Cultivos de cobertura Post - Maní

Una alternativa para mantener la sustentabilidad de los suelos en el territorio del sud oeste de Córdoba. Informe Final

Ing. Agr. Juan Cruz Colazo 1 e Ing. Agr. Marcela Iris Genero 2

EEA INTA Villa Mercedes San Luis y 2- AER INTA Huinca Renanco Cordoba



Secretaría de Agroindustria





INDICE

INDICE	2
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
MATERIALES & MÉTODOS	5
RESULTADOS & DISCUSIÓN	9
DISCUSIÓN GENERAL	16
CONCLUSIONES	19
AGRADECIMIENTOS	19
BIBLIOGRAFÍA	19
ANEXO	21

RESUMEN

En el Sudoeste de Córdoba los sistemas ganaderos o mixtos han sido reemplazados por sistemas de agricultura continua, basados principalmente en cultivos estivales. Entre éstos, el maní tiene una importante participación. Esta simplificación en los sistemas ha incrementado el riesgo de erosión, debido a los cambios en la dinámica de la cobertura vegetal y la mayor remoción del suelo. Es por ello que el objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el control de la erosión eólica en diferentes ambientes del Sudoeste de Córdoba y con diferentes variantes tecnológicas para la implantación de cultivos de cobertura. A lo largo de tres años (2015-2017) se evaluó la implantación y producción de biomasa de diferentes alternativas de cultivos de cobertura: implantación al voleo previo al arrancado, implantación aérea previo a la cosecha, y siembra en línea luego de la misma. Para ello se evaluaron tres sitios en Huinca Renancó y uno en las cercanías de Villa Valeria. Para comparar las tasas de erosión eólica se instalaron parcelas de medición de 1 ha en cada tratamiento. La emergencia de los cultivos de cobertura varió entre 26 y 212 pl m⁻². Durante las campañas 2015-2016 fueron mayores las implantaciones cuando el CC fue sembrado luego de la cosecha que cuando la implantación fue al voleo luego del arrancado. Sin embargo durante la campaña 2017 estos resultados fueron inversos. La producción de materia seca varió entre 120 y 6200 kg ha⁻¹. La producción media de materia seca de CC_V fue mayor que la de CC_L en los sitios en donde se compararon ambos tratamientos (3869 vs. 2052 kg ha⁻¹). En general, se observa que la siembra en línea luego de la cosecha generó niveles de producción de materia seca similares a la alternativa del voleo luego del arrancado cuando estas se realizaron hasta la primera semana de julio. La erosión relativa varió entre 121 y 12%, con una media de 49%. Esto significa que en promedio el cultivo de cobertura redujo un 50% la erosión eólica frente a una situación sin cobertura. En general, los valores más altos de ER se registraron en el primer periodo de medición, correspondiente con las primeras etapas de implantación del cultivo, durante los meses de invierno (julio-agosto). La ER de este período de las aplicaciones al voleo (aérea incluída) fue del 72%, mientras que en las siembras luego de la cosecha fue de 103%, lo que implica valores cercanos al testigo. A partir de septiembre los valores son 23 y 25%, para implantaciones al voleo y para siembras luego de la cosecha.

INTRODUCCIÓN

En el Sudoeste de Córdoba los sistemas ganaderos o mixtos han sido reemplazados por sistemas de agricultura continua, basados principalmente en cultivos estivales. Entre éstos, el maní tiene una importante participación. Esta simplificación en los sistemas ha incrementado el riesgo de erosión, debido a los cambios en la dinámica de la cobertura vegetal y la mayor remoción del suelo. La predominancia de los suelos arenosos, la alta frecuencia de fuertes vientos y la gran variabilidad de las precipitaciones determinan que la erosión eólica sea la predominante (Cisneros et al., 2015). El riesgo a la misma se incrementa debido a la ausencia de un cultivo invernal, el cual asegura cobertura durante la primavera, época en la cual los vientos son más intensos (Mendez & Buschiazzo, 2015). Por lo tanto, la implantación de cultivos de cobertura (CC) de ciclo invernal sería una de las tecnologías más adecuadas para el control de la erosión (Colazo & Buschiazzo, 2010).

