



**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 2021-22

RESUMEN:

La cantidad de materia seca aérea aportada por los cultivos de servicios (CS) estuvo entre 1 y 8 Tn/ha según sitio, campaña y manejo. Con información complementaria de tres 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); esto 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 33mm. El impacto sobre el rendimiento del CR fue de 333kg/ha (7%) aumentando o atenuándose a medida que varía el ambiente (de 500 a 200 kg/ha). 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. 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 las pérdidas del cultivo de renta alcanzan los 390 kg (8%), las pérdidas con vicia pura o en mezcla alcanzan los 200 kg/ha (4%) como promedio de sitios y campañas. Estas pérdidas de rendimiento estarían asociadas en mayor medida al costo hídrico pero también impactan el defasaje fenológico y la desuniformidad en el planteo logrado del CR. 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:

El proceso de intensificación agrícola que sufrió la región pampeana en los últimos 20 años extendiendo la superficie bajo agricultura y relegando a la actividad ganadera en superficie, estuvo dominado por la expansión del cultivo de soja bajo un sistema simple, generalista y eficiente, consolidándose como cultivo dominante en la rotación de los sistemas productivos en todas las regiones del país. Este proceso tuvo efectos negativos sobre: la producción de materia seca (Carbono/ha/año) y deterioro en los contenidos de materia orgánica crucial para el mantenimiento de las propiedades y funcionalidad de los suelos, sobre la erosión, degradación y pérdida de los suelos, el ascenso de napas y en otros factores de la producción como la pérdida de efectividad de tecnologías contra adversidades bióticas.

Crea Norte Bs.As, viene trabajando en líneas de largo plazo hace catorce 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 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.

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 del barbecho químico, de los CS con y sin pastoreo al momento de la siembra del cultivo de renta.
- Evaluar Eficiencias de Implantación de los CR.
- Evaluar el rendimiento de los CR bajo barbecho, CS y CS pastoreado.

2) Determinaciones:

Para llevar a cabo los objetivos propuestos se plantearon con siembra en línea cuatro sitios de experimentos con CS (gramínea, vicia y mezcla) antecesor al cultivo de Soja 1° 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 aproximado con repetición, fueron planteadas para cada uno de los tratamientos a evaluar con cosecha mecánica. 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 cultivo de renta y la temperatura del suelo en los primeros 10 cm en cada uno de los tratamientos. Previo a los tratamientos químicos de presembrado, se evaluó la frecuencia de malezas en 75 marcos arrojados al azar en cada uno de los tratamientos. Esto se repitió en emergencia, en R1 y en R3 del cultivo. Luego de la emergencia, en 1m² en seis repeticiones se determinó el logro de plantas en cada tratamiento. 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	3/5	50 Map	1.5kgGlifo (común a todos)	1/5	1.5 kg Glifo+0.8L 2,4d Cent Tempr	15/9
		Vicia		200 SPS	1kg glifo+0.8L 2,4d+1kg Atz	5/9	1.5 kg Glifo+0.8L 2,4d Vicia+Mezcla	24/9
	Mz Tardío	Mezcla	10/6	80Urea (V)			1.5 kg Glifo+0.8L 2,4d Cent Tard	24/9
La Suerte (Alberdi)	Mz Tempr	Rgrass(past)			1.5kgGlifo+0.5L 24D (común a todos)	14/3	2kg Glifo+1L Cleto R Grass	12/8
		Vicia	23/3	100 Map	1.4kgGlifo+0.7L2,4d+5g mets	15/5	1kg Glifo+0.8L 2,4d+1kg Atz Todos	12/9
	Picado	Mezcla					Glifo 2kg +0.6L 2,4d Rgrass past	3/10
El Algarrobo (S Pedro)	Mz Tempr	Avena			1.5L Glifo+0.5L24D (común a todos)	10/4	2L glifo+0.8L 2,4d+0.6 Cleto Todos	24/9
		Avena Past	24/4	100 Map	2LGlifo +2L Atz	15/6		
		Vicia			250cc diflufenican+ 600cc pivot	10/10		
Lombardo (Olascoaga)	Mz Tempr	Centeno		50 Map	1.5L Glifo+0.5L24D (común a todos)	5/4	1.5 kg Glifo + 0.5L 2,4d Todos	19/9
		Vicia	13/4	100 SPT	0.2L clopiralid+0.4L2,4d	7/6		
		Mezcla			1.5kg Glifo+0.5L24D+50 g Clorim	19/9		

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 pastoreo (4 comidas) de la gramínea (manejo lote).

