

ROTACIONES DE CULTIVOS EN SIEMBRA DIRECTA PRODUCCION DE SOJA CON DIFERENTES ANTECESORES

Lucrecia Manso y Horacio Forján
manso.lucrecia@inta.gob.ar

Resumen

La siembra directa (SD) como sistema de producción sustentable tiene en la rotación de cultivos una de las herramientas más importantes y válidas para mejorar el funcionamiento de los agroecosistemas. El ensayo de rotaciones en SD de la CEI Barrow permite evaluar distintas alternativas de secuencias de cultivos, su efecto sobre la producción de los cultivos, dinámica de la población de malezas, enfermedades, plagas y sobre las propiedades del suelo en siembra directa continua. Se pretende detectar las ventajas y limitantes de cada rotación elaborando alternativas o propuestas mejoradas.

Introducción

La adopción de la SD en la región presentó una serie de interrogantes vinculados con los diferentes procesos que intervienen cuando es implementada. Con el objetivo de generar conocimientos y criterios técnicos que permitan definir estrategias de manejo para optimizar el funcionamiento del sistema dentro de los diferentes ambientes edafoclimáticos regionales, se inició en 1998 el ensayo bajo SD en la Chacra Experimental Integrada Barrow.

Materiales y métodos

El ensayo se estableció sobre un suelo Paleudol petrocálcico (limitado por tosca a los 50 cm), con 4 repeticiones y 5 secuencias de cultivos. Se considera como un ciclo de rotación la secuencia de cultivos durante 6 años (Tabla 1). En el presente trabajo se informan los resultados obtenidos en la campaña 2014-2015, en la cual, en los 5 tratamientos correspondió la siembra de soja. En el caso de las secuencias 1 a 4, se trató de soja de primera sobre diferentes antecesores: sorgo, pastura, colza y avena-vicia como cultivo de cobertura y pastoreada, respectivamente. En cambio, en la secuencia 5 se trata de soja de segunda sobre cebada, aunque no se logró la implantación debido a la marcada sequía. En la tabla 2 se detallan fecha de siembra y cosecha, variedad, densidad, fertilización y herbicidas aplicados. Se determinó producción de biomasa en diferentes estadios fenológicos, rendimiento, porcentaje de proteína y de materia grasa en grano. En cada determinación se tuvieron en cuenta las dosis de nitrógeno aplicadas al cultivo antecesor con el objetivo de evaluar un posible efecto residual sobre la soja (tabla 2).

Tabla 1: Secuencia de cultivos empleados desde 1998 para cada tratamiento bajo SD, durante 3 ciclos.

Secuencia	CICLO 1					
	Año 1 1998	Año 2 1999	Año 3 2000	Año 4 2001	Año 5 2002	Año 6 2003
1 Agrícola conservacionista	MAIZ	GIRASOL	TRIGO	MAIZ	GIRASOL	TRIGO
2 Mixto: rotación con pasturas (sin verdeos)	SOJA	TRIGO	PASTURA	PASTURA	PASTURA	TRIGO
3 Agrícola de invierno (para suelos limitados)	GIRASOL	TRIGO	GIRASOL	TRIGO	GIRASOL	TRIGO
4 Mixto: tradicional con verdeos.	TRIGO	AV/GIRASOL	TRIGO	AV/GIRASOL	TRIGO	TRIGO
5 Agrícola intenso	TRIGO	AV/SOJA	CZ/SOJA	CEB/SOJA	TRIGO/SOJA	TRIGO
Secuencia	CICLO 2					
	Año 1 2004	Año 2 2005	Año 3 2006	Año 4 2007	Año 5 2008	Año 6 2009
1 Agrícola conservacionista	GIRASOL	TRIGO	SORGO	TRIGO	SOJA	TRIGO
2 Mixto: rotación con pasturas (sin verdeos)	SOJA	CZ/SOJA	TRIGO	SORGO	SOJA	TRIGO
3 Agrícola de invierno (para suelos limitados)	CZ/SOJA	TRIGO	CEB/SOJA	CZ/SOJA	CEB/SOJA	TRIGO
4 Mixto: tradicional con verdeos.	Av Vi/GIRASOL	TRIGO	Av Vi/GIRASOL	TRIGO	Av Vi/SOJA	TRIGO
5 Agrícola intenso	SOJA	CEB/SOJA	CZ/SOJA	CEB/SOJA	CZ/SOJA	TRIGO
Secuencia	CICLO 3					
	Año 1 2010	Año 2 2011	Año 3 2012	Año 4 2013	Año 5 2014	Año 6 2015
1 Agrícola conservacionista	SORGO	GIRASOL	TRIGO	SORGO	SOJA	TRIGO
2 Mixto: rotación con pasturas (sin verdeos)	TRIGO c/ PAST	PASTURA	PASTURA	PASTURA	PAST/SOJA	TRIGO
3 Agrícola base oleaginosa	SOJA	CZ/SOJA	SOJA	CZ/SOJA	SOJA	TRIGO
4 Mixto: tradicional con verdeos (cultivo de cobertura)	Av Vi/GIRASOL	TRIGO	Av Vi/GIRASOL	TRIGO	Av Vi/SOJA	TRIGO
5 Agrícola intenso	SOJA	CEB/SOJA	TRIGO	SOJA	CEB/SOJA	TRIGO

