

Los Cultivos de Cobertura como Alternativa en el Sistema de Producción Agrícola

Franco Permingeat*, Vanesa Loza, Adrián Rovea* y Ricardo Pozzi
Región CREA Sur de Santa Fe

*Contacto: francopermingeat@hotmail.com, acrovea@gmail.com

La falta de rotación con gramíneas en el sistema productivo agrícola argentino es una realidad. Los motivos son diversos, pero es la realidad y debemos hacer algo al respecto. Debemos cambiar las justificaciones por acciones concretas. Estamos convencidos que con la tecnología que contamos hoy podemos producir de manera sostenible, cuidar nuestros recursos naturales, cuidar el medioambiente y generar renta. No esperemos resultados diferentes si hacemos siempre lo mismo (Albert Einstein).

La elevada proporción de soja en el modelo productivo actual nos ha generado múltiples problemas: degradación física y química de nuestros suelos, problemas de malezas resistentes, erosión hídrica y eólica, etc. Todos somos conscientes de los resultados de la monocultura de soja.

Otro de los problemas que vemos es que la pérdida de rendimiento del cultivo de soja, por los motivos antes mencionados, ha generado, a nivel empresario, falta de capital de trabajo y pérdida de rentabilidad. Vemos en muchos casos una constante cíclica, como no gano dinero no invierto, como no invierto no aumento los rendimientos, y así se justifica la situación en la que se encuentran.

Ante este escenario, hay que armar distintas estrategias de producción para comenzar a revertir este proceso negativo. Una alternativa son los cultivos de cobertura y principalmente los cultivos de gramíneas de invierno.

Los cultivos de cobertura no son nuevos dentro de las alternativas de rotación, el saber manejarlos es clave para no fracasar en el

intento. A nuestro entender vemos que las dos claves para lograr buenos resultados son el consumo de agua y la inmovilización de nutrientes.

En el CREA Ascensión, generamos dos líneas de trabajo para revertir la falta de rotación, los cultivos de cobertura de gramíneas invernales y los maíces tardíos. Ambas técnicas nos han dado resultados muy satisfactorios en cuanto a resultados físicos (aumento de rendimientos) y económicos.

Estamos convencidos que para que una técnica progrese debe ser simple y escalable. Ambas alternativas cumplen con estas dos premisas.

Las primeras líneas de trabajo en cultivos de cobertura fueron evaluar especies invernales y el paquete tecnológico a aplicar. Primeramente, utilizamos avena o trigo como especies de invierno y la fertilización era la que utilizábamos en el cultivo de soja de primera (**Imagen 1, Tabla 1**).



Imagen 1. Desarrollo del cultivo en diferentes momentos hasta el quemado.

Tabla 1. Resultado del primer año de evaluación de cultivo de cobertura utilizando el nivel de fertilización de la soja de 1°. El cultivo se sembró con 100 kg de superfosfato simple.

Antecesor	Casos	ha	Rendimiento (qq/ha)	Diferencia
Soja 1ra	2	84	32,9	3,98
18	1	34	31,2	
19	1	50	34,5	
CC Avena	3	65	36,8	
15	1	23	37	
16	1	27	38	
17	1	15	35,5	
Total General	5	149	35,2	

El segundo año de evaluación de cultivo de cobertura se diseñaron los tratamientos con distintas dosis de nitrógeno (aplicado como urea) para evaluar la producción de materia seca del cultivo de cobertura y el impacto en el rendimiento de la soja.

El diseño fue consecuencia del resultado de la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe (CREA-IPNI-ASP). Con la Red descubrimos el impacto del reciclaje de nutrientes desde las gramíneas hacia las leguminosas. El objetivo era ver si con los cultivos de cobertura fertilizados con N-P-S se generaban resultados similares (**Imagen 2, Figuras 1 y 2**).

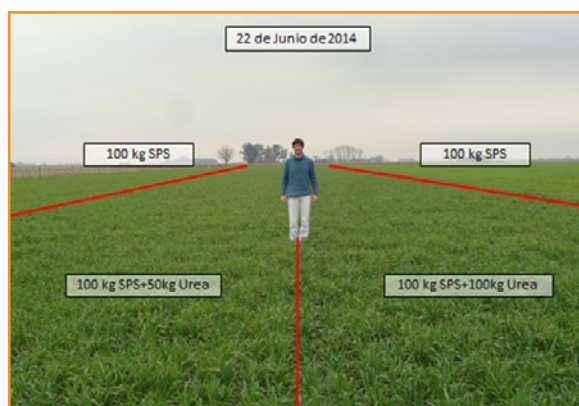


Imagen 2. De izquierda a derecha se ven los distintos tratamientos de dosis de urea incorporada a la siembra del cultivo de cobertura (avena).