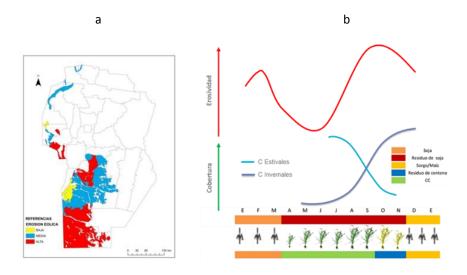


Figura 1. A) Riesgo de erosión en la provincia de Córdoba (Cisneros et al., 2015), b) Evolución de la cobertura y las condiciones de erosividad eólica en la región central de Argentina (Elaboración propia).

El análisis de la inclusión de CC principalmente luego del cultivo de soja ha mostrado que esta práctica es factible (Álvarez et al., 2013). Sin embargo, la imprevisibilidad y la variabilidad de las precipitaciones otoñales y el largo tiempo insumido entre operaciones de cosecha del maní, hacen que la probabilidad de implantar un CC sea baja en esa región. Sin embargo, no existen antecedentes que permita entender la eficiencia de control de esta práctica en función de la variabilidad edáfica y climática del sudoeste de Córdoba, así como también las diferentes alternativas tecnológicas de esta práctica.

Objetivo general

El objetivo del siguiente trabajo general del trabajo fue evaluar el control de la erosión eólica en diferentes ambientes del Sudoeste de Córdoba y con diferentes variantes tecnológicas para la implantación de cultivos de cobertura.

Objetivos específicos

- 1. Evaluar la implantación, producción de biomasa y la eficiencia de control de la erosión eólica de un centeno implantando al voleo previo al arrancado de maní durante la campaña 2015 en Huinca Renancó.
- 2. Comparar la implantación, producción de biomasa y la eficiencia de control de la erosión eólica de un centeno implantado al voleo previo al arrancando y otro sembrado en línea luego de la cosecha de maní durante la campaña 2016 en Villa Valeria y en Huinca Renancó.
- 3. Comparar la implantación, producción de biomasa y eficiencias de control de tres alternativas de implantación de cultivos cobertura luego del maní: a) implantación aérea previo a la cosecha, b) implantación al voleo y c) siembra en línea posterior a la cosecha de maní durante la campaña 2017 en Huinca Renanco.

MATERIALES & MÉTODOS

Metodología general.

Para la medición de erosión eólica en cada tratamiento se cuantificó el material erosionado en una parcela de 1 ha compuesta por 4 mástiles con 3 colectores Big Spring Number Eigth (BSNE) dispuestos a 0,135 m, 0,500 m y 1,500 m de altura (Figura 2).



Figura 2. Mástil con colectores BSNE.

Los niveles de erosión eólica fueron relativizados y estimados según la ecuación 1.

$$ER = \frac{cc}{sc} \times 100$$
 Ec. 1

Donde ER es la erosión eólica relativa, sC es la sumatoria del sedimento recolectado en todos los colectores en el tratamiento sin cultivo de cobertura y CC es la sumatoria del sedimento recolectado en la parcela con cultivo de cobertura. Cuanto más cercano a cero es este valor, más eficiente es la práctica (Colazo et al., 2018).

Metodología para evaluar el Objetivo 1.

El ensayo se realizó 20 km al norte de la localidad de Huinca Renancó. El suelo corresponde al complejo de series E23/1, constituido en un 90% por la serie El veintitrés (E23) y en un 10 % por la serie Huinca Renancó (HR). E23 es un Haplustol Éntico franco arenoso que ocupa las medias lomas y HR es un Ustipsament Típico, habitualmente presente en la cresta de las lomas. En cada serie se cuantificó la fracción erosionable por el viento usando un tamiz rotativo (Zobeck *et al*, 2003). Se dispusieron dos tratamientos: a) sin cultivo de cobertura (sC) y, b) con cultivo de cobertura (CC). El cultivo de cobertura fue centeno y se sembró el 8 de

mayo de 2015 al voleo pre-arrancado del cultivo de maní, en macro-parcelas de 3,6 ha cada una.