Tabla 2: Detalle de los tratamientos empleados en las 5 secuencias, durante la campaña 2014/15

Secuencia	1	2	3	4	5
Antecesor	sorgo	pastura	colza	avena-vicia	cebada
Barbecho químico	2,5 l.ha ⁻¹ glifosato en octubre	2 l.ha ⁻¹ glifosato en septiembre	2 l.ha ⁻¹ glifosato en marzo, julio y septiembre	2,5 l.ha ⁻¹ glifosato en septiembre	
Fecha de siembra	12-11	12-11	12-11	12-11	29-12
Variedad	Nidera NS 4009	Nidera NS 4009	Nidera NS 4009	Nidera NS 4009	SY 3X5 RR
Densidad	280000 pl.ha ⁻¹	280000 pl.ha ⁻¹	280000 pl.ha ⁻¹	280000 pl.ha ⁻¹	280000 pl.ha ⁻¹
Pulverización	2,5 l.ha ⁻¹ glifosato en diciembre	2,5 l.ha ⁻¹ glifosato en diciembre	2,5 l.ha ⁻¹ glifosato en diciembre	2,5 l.ha ⁻¹ glifosato en diciembre	
Fertilización nitrogenada antecesor	0, 140 y 280 kg.ha ⁻¹ urea (0, 1 y 2N)	0 kg.ha ⁻¹ urea (0N)	0, 140 y 280 kg.ha ⁻¹ urea (0, 1 y 2N)	0 y 140 kg.ha ⁻¹ urea (0 y 1N)	0, 140 y 280 kg.ha ⁻¹ urea (0, 1 y 2N)
Fecha de cosecha	29-4	29-4	29-4	29-4	

Resultados

Se realizó el seguimiento de la humedad en el perfil del suelo para todas las situaciones durante el ciclo del cultivo. En la figura 1 se grafica la misma para 4 profundidades. En algunas fechas de muestreo, se observaron diferencias en la disponibilidad hídrica entre tratamientos, lo que puede explicar algunas de las variaciones que se produjeron en materia seca en R5 y rendimiento.