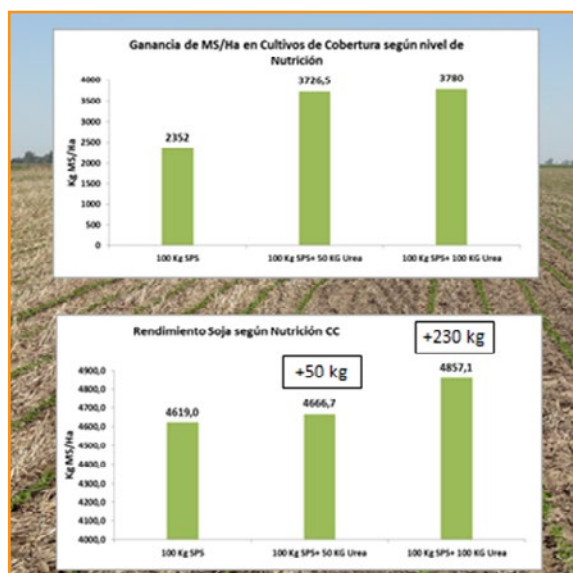


Figura 1. Campaña 14/15, Resultado del impacto de fertilizar con nitrógeno el cultivo de cobertura y la respuesta en soja 1°. Respuesta en kg de materia seca (gráfico superior) en avena y kg de soja (gráfico inferior).

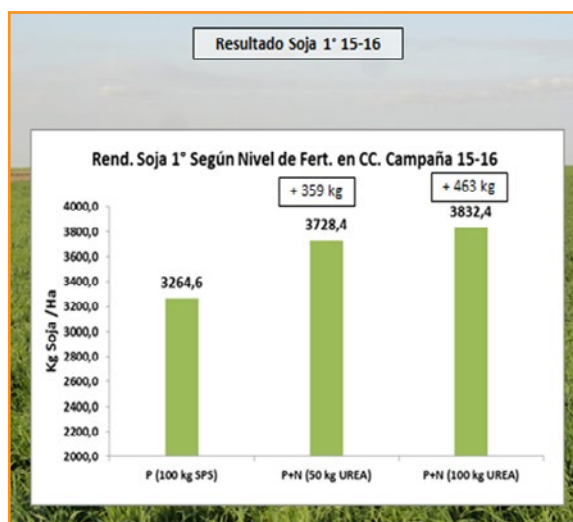


Figura 2. Campaña 15/16, Resultado del impacto de fertilizar con nitrógeno el cultivo de cobertura y la respuesta en soja 1°.

Resultados cultivos de cobertura y maíz tardío

Otras de las líneas de trabajo del CREA Ascensión es el desarrollo de tecnologías aplicadas en maíz tardío. El objetivo del trabajo es determinar diferentes paquetes tecnológicos aplicados para potenciar el rendimiento del maíz tardío y hasta donde restringirlo obteniendo pisos de rendimientos superiores a los 10 000 kg/ha.

Uno de los problemas que tiene la siembra de maíz tardío es el tiempo de barbecho desde que cosechamos la soja hasta que lo sembramos, el cuál varía entre 6 y 7 meses. Durante este período nos encontramos con problemas para manejar malezas, erosión hídrica en primavera con abundante precipitaciones y pérdida de nitratos por lixiviación. Por los motivos antes mencionados decidimos incorporar los cultivos de cobertura como antecesor del maíz tardío.

Los cultivos de cobertura se sembraron con diferentes dosis de nitrógeno para evaluar producción de materia seca y ver si tenía impacto en el rendimiento del maíz tardío. Este diseño es consecuencia del resultado de la Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe (CREA-IPNI-ASP). Queríamos ver el resultado del reciclaje de nutrientes del cultivo de cobertura hacia el maíz tardío (**Imagen 3 y 4, Figura 3, Tabla 2**).

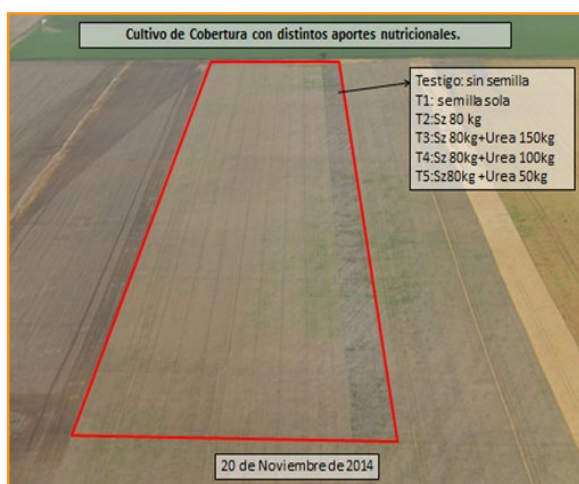


Imagen 3. Campaña 14/15, Diseño de los diferentes tratamientos en el cultivo de cobertura.