Al momento de la siembra del cultivo se tomaron muestras compuestas cada 20 cm de profundidad y hasta los 60 cm para caracterizar el contenido de materia orgánica, nitrógeno total, conductividad eléctrica, fósforo disponible y nitratos utilizando técnicas estándares. A la siembra se determinó el porcentaje de cobertura, cantidad de rastrojo (kg ha⁻¹) y el agua disponible en el perfil del suelo hasta los dos metros de profundidad (mm). A la emergencia del cultivo se realizó el recuento de plántulas, mientras que a los 106 días después de la siembra (DDS) (24/08) y a los 148 DDS (05/10) se estimó la materia seca aérea (kg ha⁻¹), mediante tres cortes aleatorios sobre una superficie de 0,25 m², y la radiación interceptada (%) por el centeno mediante una barra de intercepción de luz. Las parcelas de medición se instalaron 15 días luego del arrancado del maní. El sedimento fue recolectado al momento de la cosecha del maní y a los 108 DDS y 148 DDS del CC.

Metodología para evaluar el Objetivo 2

El estudio se realizó en dos sitios, el primero ubicado en las cercanías de la localidad de Huinca Renancó (HR; -34,68°; -64,37°) y el segundo cercano a localidad de Villa Valeria (VV; -34,65°; -64,79°). Las principales características físico-químicas de los primeros 20 cm de suelo se resumen en la Tabla 1. En cada sitio se cuantificó la fracción erosionable (FE) por el viento usando un tamiz rotativo (Zobeck et al., 2003).

Tabla 1. Propiedades físico-químicas de suelo de los primeros 20 cm en Huinca Renancó (HR) y Villa Valeria (VV). A = Arcilla (%), L = Limo (%), Ar = Arena (%), MO = Materia Orgánica (%), P= Fósforo extractable (mg kg-1), pH (1:2,5).

	Α	L	Ar	МО	Р	pH
HR	4	26	70	1,6	42	5,9
VV	5	18	77	1,1	23	6,3

En HR se instalaron tres tratamientos: a) sin cultivo de cobertura (sC), b) con cultivo de cobertura sembrado al voleo previo al arrancado de maní (CC $_{V}$) y c) con cultivo de cobertura sembrado en línea posterior a la cosecha de maní (CC $_{L}$). En Villa Valeria se dispusieron dos tratamientos: CC $_{V}$ y CC $_{L}$. En ambos sitios el cultivo de cobertura utilizado fue centeno con una

densidad de 40 kg ha⁻¹. En HR, CCV fue implando el 26/04 y CCL el 10/07, mientras que en VV el 25/04 se implantó CCV y el 15/07 CCL. El secado se realizó el 08/11 en HR y el 24/9 en VV. A la emergencia del cultivo se determinó el número de plantas logrado. Durante el ciclo del mismo la cobertura fue evaluada mediante métodos digitales utilizando el programa CobCal 2.1 (Ferrari et al., 2011). Al momento del secado el rendimiento del cultivo de cobertura fue evaluado por corte utilizando un aro de 0,5 m2 por triplicado.

Las parcelas de medición de la erosión se instalaron el 23/9. En ambos sitios se tomaron dos periodos de medición. En HR las fechas de recolección del sedimento erosionado fueron el 23/10 y el 2/11, mientras que en VV fueron el 21/10 y el 11/11.

Para estimar la eficiencia de control, se calculó la erosión relativa (ER). En HR fue calculada como el cociente entre el total de sedimento recolectado entre las parcelas con cultivos de cobertura divido la parcela sin cultivo de cobertura (CCV/sC, CCL/sC). En VV, al no contar con una parcela sin cultivo de cobertura, la erosión en CCV fue relativa a CCL.

