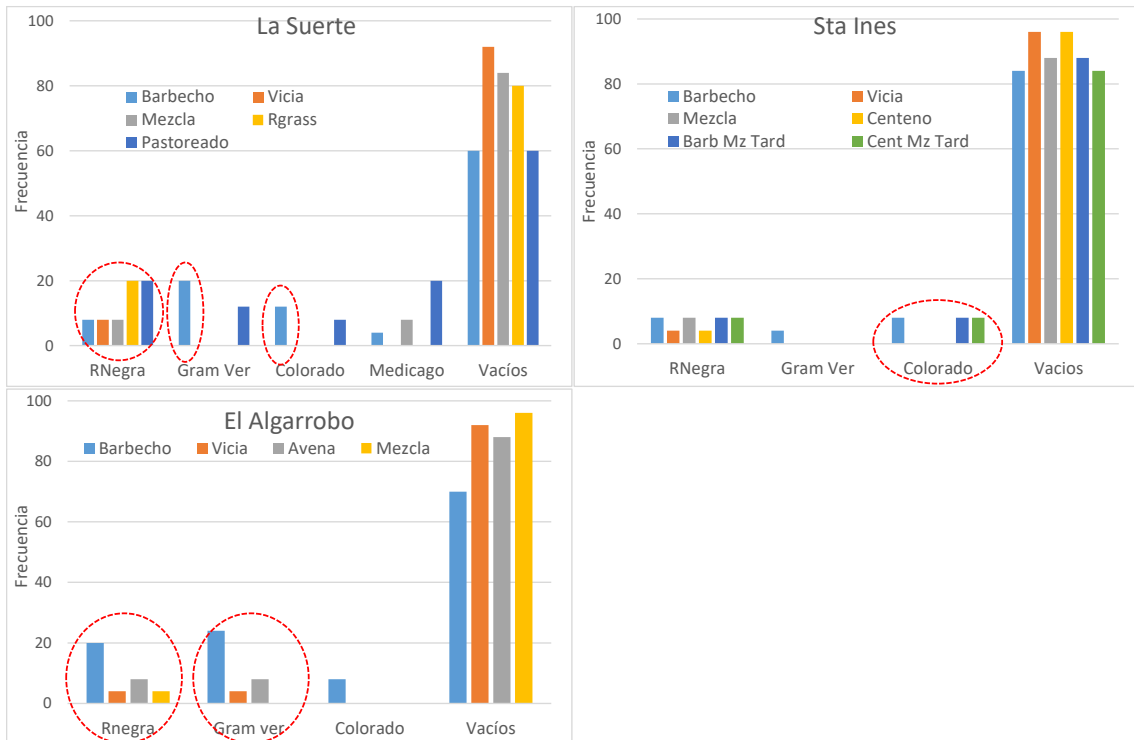


Figura 2: frecuencia de malezas y marcos vacíos previo a la aplicación de los tratamientos de pre siembra diferenciado entre tratamientos. Campaña 2021-22.