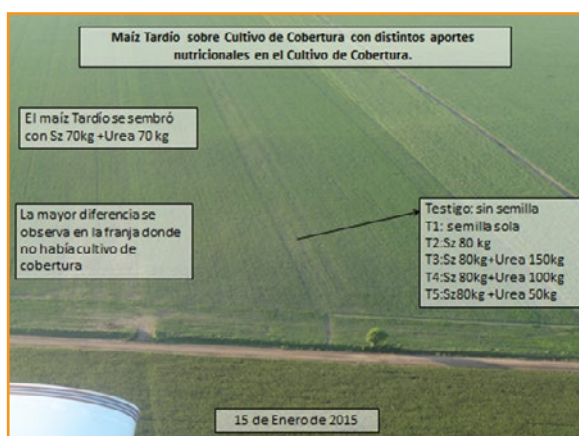


Imagen 4. Campaña 14/15, Foto aérea de maíz tardío. Se nota la franja donde no había cultivo de cobertura.

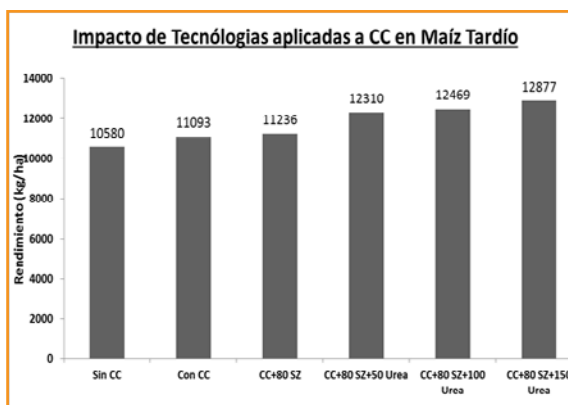


Figura 3. Rendimiento de maíz tardío en las diferentes franjas de nutrición del cultivo de cobertura. El maíz se sembró con el mismo paquete tecnológico (Sz70kg+Urea70kg).

Tabla 2. Respuesta a los diferentes tratamientos. Con y sin cultivo de cobertura, agregado de P+S y P+S con diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo de cobertura.

Orden	Tratamiento	Rendimiento	Res-puesta	
		kg/ha		
1	Sin CC	10 580		
2	Con CC	11 093	513	CC
3	CC + 80 SZn	11 236	142	P+S
6	CC + 80 SZn + 50 Urea	12 310	1075	N
5	CC + 80 SZn + 100 Urea	12 469	1234	N
4	CC + 80 SZn + 150 Urea	12 877	1641	N

Si sumamos las respuestas al agregado de 50 Kg de urea en el cultivo de cobertura, el incremento con respecto a la franja testigo (sin cultivo de cobertura) es de 1730 kg/ha.

Dados estos resultados de la campaña 14/15 en la campaña 16/17 se realizó nuevamente el ensayo de distintas dosis de N en el cultivo de cobertura y el maíz se sembró con diferentes dosis de nitrógeno de manera transversal para determinar cuál es la mejor combinación de tecnologías en el cultivo de cobertura y en el maíz tardío (**Imagen 5**).



Imagen 5. Foto aérea de las diferentes franjas de tratamiento y diseño de las franjas de tratamiento en maíz tardío.

En base a la experiencia de los últimos años con el uso de cultivos de cobertura, hemos detectado que hay dos variables muy importantes que son determinantes en el rendimiento del cultivo sucesor: una es el consumo de agua y la otra la inmovilización de nutrientes del cultivo de cobertura. Ambos factores están determinados por el momento de quemado del cultivo de cobertura. Si nos demoramos en terminar el cultivo de cobertura, consumimos más agua e inmovilizamos nutrientes. La experiencia nos marca que el mejor momento es dos nudos (Z32). De esta manera, el consumo de agua comparado con el testigo varía entre 50 y 70 mm, estos son valores observados en las diferentes campañas.

Con respecto a la inmovilización, la bibliografía nos indica que a partir de dos nudos comienza la lignificación de la planta. En la medida que

terminamos más tarde el cultivo, más nutrientes inmovilizamos y mayor consumo de agua tenemos (Tablas 3 y 4, Figura 4).

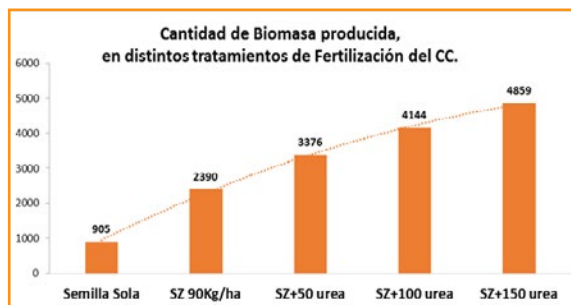


Figura 4. Biomasa del cultivo de cobertura según nivel de fertilización.