3) Resultados:

3.1 Perfil Hídrico a la siembra del cultivo de renta:

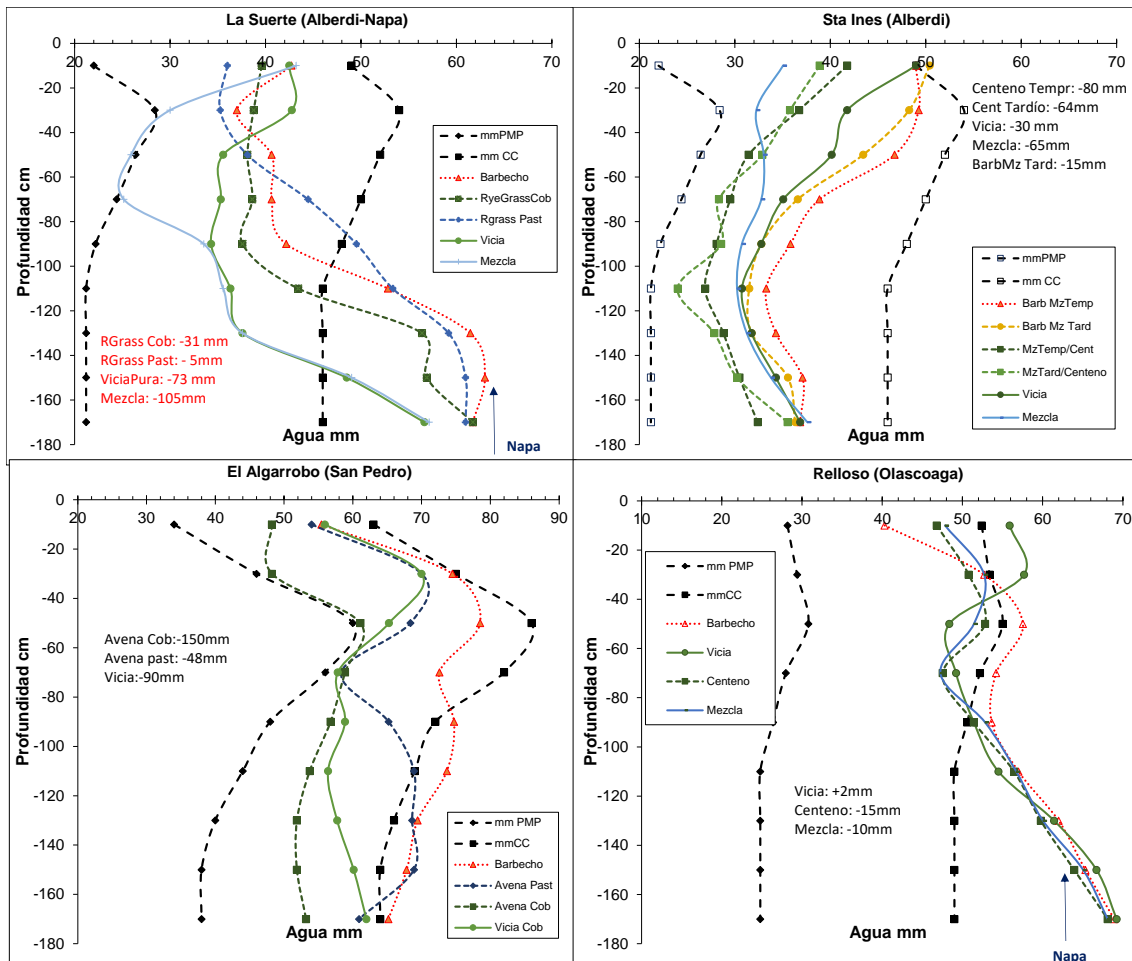


Figura1: perfil hídrico 0-180 cm al momento de la siembra del cultivo de renta diferenciado entre tratamientos y costo hídrico (Barbecho - cultivos cobertura).