Metodología para el evaluar el Objetivo 3

El estudio se realizó en las cercanías de la localidad Huinca Renancó durante el año 2017. Se efectuaron los siguientes tratamientos (Figura 3): Testigo (T): suelo sin cultivo de cobertura, Cultivo de cobertura sembrado con avión (CC_{SA}): Centeno (40 kg ha⁻¹) sembrado el 6 de Junio, Cultivo de cobertura implantado por voleo (CC_V): Centeno (35 kg ha⁻¹) implantado el 7 de Junio y Cultivo de Cobertura en línea (CC_L): Centeno (32 kg ha⁻¹) sembrado el 16 de Junio, luego de la cosecha de maní (8 de Junio). El cultivo de cobertura fue secado el 6 de octubre. El 28 de agosto se contabilizó la emergencia y al momento del secado la producción de biomasa de cada tratamiento, incluida la producción de malezas en el testigo.

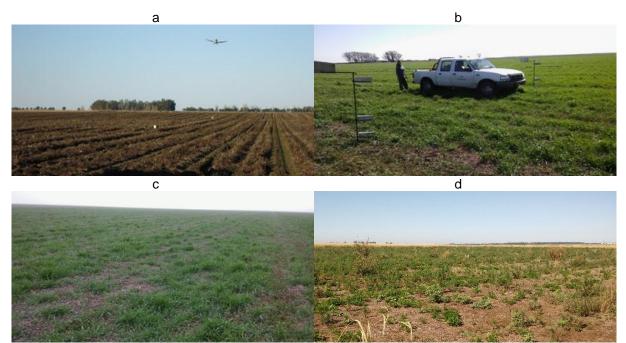


Figura 3. a) Siembra del cultivo de cobertura con avión, b) Toma de muestra y colectores en la parcela con el cultivo de cobertura implantado la voleo, c) Parcela sembrada en línea y d) Testigo con presencia de malezas al finalizar las mediciones.

Los periodos de medición de la erosión fueron los siguientes: 1=1/09-15/09, 2=15/09-5/10 y 3=5/10-30/10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados y Discusión Objetivo 1

Implantación y crecimiento del cultivo de cobertura

El análisis del suelo a la siembra presentó bajos valores en las variables edáficas (Tabla 2). La materia orgánica, el nitrógeno total y el nitrógeno en nitratos cuantificados se ubicaron en el estrato denominado muy bajo contenido o bajo contenido. El fósforo extractable fue moderadamente provisto y poco provisto, según estrato considerado, y el suelo presentó una reacción neutra sin presencia de sales. El rastrojo superficial a la siembra del centeno fue de 1434 kg ha-1 y representó 29% de cobertura, compuesta por maní (43%), maíz (46%) y soja (11%). A la siembra del centeno, el agua en el perfil del suelo fue 57,2 mm.

Tabla 2. Contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total (NT), fósforo disponible (Pd), pH actual, conductividad eléctrica (CE) y nitrógeno de nitratos (N-NO₃⁻).

Profundidad (cm)	MO (g kg ⁻¹)	NT (g kg ⁻¹)	Pd (mg kg ⁻¹)	pH actual	CE (dS m ⁻¹)	N-NO ₃ - (mg kg ⁻¹)
0-20	9,5	0,5	18	6,69	0,54	5,1
20-40	6,4	0,4	10	6,93	0,55	0,0
40-60	5,2	0,3	7	7,05	0,57	4,4

Las plantas emergidas por m² fueron 46 y presentaron una distribución irregular dentro de la parcela, manifestándose sectores con contrastantes densidades. Los bajos niveles de agua a la siembra, las escasas lluvias otoñales y los bajos niveles de N en el suelo contribuyeron a una implantación menor a aquellas consideradas como óptimas, es decir 200 – 250 pl m². A los 106 DDS, la materia seca del centeno fue de 304,5 kg ha¹, con valores de 458 kg ha¹ para el sector comúnmente denominado "bajo" (implica mayor captura de agua) y 151 kg ha¹ para aquel sector comúnmente llamado "loma" (implica menor captura de agua) (Tabla 2). La intercepción de la radiación media para esta fecha fue 12%, pero valores de 16% y 8 % para los sectores "bajo" y "loma", respectivamente, reflejaron las contrastantes generaciones de biomasa del CC (Tabla 2). A los 148 DDS, la materia seca del centeno fue 375 kg ha¹, con valores de 569 kg ha¹ y 221 kg ha¹ para los sectores "bajo" y "loma", respectivamente (Tabla 3); en tanto que, la intercepción de la radiación fue 36%, con un rango entre 45% y 26% para los sectores "bajo" y "loma", respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Producción de materia seca e intercepción de la radiación a través del ciclo del cultivo de centeno.