La cosecha del maíz tardío se va a realizar en los meses de junio o julio de 2017, hasta ese momento no vamos a tener los resultados de cada uno de los tratamientos y cuál es el mejor paquete tecnológico para cada una de las combinaciones. Sin embargo, aunque falte tiempo para la cosecha, ya se ven resultados visuales promisorios con respecto al estado nutricional del cultivo de maíz en cada tratamiento. Se observa un marcado déficit de nitrógeno en las parcelas con antecesor cultivo de cobertura.

Vemos que el estado nutricional del maíz sin fertilización está en mejor estado sobre la situación barbecho (Imagen 6) que sobre cultivo de cobertura (Imagen 7). Esto es así por el efecto de inmovilización de nutrientes (principalmente nitrógeno) dado por el cultivo de cobertura. Al agregar 150 kg de urea al maíz (Imagen 8), el estado nutricional del mismo mejora considerablemente.

Tabla 3. Consumo de agua para cada tratamiento y su diferencia con el testigo. (Barbecho).

Profundidad (cm)	Tratamientos					
	Barbecho	Semilla sola	CC + P	CC + P + N50	CC + P + N100	CC + P + N150
0-20	44	34	51	46	44	49
20-40	54	47	38	35	29	22
40-60	43	37	21	16	19	13
60-100	48	36	32	26	21	20
100-150	57	24	42	43	31	35
150-200	56	37	52	47	39	42
Lámina (mm)	302	215	236	213	183	181
Cap almacenaje (mm)	271	271	271	271	271	271
Hum. Rel. Actual (%)	11	79	87	79	68	67
Dif. (mm)	-	-56	-35	-58	-88	-90

Tabla 4. Kg de N en la biomasa del cultivo de cobertura.

Tratamientos	P	N	S	Zn	Biomasa verde	MS	MS	Reciclaje N
	(%)			ppm	kg/ha	%	kg/ha	
Semilla sola	0,2	2,1	0,24	25,5	4150	21,8	905	19
SZ 90	0,2	1,7	0,23	21,1	10 043	23,8	2390	41
SZ 90 + 50 urea	0,2	1,5	0,21	25,4	14 940	22,6	3376	51
SZ 90 + 100 urea	0,2	1,8	0,18	26,5	15 521	26,7	4144	75
SZ 90 + 150 urea	0,2	1,9	0,16	33,1	19 671	24,7	4859	92



Imagen 6. Maíz tardío sin cultivo de cobertura y sin fertilización de N-P-S.



Imagen 8. Maíz tardío con fertilización de N (150 kg urea)-P-S sobre cultivo de cobertura con P+S y sin N.



Imagen 7. Maíz tardío sin fertilización de N-P-S sobre cultivo de cobertura con P+S y sin N.



Imagen 9. Maíz tardío sin fertilización sobre cultivo de cobertura con N (150 kg urea)-P+S.

Siguiendo con la misma línea, mostramos 2 combinaciones donde el cultivo de cobertura está fertilizado (150 kg urea) y el maíz está sin nitrógeno (Imagen 9) y con 150 kg de urea (Imagen 10).

Lo que se ve claramente es el efecto inmovilización generado por el cultivo de cobertura. Es muy importante el manejo del nitrógeno en estos sistemas para no tener pérdidas de rendimiento.

Dentro de las funciones que nos permiten incrementar la productividad, utilizando los cultivos de cobertura, se encuentra el mejoramiento de la infiltración y la supresión de malezas problemáticas.



Imagen 10. Maíz tardío con fertilización (150 kg urea) sobre cultivo de cobertura con N (150 kg urea)-P+S.

Mejoramiento de la infiltración

Utilizando el método del infiltrómetro de disco se evaluó la capacidad de infiltración en tres tratamientos distintos: Testigo (sin cultivo de

cobertura), Cultivo de Cobertura fertilizado con P+S sin N y cultivo de cobertura fertilizado con N (150 kg urea)+P+S.

Lo que se observa con estas mediciones es el efecto positivo que tienen las gramíneas invernales sobre la infiltración (**Figura 5**). Este efecto es mayor cuando nutrimos mejor al cultivo de cobertura. La infiltración mejoró considerablemente de 16 mm/hora a 42 mm/hora solo con el agregado de cultivo de cobertura y a 58 mm/hora cuando nutrimos con 150 kg urea al mismo (**Figura 6**).

El incremento se generó en 70 días de duración del cultivo de cobertura. Este efecto tiene una correlación directa con la biomasa radicular generada por el cultivo. A mayor biomasa aérea, mayor biomasa radicular.