Las parcelas con CS al momento de la siembra de soja (fin octubre en Alberdi y Olascoaga y mitad noviembre en S. Pedro) presentaron condiciones hídricas contrastantes según sitio. En los campos Relloso y La Suerte 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 +2 y -150mm según sitio y tratamiento (Figura 1).

3.2) Efecto sobre malezas

Con magnitudes diferentes entre sitios y con menores efectos que las campañas anteriores, los CS aportaron al control de malezas problemáticas como gramíneas de verano, Coniza y Amaranthus, uno de los atributos buscados. El pastoreo de los CS disminuyó el impacto sobre este atributo (Figura 2) coincidente con evaluaciones de campañas anteriores.

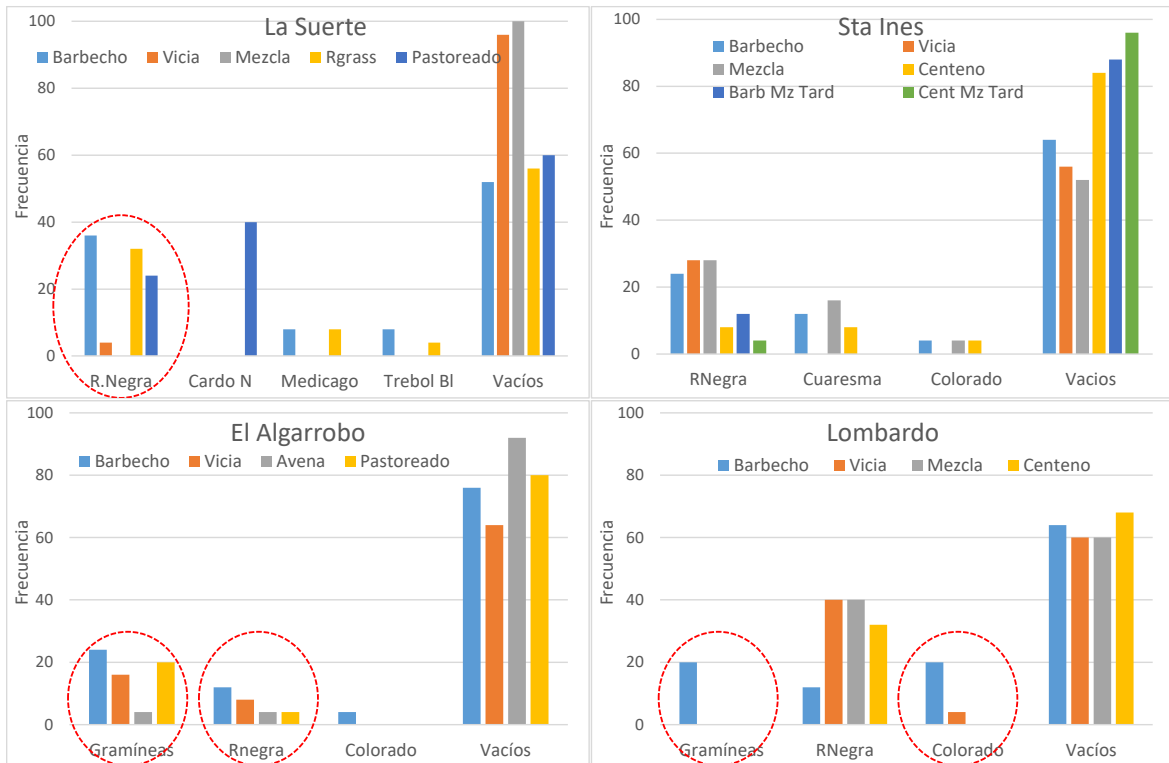


Figura 2: frecuencia de malezas y marcos vacíos previo a la aplicación de los tratamientos de pre siembra diferenciado entre tratamientos.

La temperatura del suelo en los primeros 10 cm bajó 2°C en promedio, consecuencia de la cobertura (Figura 3) independientemente de la fecha de siembra (fin Octubre-mitad Nov). 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 estadios y parte de las diferencias en logro de plantas del cultivo de renta (más importante el efecto físico). Las coberturas pastoreadas presentaron temperaturas de suelo similares al barbecho coincidente con evaluaciones de campañas anteriores.