Días desde siembra	Materia Seca (kg ha ⁻¹)		Radiació	ón interco	eptada (%)	
	Loma	Bajo	Media	Loma	Bajo	Media
106	151,0	485,0	304,5	8	16	11
148	220,8	568,6	375,4	26	45	36

Eficiencia de control de la erosión eólica

La fracción erosionable (FE) por el viento, o erodabilidad potencial fue de 82% para el suelo Haplustol Éntico y de 92% para el Ustipsament Típico. Los altos valores de FE indican la marcada susceptibilidad de estos suelos a la erosión eólica y se ubican entre los más altos de la región semiárida. Además, estos valores confirman aquellos previamente estimados por Cisneros *et al.* (2015) para esa misma región, y aquellos determinados por Colazo (2014) en suelos de similares características situados en la provincia de San Luis. El alto contenido de

arena y la baja materia orgánica contribuyen a explicar la magnitud de estos valores (Colazo y Buschiazzo, 2010).

La Figura 4 muestra los valores de ER en los diferentes periodos de medición. A la cosecha del maní (22/07), cuando no se disponía aún de cobertura en CC, la ER fue 85%. Durante los primeros estadios del cultivo de cobertura, los niveles de ER fueron muy similares entre tratamientos y el valor de 87% fue semejante a aquel registrado al inicio del estudio. Tiempo más tarde (entre los 106 DDS y los 148 DDS), a pesar que los niveles de erosividad climática aumentaron en la primavera, el avance en el establecimiento del cultivo de cobertura contribuyó a disminuir significativamente la ER y alcanzar un valor del 30%. Estos resultados concuerdan con los hallados en túneles de viento, en donde un 30% de la cobertura es suficiente para empezar a controlar erosión eólica (Fryrear, 1985). Esto implica, que aún en condiciones desfavorables y con rendimientos por debajo de los óptimos, el CC es una práctica muy eficiente para controlar la erosión eólica luego de un cultivo de maní. El sedimento recolectado por colector varió entre 6,7 g y 0,1 g, con una distribución exponencial negativa en altura y siempre con menores valores en CC. Las pérdidas absolutas de suelo en sC fueron de 20 y 98,5 kg ha⁻¹ a los 106 DDS (24/08) y 148 DDS (05/10), mientras que en CC los valores fueron de 40 y 19,4 kg ha⁻¹, respectivamente.

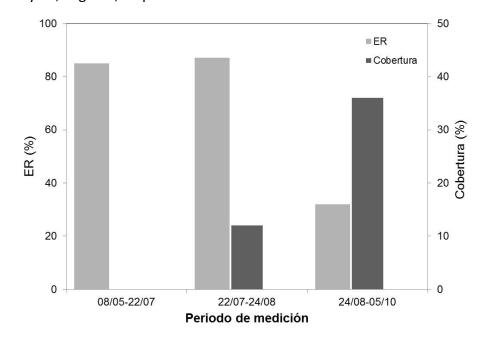


Figura 4. Erosión eólica relativa (ER) y nivel de cobertura de un cultivo de centeno en tres periodos de medición.