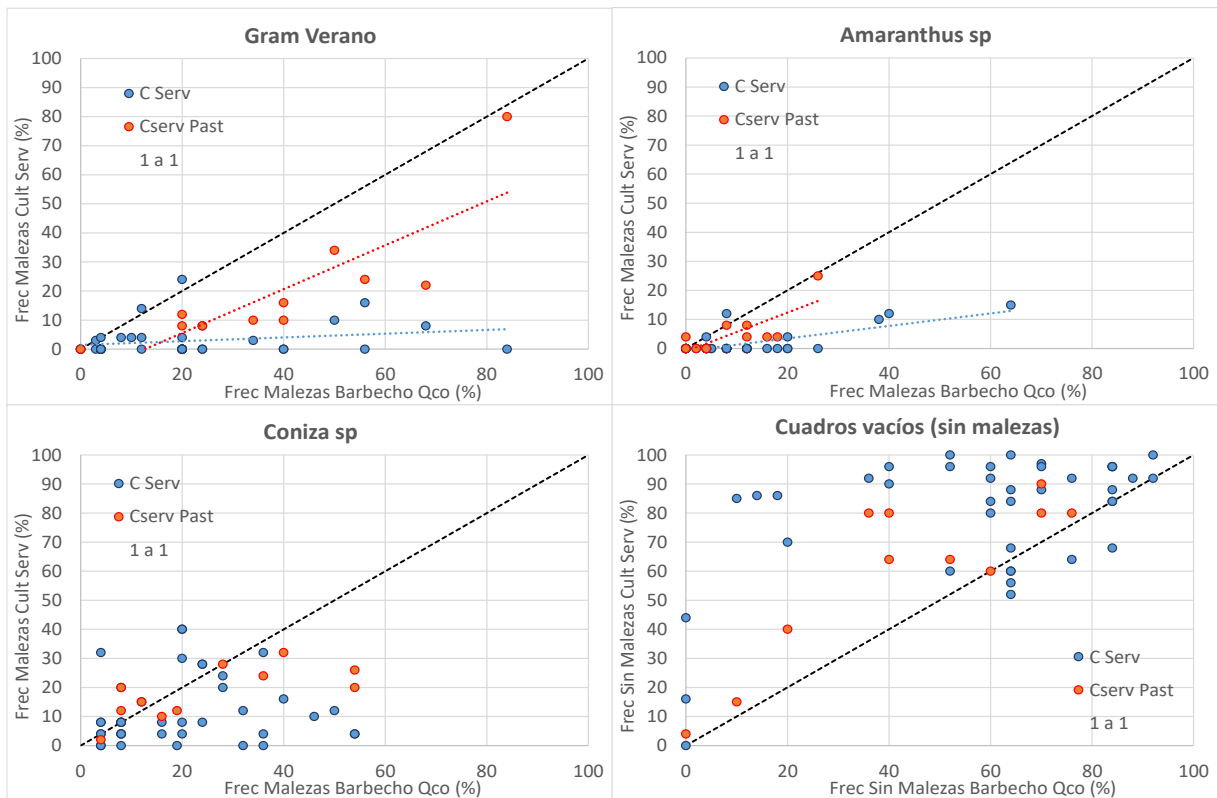


Figura 3: frecuencia de malezas problemáticas en cultivos de servicios varios (azul) y en cultivos de servicios pastoreados (rojo) en función de la frecuencia de malezas del barbecho químico. Datos campaña 2018/19 a 2021/22.

La temperatura del suelo en los primeros 10 cm bajó 1.5- 2°C en promedio, consecuencia de la cobertura (Figura 4) independientemente de la fecha de

siembra (principios Nov a principios diciembre) pero con menor magnitud al retrasar la fecha. Esto explica en parte las diferencias de nacimientos de malezas y las diferencias fenológicas de 5 días (un nudo) observadas en soja desde los primeros estadíos y parte de las diferencias en logro de plantas del CR (más importante el efecto físico). Los CS pastoreadas presentaron temperaturas de suelo similares al barbecho coincidente con evaluaciones de campañas anteriores.

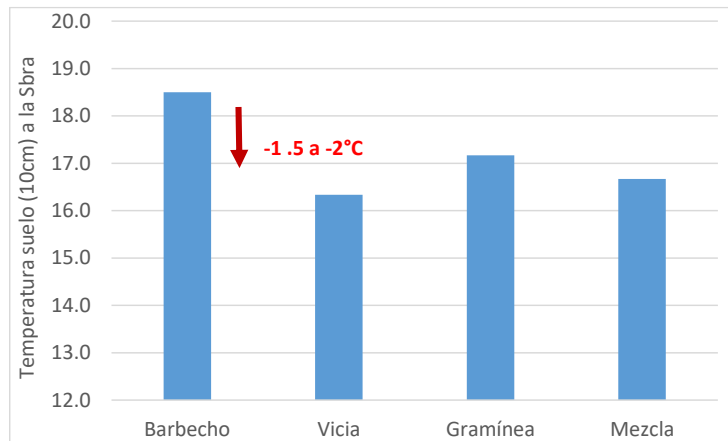


Figura 4: temperatura del suelo en los primeros 10 cm como promedio de todos los sitios al momento de la siembra del cultivo de renta para los tratamientos con cobertura y barbecho químico.