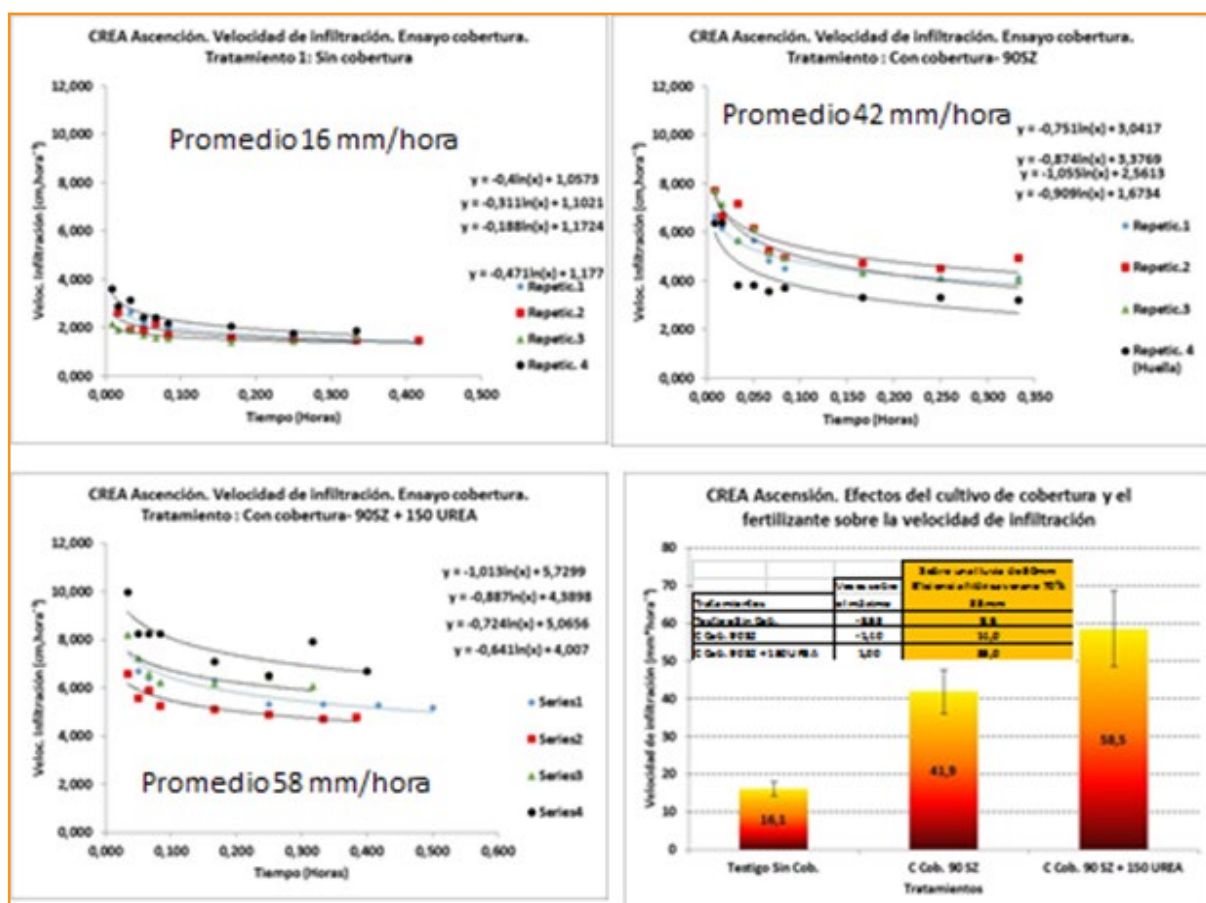


Figura 5. Velocidad de infiltración en los tratamientos Testigo (sin cultivo de cobertura), Cultivo de Cobertura fertilizado con P+S sin N y cultivo de cobertura fertilizado con N (150 kg urea)+P+S. Trabajo realizado por el Ing. Agr. Ricardo Pozzi.

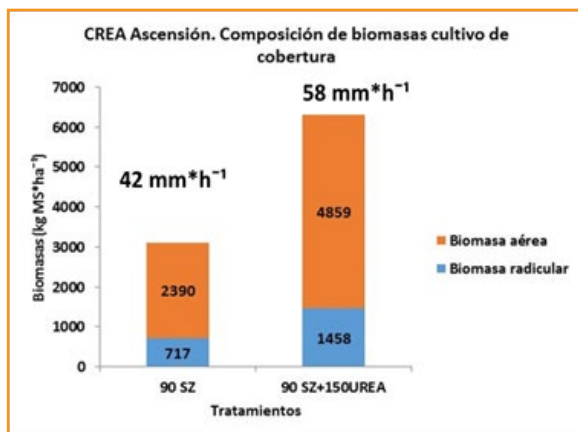


Figura 6. Biomasa del cultivo de cobertura e infiltración en tratamientos Cultivo de Cobertura fertilizado con P+S sin N y cultivo de cobertura fertilizado con N (150 kg urea)+P+S. Trabajo realizado por el Ing. Agr. Ricardo Pozzi.