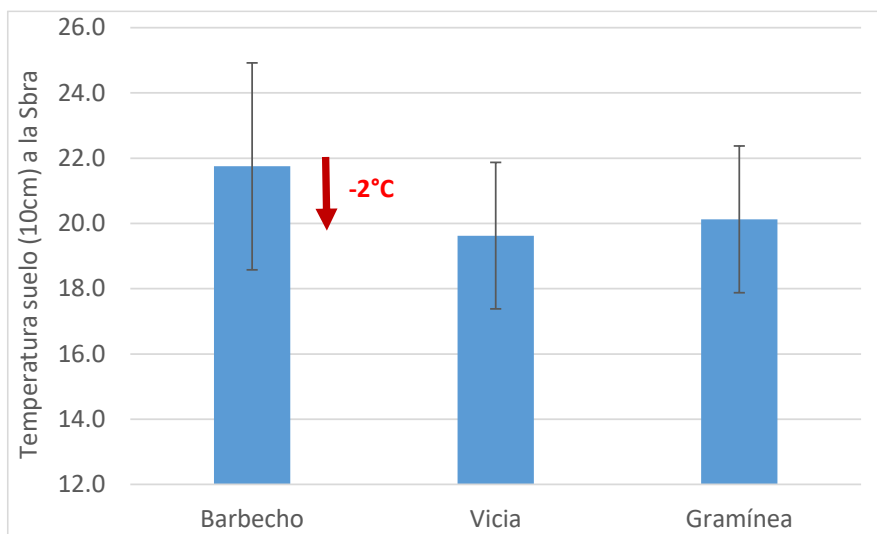


Figura 3: temperatura del suelo en los primeros 10 cm como promedio de todos los sitios al momento de la siembra del cultivo de renta para los tratamientos con cobertura y barbecho químico.

3.3) Materia seca aérea de cultivos de servicios:

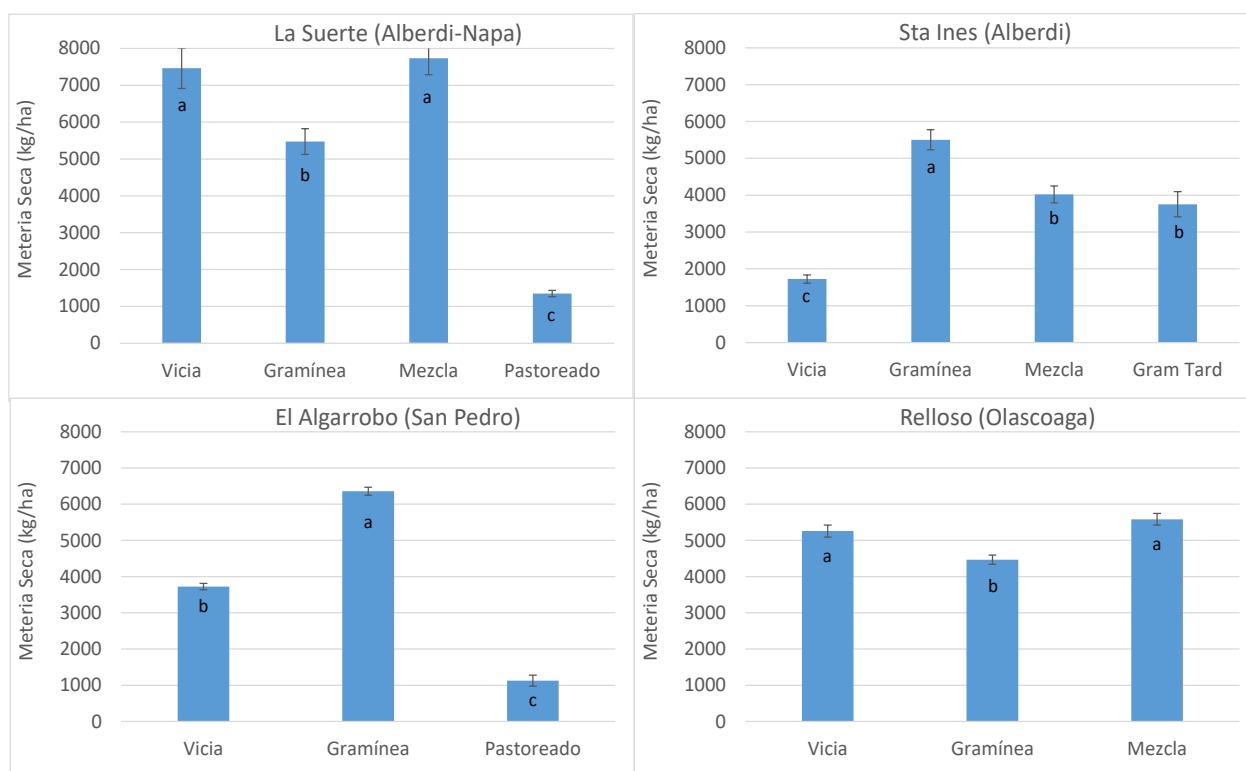


Figura 4: materia seca aérea (kg/ha) para los cultivos de servicios evaluados y sus manejos en cada sitio de evaluación.

El aporte de materia seca aérea entre sitios y tratamientos estuvo entre 4 y 8 Tn. Estos aportes se asociaron con los controles sobre malezas y con los datos medidos de agua en el perfil al momento de la siembra del CR. Los casos donde se fijó más carbono aéreo tuvieron mejor control de malezas y menos recarga del perfil al momento de la siembra del CR.

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 similar entre gramínea y vicia (130 mm).

3.4) Rendimientos Sojas 1°:

Existen diferencias entre tratamientos ($P=0.00$) en interacción con el sitio ($P=0.01$). Las sojas sobre la gramínea de cobertura rindieron igual o menos que los otros tratamientos, donde se afectó el n° granos cosechado. La pérdida de rinde promedio bajo este tratamiento fue de 260 kg (6%). Como promedio, bajo vicia y mezcla de vicia+gramínea no hubo cambios en el rendimiento (Cuadro 2) pero con fuerte interacción con el sitio (Figura 5). En el caso del CS pastoreado en La Suerte, y bajo influencia de ascenso capilar de napa que recargó el perfil hídrico a la siembra del CR alcanzó y superó los rendimientos del testigo en un ambiente de buena productividad. El otro sitio que evaluó el efecto del pastoreo de la gramínea (El Algarrobo) logró rendimientos similares al barbecho químico (Cuadro 2; Figura 5).

Tratamiento	Rinde(kg/ha)	n°granos/m2	P1000 grs	Plantas/m2	Granos/PI
Barbecho	4730 a	2562	186.6	35.7	78
Vicia	4714 a	2507	190.2	28.1	105
Mezcla	4680 a	2504	188.7	30.4	91
Gramínea	4467 b	2411	187.1	31.9	80
Probabilidad	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
DMS(5%)	97	60	2.6	2	5