3.3) Materia seca aérea de cultivos de servicios:

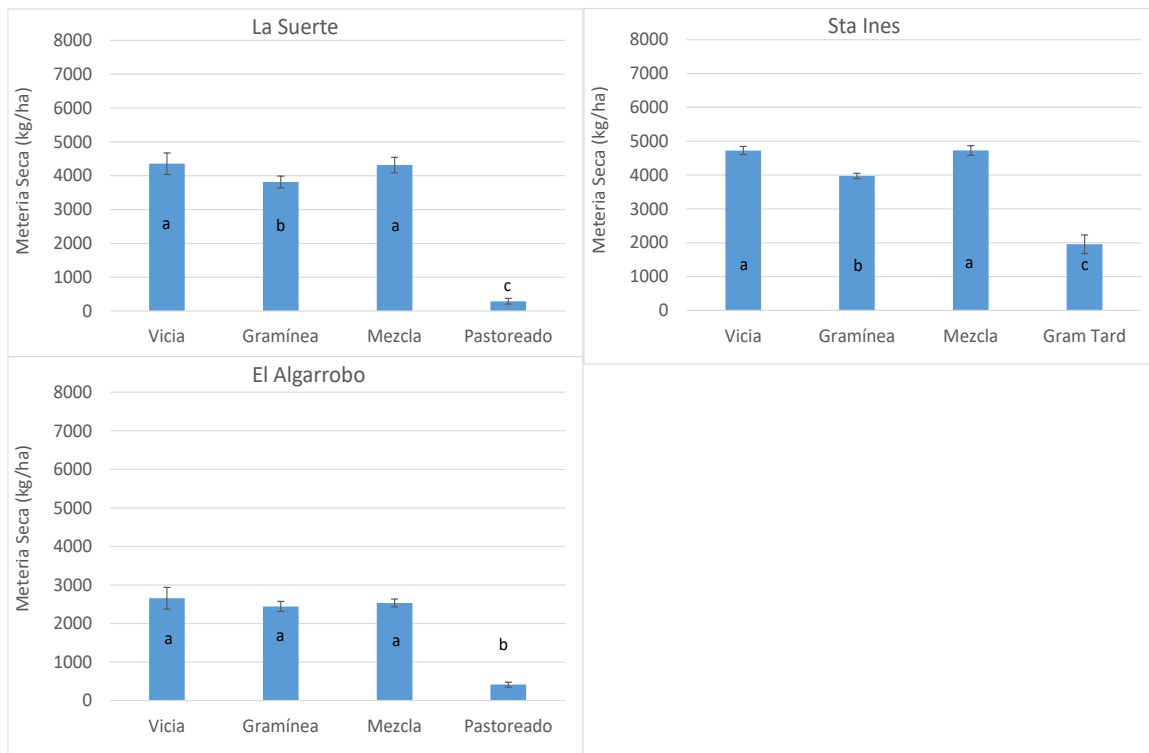


Figura 5: materia seca aérea (kg/ha) para los cultivos de servicios evaluados y sus manejos en cada sitio de evaluación.

El aporte de materia seca aérea entre sitios y tratamientos estuvo entre 2.5 y 5 Tn/ha. En los tres sitios, Vicia y Mezcla hicieron más MS que la gramínea pura. Estimado a partir de la MSeca y con eficiencias tomadas de bibliografía (40kgMS/mm y 35kgMS/mm para avena/centeno y vicia, respectivamente) como promedio de sitios, la evapotranspiración de los CS fue mayor en vicia respecto a gramíneas (120 vs 85 mm) (Figura 5). Analizando la información histórica, el P50 define un valor de 4Tn/ha de MS por percentiles 20 y 80% de 2.5 y 5.8 Tn/ha (Figura 6).