Se realizaron perfiles culturales en los que se observa que, de un estado compactado del 67% sin cultivo de cobertura, se pasa a un estado de 0% compactado con cultivo de cobertura (Figura 7). Estos resultados son contundentes a la hora de enumerar los beneficios de la utilización de gramíneas invernales.

Supresión de malezas problema

La problemática de malezas se agrava año a año debido a la constante aparición de resistencia a diferentes familias químicas. Esto hace cada vez más complejo el sistema de producción e incrementa los costos, haciendo más inestable el negocio, y genera una gran dependencia de tecnología de insumos.

Por tal motivo se realizó un ensayo de herbicidas pre-emergentes en maíz tardío para evaluar el comportamiento de las distintas combinaciones y analizar el impacto del cultivo de cobertura en la dinámica de malezas problemáticas.

De la misma manera que se evaluó la dinámica de malezas invernales, también se evaluó la dinámica de malezas estivales. Los resultados son contundentes, el cultivo de cobertura tuvo un efecto depresor sobre el nacimiento de malezas invernales y estivales. En las Imágenes 11 a 13 y la Figura 8 vemos el comportamiento de Eleusine con y sin cultivo de cobertura.

Los cultivos de cobertura son una tecnología de procesos que me permite trabajar con beneficios funcionales en el sistema, integrando mejoras en la dinámica de agua en cuanto a consumo e infiltración, suprimiendo el nacimiento de malezas invernales y estivales, sumando rendimientos en los cultivos sucesores. Analizando las ventajas de esta tecnología vemos que es posible producir cuidando los recursos naturales y el medio ambiente. ●

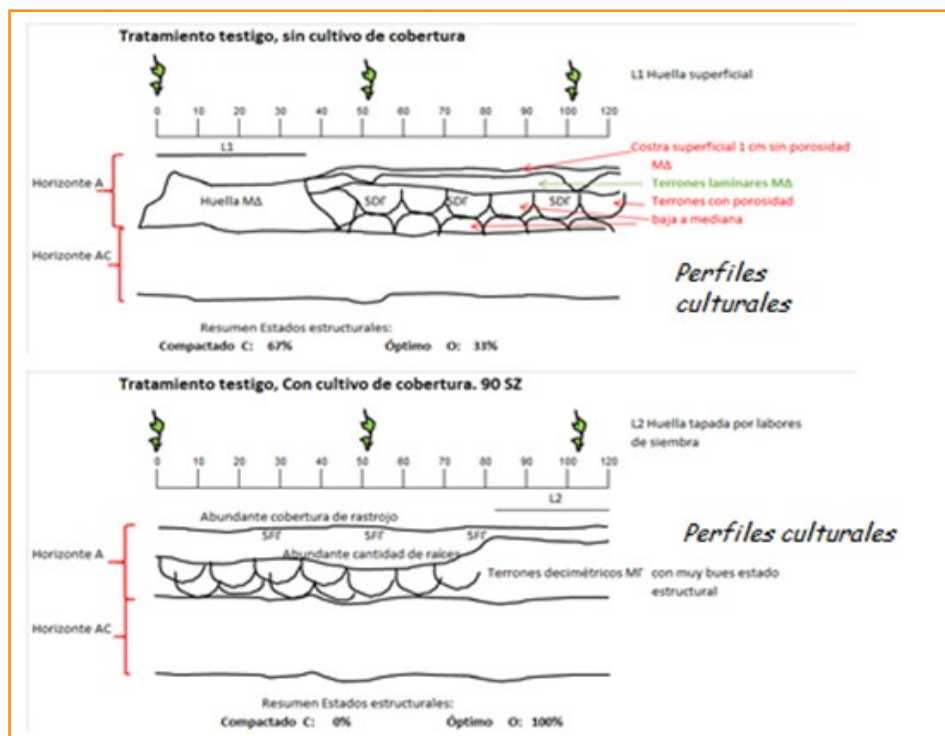


Figura 7. Perfiles culturales los tratamientos testigos y cultivo de cobertura sin N. Trabajo realizado por el Ing. Agr. Ricardo Pozzi.