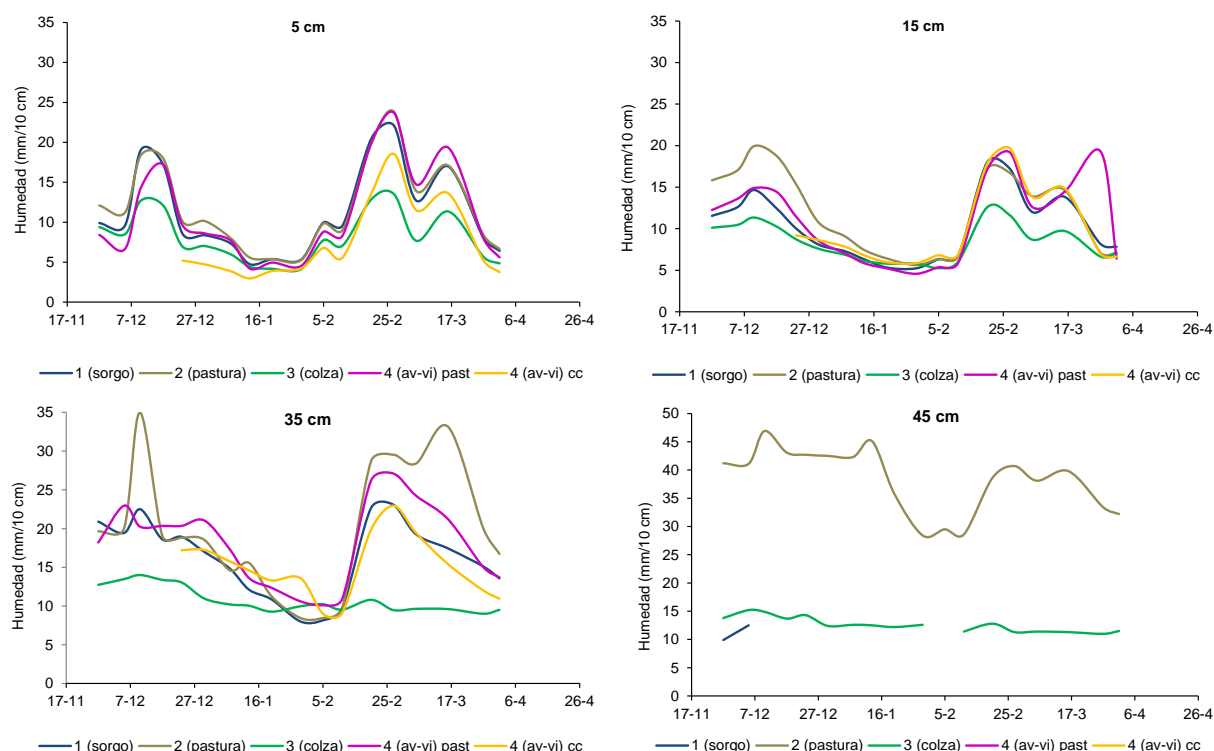


Figura 1: Humedad a diferentes profundidades de suelo durante el ciclo del cultivo de soja sobre distintos antecesores.

La producción de biomasa en R1 (comienzo de floración) no difirió entre las secuencias evaluadas (figura 2). En R5, plena floración (figura 3), el cultivo de soja proveniente de avena-vicia como cultivo de cobertura (CC) presentó mayor producción de biomasa verde que la secuencia con antecesor colza. En cambio, no hubo diferencias cuando se registró el peso seco.

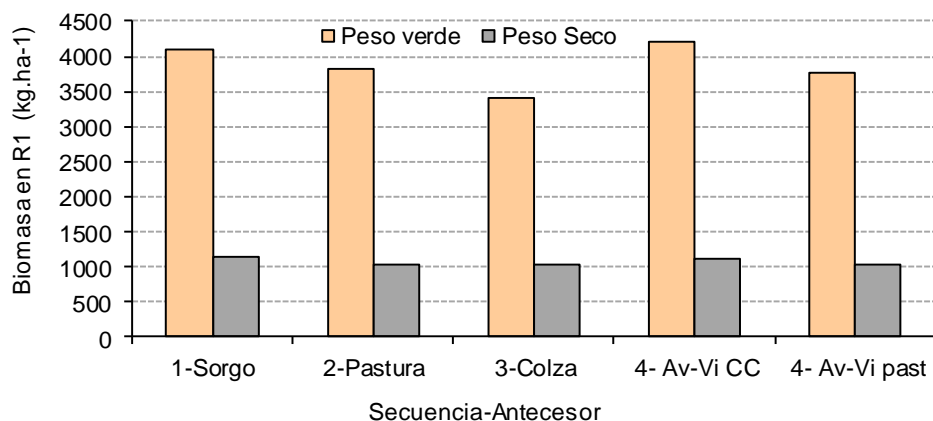


Figura 2: Producción de biomasa del cultivo de soja (peso seco y peso verde) a principio de floración, para las secuencias evaluadas, con distintos antecesores (Peso verde: DMS=1335,31, CV= 22,44; peso seco: DMS= 356.71, CV=21,58).