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

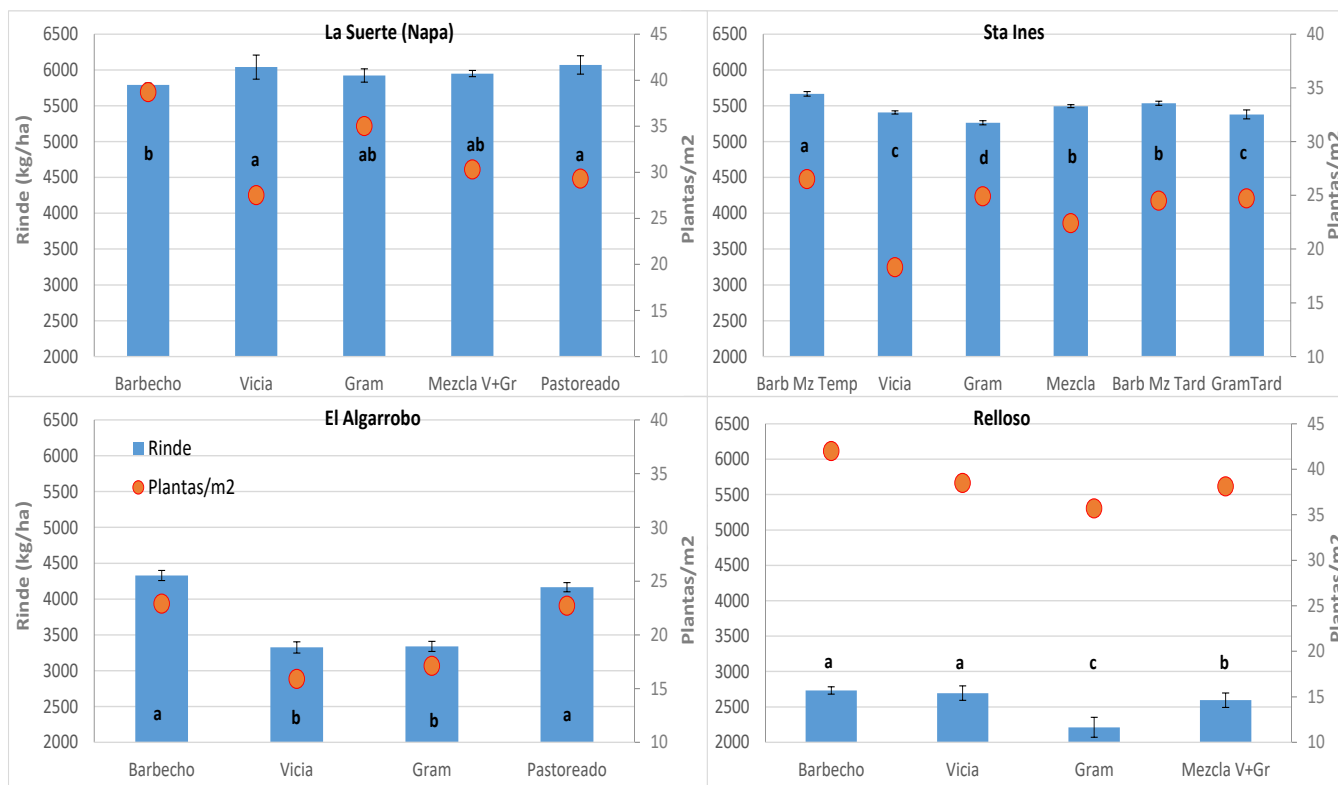


Figura 5: rendimiento (barra azul) y logro (punto rojo) de plantas del cultivo de renta sobre cada tratamiento evaluado en los cuatro sitios.

3.5) Resultados Campañas 2018-19, 19-20, 20-21 y 21-22:

Los resultados de las cuatro 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 333 kg/ha (7%), parece mantenerse en todo el rango de productividad ambiental explorado aumentando o atenuándose a medida que varía el ambiente (de 500 a 200 kg/ha). Mientras que en el caso de pastorearlos, se remueve la limitante productiva en ambientes de buena productividad (Figura 6) y no hay penalidad en rendimiento del CR. 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 las pérdidas del cultivo de renta alcanzan los 390

kg (8%), las pérdidas con vicia pura o en mezcla alcanzan los 200 kg/ha (4%) como promedio de sitios y campañas.