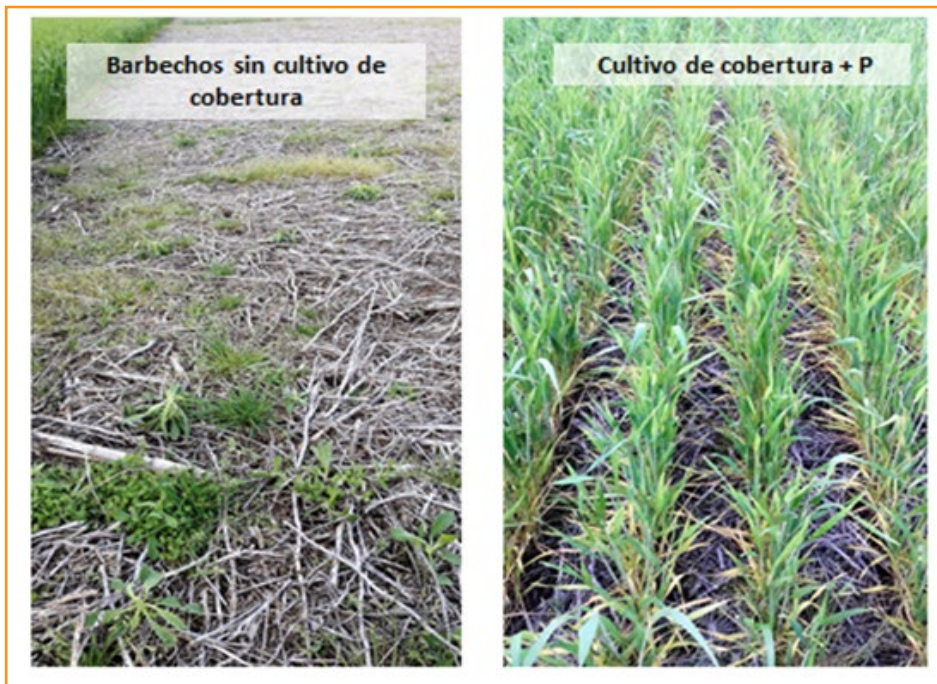


Imagen 11. Impacto del cultivo de cobertura de trigo en la dinámica de malezas invernales.

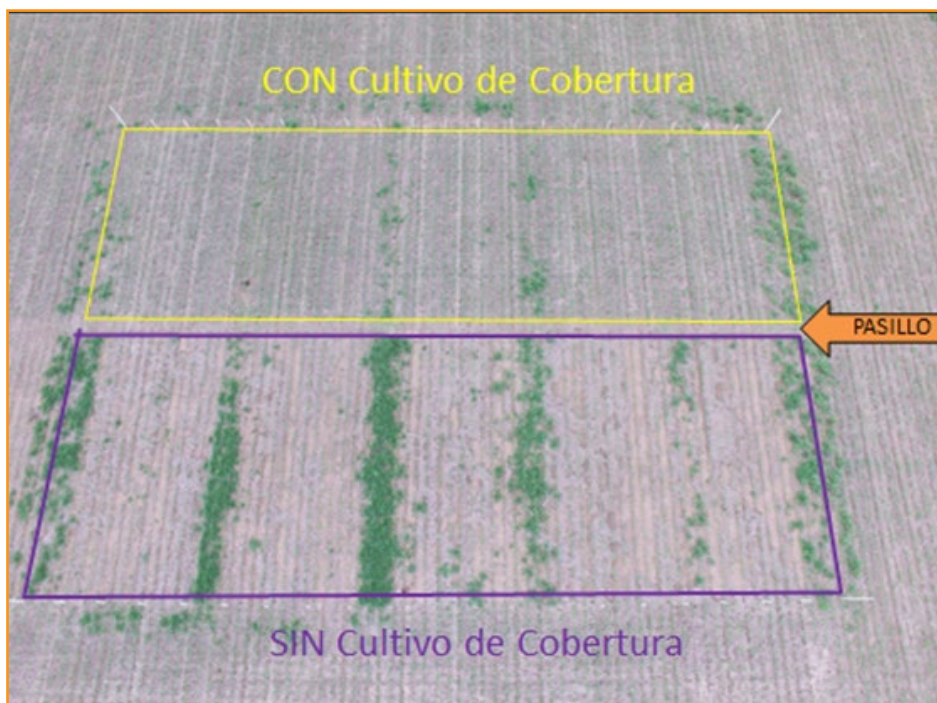


Imagen 12. Foto aérea de la dinámica de Eleusine en las franjas testigo (sin herbicidas pre-emergentes) con y sin cultivo de cobertura.