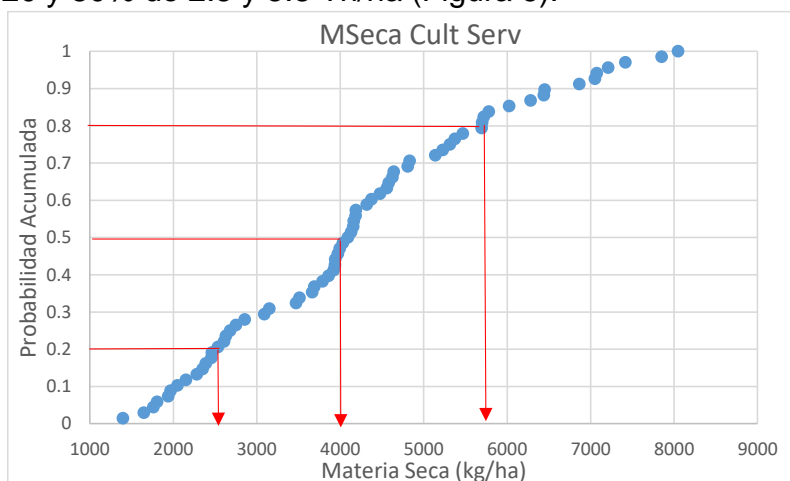


Figura 6: probabilidad acumulada de Materia Seca (kg/ha) lograda durante las campañas 2019-20, 2020-21 y 2021-22 de los distintos cultivos de cobertura evaluados.

3.4) Rendimientos Sojas 1° Campaña 2022-23:

Existen diferencias entre tratamientos ($P=0.00$) sin interacción con el sitio ($P=0.26$). Las sojas sobre la gramínea de cobertura rindieron menos que los otros tratamientos, donde se afectó el n° granos cosechado y el peso. La pérdida de rinde promedio bajo este tratamiento fue de 290 kg (12%). Como promedio, bajo vicia y mezcla de vicia+gramínea la pérdida de rendimiento fue menor (Cuadro 2) pero con interacción con el sitio (Figura 5) asociado a una menor fijación de grano compensado parcialmente con peso. En el caso del CS pastoreado el rinde del CR fue inferior al del testigo (Cuadro 2; Figura 5).

Tratamiento	Rinde(kg/ha)	Gr/m2	P1000(g/s)	Pl/m2	Gr/Pl
Barbecho	2572 a	1842	131.5	32	61
Vicia	2466 b	1674	134.2	28	59
Mezcla	2381 c	1653	133.3	29	56
Gramíneas	2284 d	1692	127.5	28	62
Probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DMS(5%)	35	40	2.2	2	1

Cuadro 2: rendimiento y componentes entre tratamientos como promedio de sitios (sin tratamiento pastoreado).