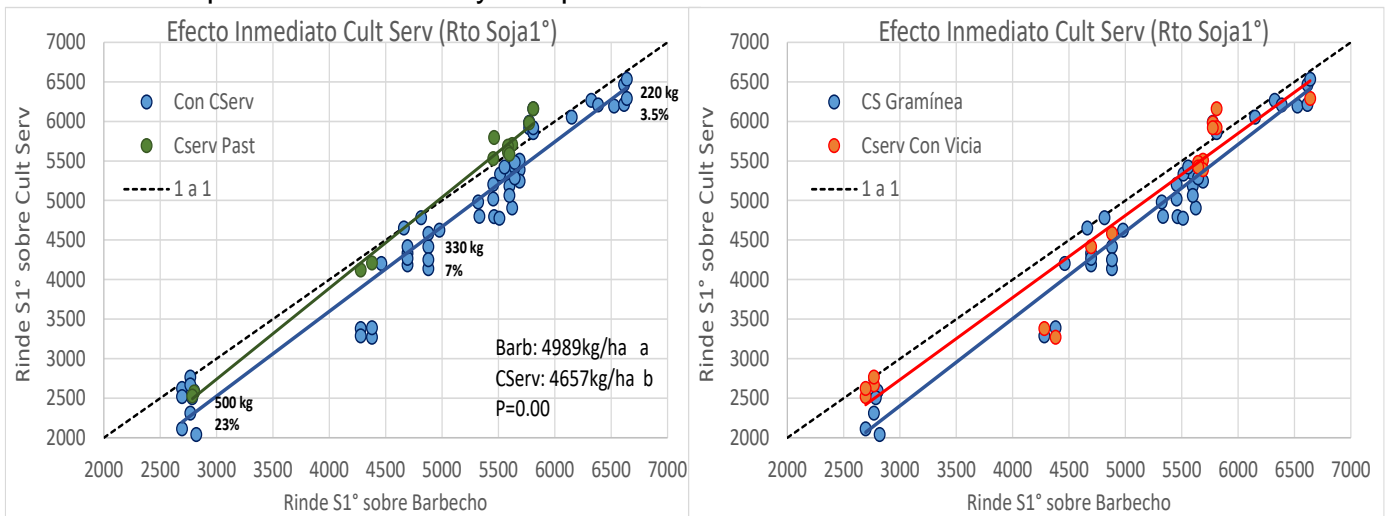


Figura 6: rendimiento de las Sojas1° sembradas sobre cultivos de cobertura en relación al rendimiento sobre barbecho. Izq) en azul todos los CS, en verde, CS pastoreado. Der) en azul gramíneas y en rojo vicia pura y vicia en mezcla con gramíneas.

Luego de evaluar rendimientos durante cuatro campañas de cultivos soja1° con y sin CS y bajo las condiciones climáticas exploradas, las pérdidas de rendimiento estarían asociadas a la suma de factores. La diferencias en el contenido hídrico inicial a la siembra de soja definida como “costo hídrico” (recarga del perfil con -33mm en P50%; Figura 7 izq) especialmente en campañas con baja recarga como la 20-21 y 21-22 sería la variable más importante (Figura 7, der). Sin embargo, el desfasaje 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 (entre 100 y 200 kg/ha)

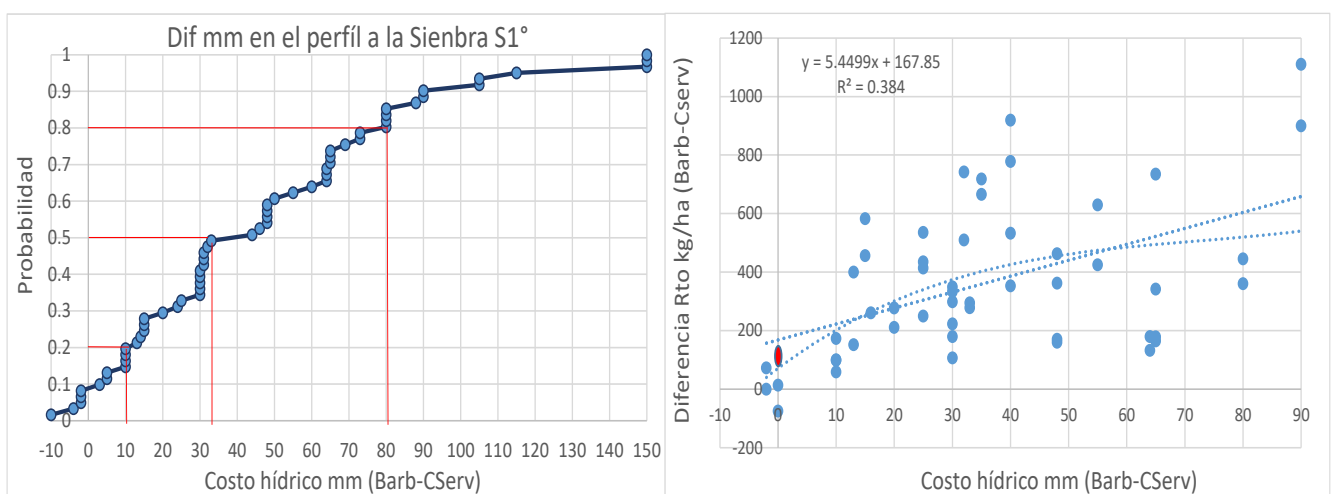


Figura 7: relación entre izq) la diferencias en mm al 1.2-1.8m de profundidad entre los tratamientos “barbecho” y “cult cobertura” al momento de la siembra de Soja 1° y, der) pérdida rendimiento soja1° en función del costo hídrico calculado como diferencia agua entre barbecho y CServ quitando casos de napa.

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.