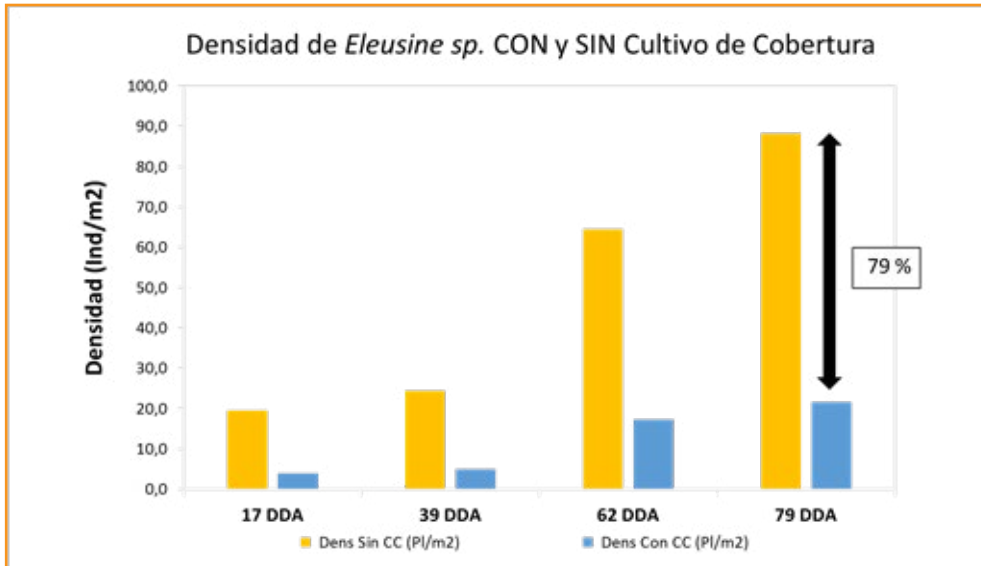


Figura 8. Medición de densidad de *Eleusine* con y sin cultivo de cobertura. Se nota el efecto depresor del cultivo de cobertura.

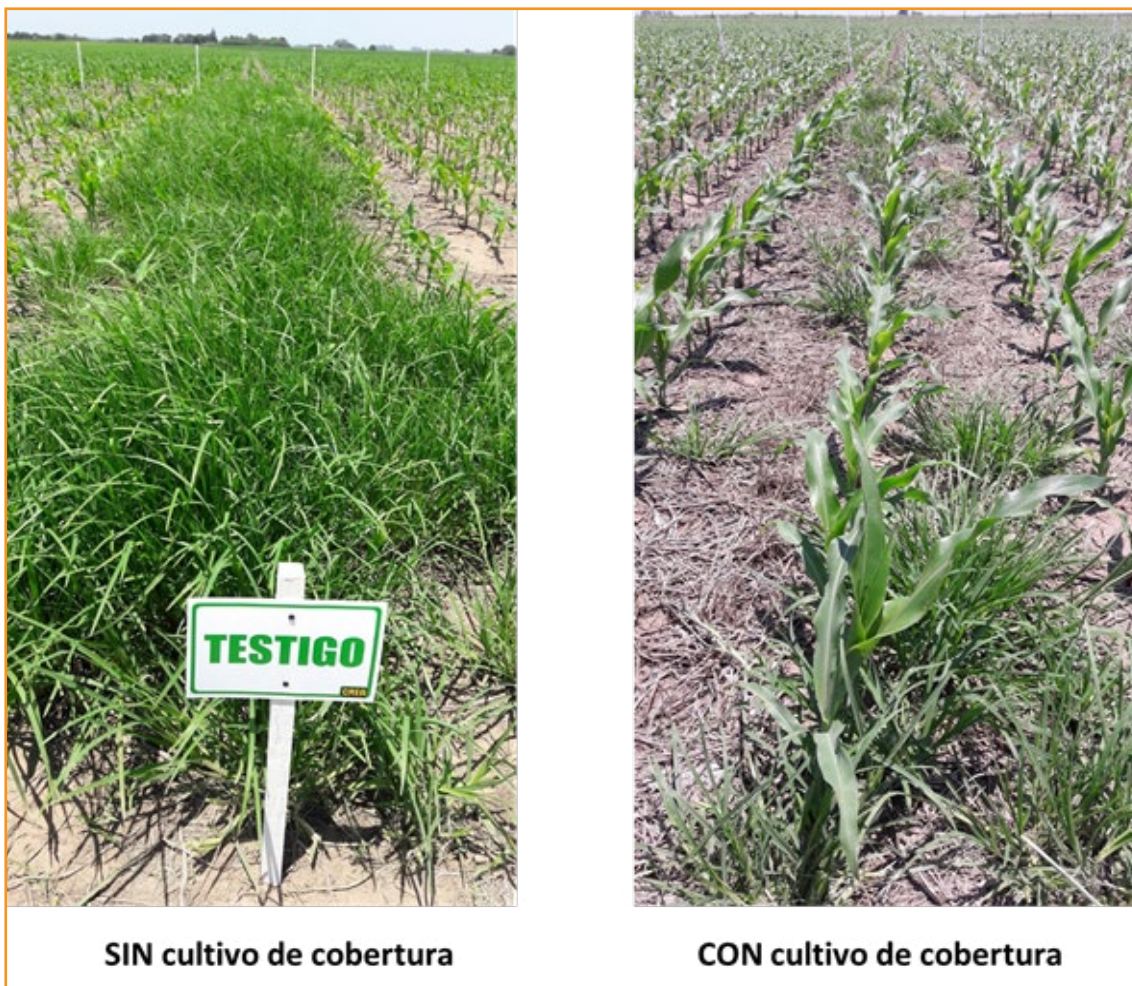


Imagen 13. Imagen de la dinámica de *Eleusine spp.* con y sin cultivo de cobertura.