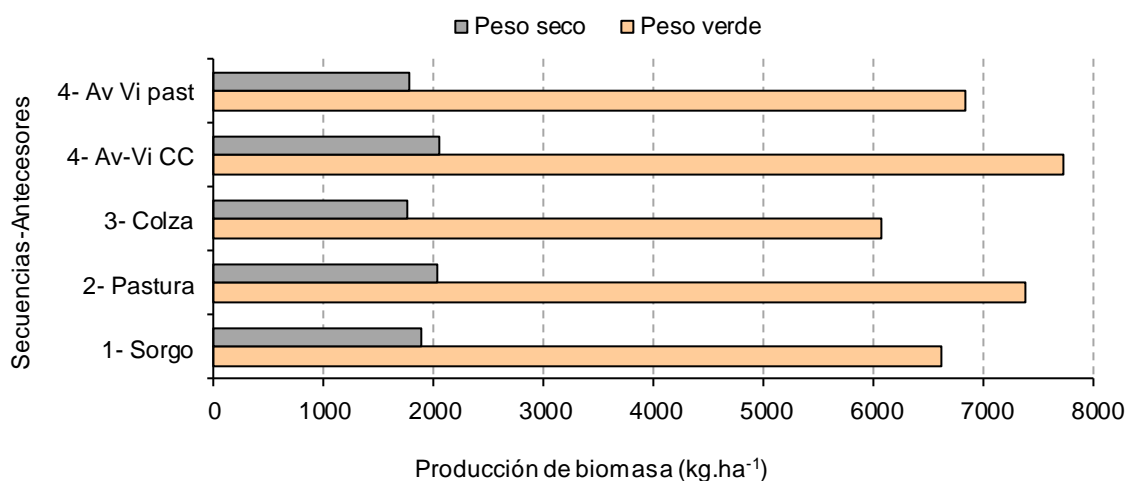


Figura 3: Producción de biomasa del cultivo de soja (peso seco y peso verde) en plena floración, para las secuencias evaluadas, con distintos antecesores. (Peso verde: DMS=1554,91, CV= 14,58; peso seco: DMS= 425.76, CV=14,55).

Cuando se analizó el rendimiento de soja según el antecesor, para cada dosis de nitrógeno aplicada al mismo, sólo hubo diferencias con la dosis de nitrógeno "1N" (tabla 3), obteniéndose menor rendimiento en la soja procedente de colza respecto a aquellas cuyos antecesores fueron avena-vicia como cultivo de cobertura o sorgo.

Tabla 3: Rendimiento de soja según fertilización nitrogenada aplicada al cultivo antecesor.

Secuencia-Antecesor	Fertilización nitrogenada antecesor		
	0N	1N	2N
1-Sorgo	2208,3	2032,0	2189,08
2-Pastura	1999,5		
3- Colza	2140,1	1802,6	1890,58
4- Av-vi CC	1977,1	2197,2	
4-Av-vi pastoreado	2129,0	1993,5	
Media	2090,8	2006,3	2039,8
DMS 5% Fisher	437,09	218,41	930,69
CV (%)	13,57	6,81	20,28

Los rendimientos de soja en ninguna de las secuencias (1, 3 y 4) presentaron diferencias debidas a la dosis de nitrógeno aplicada al antecesor (tabla 4)

Tabla 4: Rendimiento de soja para las diferentes secuencias, según fertilización nitrogenada aplicada al cultivo antecesor.

Secuencia-Antecesor	Fertilización antecesor	Rendimiento soja (kg.ha ⁻¹)	DMS	CV
1- Sorgo	0N	2208,3	199,04	5,37
	1N	2032,0		
	2N	2189,1		
3- Colza	0N	2140,1	727,63	21,6
	1N	1802,6		
	2N	1890,6		
4- Avena-vicia Cultivo de cobertura	0N	1977,1	291,58	6,21
	1N	2197,2		
4- Avena-vicia pastoreada	0N	2129,0	320,38	6,91
	1N	1993,5		

*Las dosis aplicadas a los cultivos antecesores fueron: N1= 65; N2= 130 kg.ha⁻¹ de N

El porcentaje de proteína en grano y el contenido de materia grasa no variaron con la fertilización nitrogenada aplicada al antecesor, en ninguna de las secuencias que se evaluaron (tabla 5).