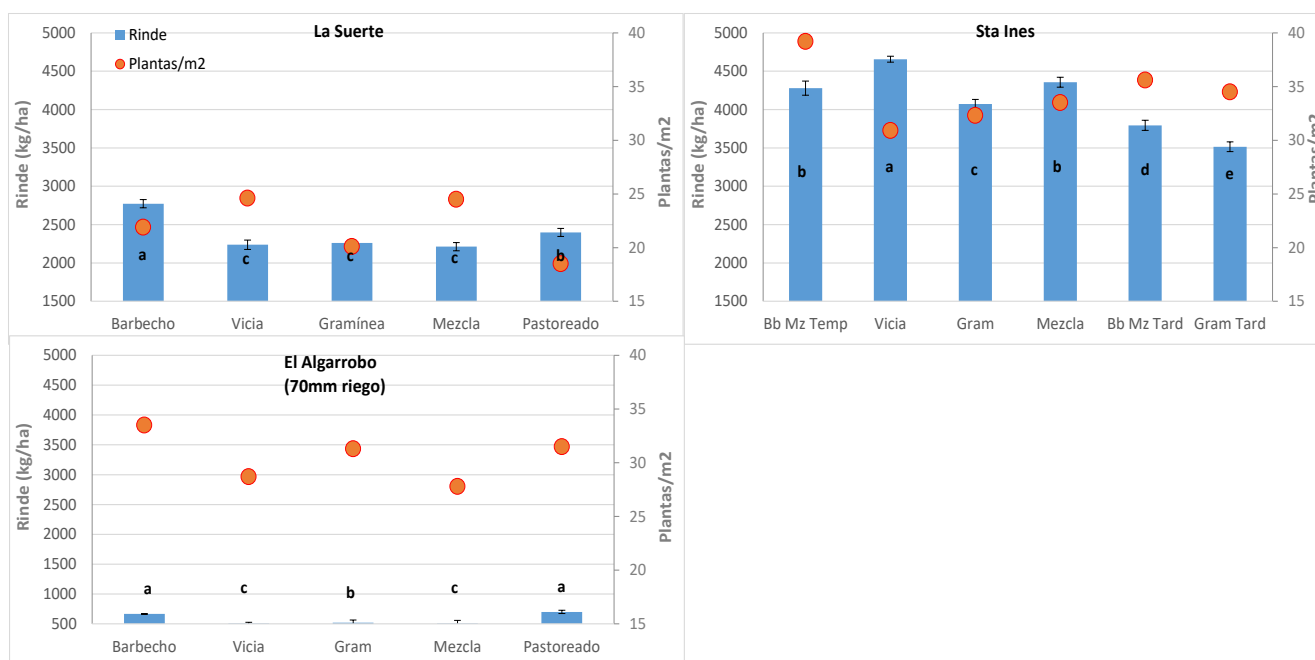


Figura 5: rendimiento (barra azul) y logro (punto rojo) de plantas del cultivo de renta sobre cada tratamiento evaluado en los cuatro sitios.

3.5) Resultados Campañas 2018-19 a 22-23:

Los resultados de las cinco campañas tuvieron un comportamiento similar, las sojas sobre CS rindieron menos que sobre barbecho, especialmente sobre gramíneas. Esta pérdida de rendimiento que en promedio de campañas, CS y sitios fue de 315 kg/ha (7%), parece mantenerse en todo el rango de productividad ambiental explorado, aumentando o atenuándose a medida que varía la productividad ambiental (de 430 a 200 kg/ha). Sin embargo, cuando diferenciamos el cultivo de servicio entre i) gramínea pura y ii) mezcla con vicia o vicia pura, cambian las pérdidas promedio de rendimiento del CR. Mientras que, sobre gramínea las pérdidas promedio del cultivo de renta alcanzan los 380 kg/ha (560 a 250 kg/ha), un 8%, las pérdidas con vicia pura o en mezcla alcanzan los 185 kg/ha (310 a 0kg/ha), un 4% como promedio de sitios y campañas. Incluso existieron casos de productividad buena a muy buena donde el CR rindió más sobre CS que sobre barbecho (casos con napa o buena recarga por lluvias).

Mientras que en el caso de pastorearlos, los rendimientos promedios son similares, sólo se observa una reducción en rinde si la productividad ambiental es baja (Figura 6).

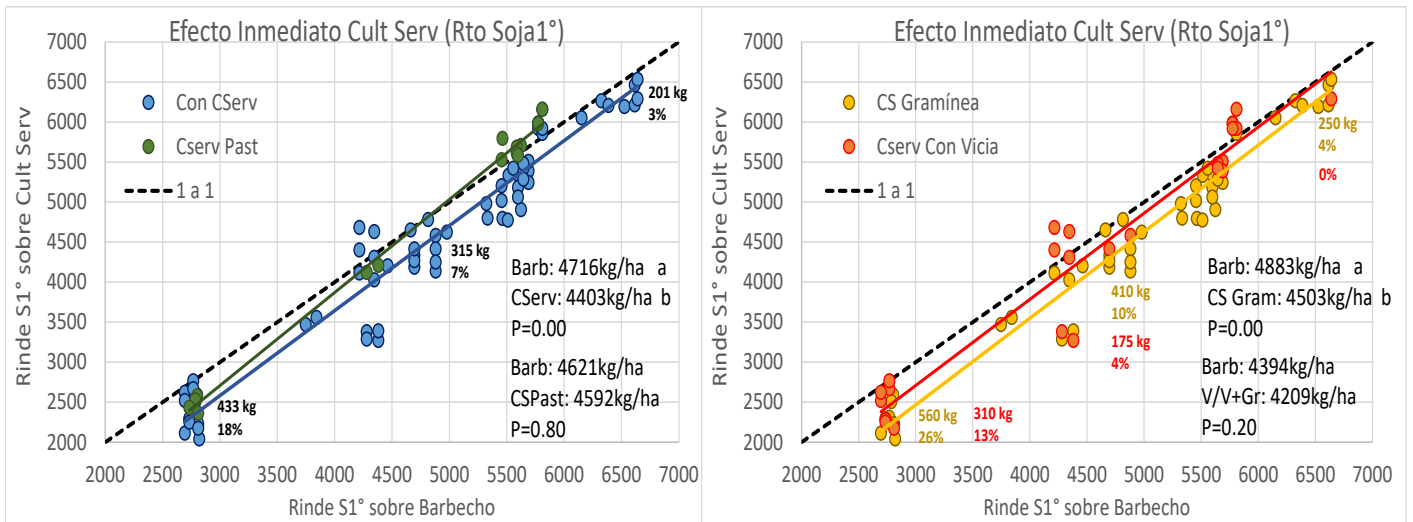


Figura 6: rendimiento de las Sojas 1° sembradas sobre CS en relación al rendimiento sobre barbecho. Izq) en azul todos los CS, en verde, CS pastoreado. Der) en dorado gramíneas y en rojo vicia pura y vicia en mezcla con gramíneas.