Tabla 5: Contenido de proteína y materia grasa en grano en cada secuencia, según las dosis de fertilizante nitrogenado aplicado al antecesor del cultivo de soja.

Secuencia-Antecesor	Fertilización antecesor	Proteína (%)	DMS	CV	Materia grasa (%)	DMS	CV
1- Sorgo	0N	34,63	0,648	1,09	18,53	0,568	1,78
	1N	34,58			18,68		
	2N	34,00			18,25		
3- Colza	0N	34,90	0,922	0,92	18,73	0,837	2,55
	1N	34,90			19,25		
	2N	35,40			19,05		
4- Avena-vicia Cultivo de cobertura	0N	34,63	0,557	0,72	18,10	0,129	0,32
	1N	34,60			18,00		
4- Avena-vicia pastoreada	0N	34,75	1,959	2,52	18,13	0,225	0,55
	1N	34,28			18,13		

Cuando se compararon las diferentes secuencias para cada dosis de N (tabla 6), se observaron diferencias significativas en el porcentaje de materia grasa a favor de la secuencia con antecesor colza en el caso del testigo sin fertilizar y con la dosis "1N". La secuencia 4, ya sea con el antecesor avena-vicia pastoreada o como CC, presentó los menores porcentajes de materia grasa. Con fertilización "2N" la soja siguiente al cultivo de colza presentó mayor porcentaje de proteína que aquella cuyo antecesor fue sorgo.

Tabla 6: Porcentaje de proteína y materia grasa para las distintas dosis de fertilizante nitrogenado aplicadas al cultivo antecesor.

Secuencia-Antecesor	Proteína (%)			Materia grasa (%)		
	Fertilización nitrogenada antecesor			Fertilización nitrogenada antecesor		
	0N	1N	2N	0N	1N	2N
1-Sorgo	34,63	34,58	34,00	18,53	18,68	18,25
2-Pastura	34,13			18,13		
3- Colza	34,90	34,90	35,40	18,73	19,25	19,05
4- Av-vi CC	34,63	34,60		18,10	18,00	
4-Av-vi pastoreado	34,75	34,28		18,13	18,13	
Media	34,61	34,59	34,70	18,32	18,52	18,65
DMS 5% Fisher	0,852	1,079	0,811	0,548	0,681	1,638
CV (%)	1,6	1,95	1,04	1,94	2,3	3,9

Consideraciones finales

En producción de materia seca de la biomasa, tanto en R1 como en R5, el cultivo de soja resultó indiferente al efecto del cultivo antecesor y dentro de estos a las distintas dosis de nitrógeno que habían sido aplicadas en los mismos el año previo. Esto se dio a pesar que la disponibilidad hídrica varió a lo largo del ciclo del cultivo por efecto del manejo previo y el antecesor.

En rendimiento de grano, se manifestó nuevamente la indiferencia al efecto antecesor cuando se analizaron las secuencias sin N del cultivo previo. Solamente se registraron diferencias para los tratamientos con sorgo y cultivo de cobertura como antecesor con respecto a colza para la dosis 1N en el cultivo previo, favorecido, quizás, por una mayor disponibilidad nutricional en esos casos. También ocurrió algo similar con 2N aunque las diferencias no llegaron a ser significativas.

El porcentaje de proteína en grano no varió con las diferentes dosis de N aplicadas al cultivo antecesor. Solamente se observó diferencia en 2N a favor del valor presentado por soja sobre antecesor cultivo de cobertura

con respecto al antecesor sorgo, posiblemente porque la mayor biomasa de éste requirió más N que las bacterias inmovilizaron para descomponer su rastrojo.

En materia grasa se mantuvo la misma tendencia que para proteína, resultando indiferente a las distintas dosis de N aplicadas a los cultivos previos. Cuando se compararon las secuencias, la soja sobre antecesor colza presentó un mayor porcentaje con respecto a cultivo de cobertura en 0N y 1N, y sobre antecesor sorgo en 2N.

Para las condiciones en que fue realizado este ensayo, en general, el cultivo de soja no mostró variaciones debidas al cultivo antecesor en ninguno de los parámetros analizados. Solamente existieron algunas diferencias cuando interactuó este parámetro con la fertilización nitrogenada en el cultivo previo.