Luego de evaluar rendimientos durante cinco campañas de cultivos soja 1° con y sin CS y bajo las condiciones climáticas exploradas, las pérdidas de rendimiento estarían asociadas a la suma de factores. La diferencia en el contenido hídrico inicial a la siembra de soja definida como “costo hídrico” (recarga del perfil con -35mm en P50%; Figura 7 izq) especialmente en campañas con baja recarga como la 20-21, 21-22 y 22-23 sería la variable más importante (Figura 7, der). Sin embargo, el efecto nutricional de los CS gramíneas, el desfase fenológico de 5 días y la desuniformidad en el planteo de siembra (sectores con baja densidad de plantas) también explicarían parte de las pérdidas de rendimiento (Figura 7 der) que se observan en la ordenada al origen de la función de ajuste (200 kg/ha)

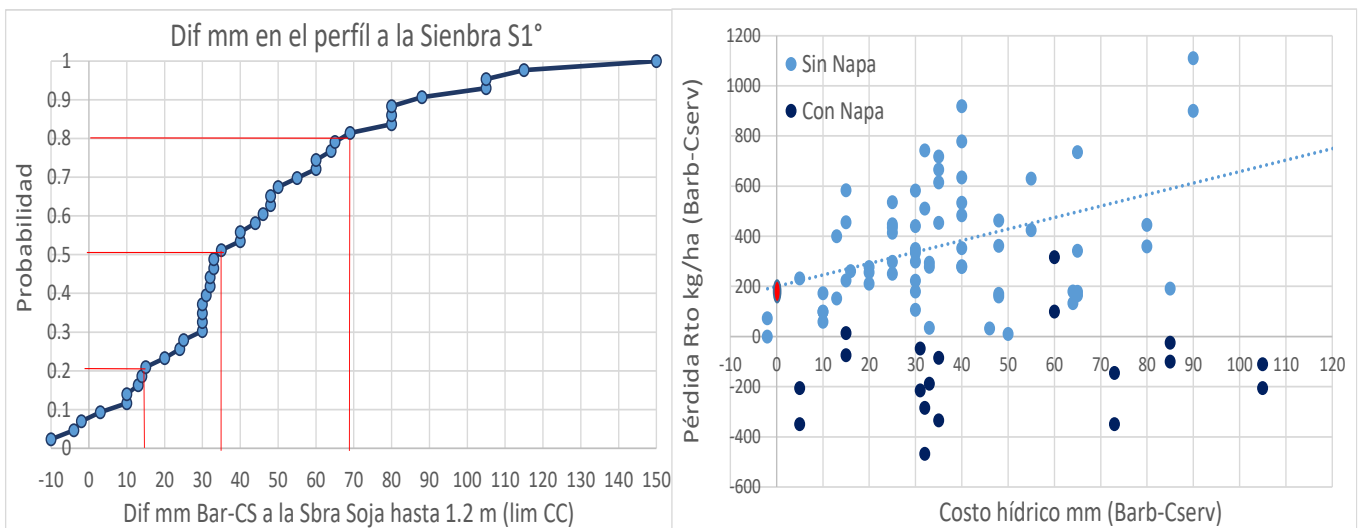


Figura 7: relación entre izq) la diferencias en mm al 1.2-1.8m de profundidad entre los tratamientos “barbecho” y “cult servicio” al momento de la siembra de Soja 1° y, der) pérdida rendimiento soja 1° en función del costo hídrico calculado como diferencia agua entre barbecho y CServ separando los casos con napa (azul oscuro).

Sin embargo, cabe aclarar que en esta escala de tiempo de análisis, no se contemplan los beneficios al sistema y el impacto sobre los rendimientos de los cultivos siguientes en la secuencia de rotación que lograrían los CS en el mediano plazo.