Resultados y Discusión Objetivo 2

Implantación y crecimiento del cultivo de cobertura

La Tabla 4 muestra los valores del número plantas logradas y la producción de materia seca al momento de secado. En ambos sitios la implantación fue mayor en CC_L que en CC_V. Los valores más altos de biomasa aérea se lograron en CCV. Estos valores son mayores a los reportados en estudios similares (Vicondo *et al.*, 2016). Los menores valores en VV se deberían a que el ambiente es más restrictivo en cuanto a fertilidad química y suelos más arenosos, que retienen menores niveles de humedad.

Tabla 4. Implantación y producción de biomasa aérea en cultivos de cobertura sembrados en línea posterior a la cosecha (CCL) y al voleo previo al arrancado de maní (CCV) en Huinca Renancó (HR) y Villa Valeria (VV). MS= materia seca.

	Implantacio	Implantación (pl m ⁻²)		Biomasa aérea (kg MS ha ⁻¹)	
	HR	VV	HR	VV	
CC_L	31,6	86	1050	120	
CC _V	26,3	75	4100	2130	

Erodabilidad potencial y eficiencia de control de la erosión eólica

La erodabilidad potencial fue alta en todas las situaciones. En HR, FE varió entre 54% (sC) y 64% (CC_V), mientras que en VV estos valores fueron mayores: 65% en CC_V y 63% en CC_L. Estudios en túneles de viento han indicado que por encima del 40% de esta fracción y sin cobertura ni rugosidad, las tasas de erosión superan los valores considerados como tolerables (Colazo & Buschiazzo, 2010).

La Figura 5 muestra la erosión relativa (ER) en HR durante los dos periodos de observación. Durante el primero de ellos, los cultivos de cobertura no fueron muy eficientes para controlar erosión debido al desarrollo incipiente de los mismos. Los valores mayores a 100 en CC_L durante el primer periodo de medición pueden explicarse por la remoción de suelo producido durante la implantación. Los niveles de cobertura fueron de 24% en CC_L y de 40% en CC_V. Sin embargo, durante el segundo período la eficiencia de control fue aceptable, con niveles de ER menores al 40% y valores mínimos de cobertura por encima del 40% (Méndez, 2010). En ambos periodos, ER fue menor en CC_V, relacionado con los mayores niveles de cobertura.

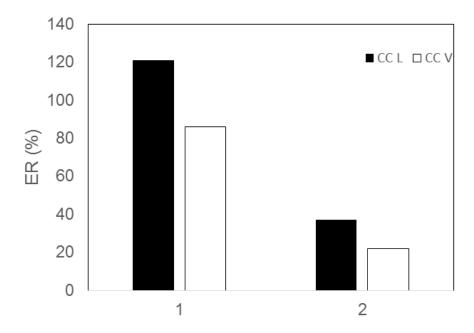


Figura 5. Erosión eólica relativa a un testigo sin cobertura (ER) en cultivos de cobertura sembrados en línea (CCL) y al voleo (CCV) con relación a una parcela sin cultivo de cobertura (S CC) en dos periodos de medición: 1 (23/9-23/10) y 2 (23/10-2/11).

En VV, se observa que el cultivo de cobertura realizado al voleo fue eficaz durante ambos periodos de medición, comparado con el mismo cultivo de cobertura, pero sembrado en línea (Figura 6). Los datos de cobertura al 23/09 muestran que la cobertura en CC V fue de 77%, mientras que en CC L fue de 27%, menor al umbral de 30%, necesario para el control de la erosión. Los estudios muestran que con niveles de cobertura por encima del 30%, la erosión se controla en aproximadamente un 90% (Mendez, 2010).

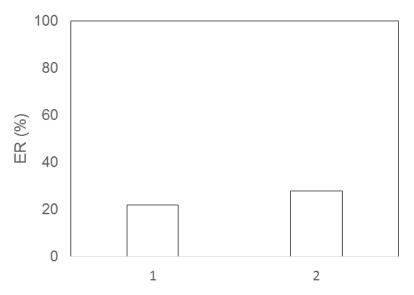


Figura 6. Erosión eólica relativa (ER) en cultivos de cobertura sembrados al voleo con respecto a cultivo de cobertura sembrado en línea en dos periodos de medición: 1 (23/9-21/10) y 2 (21/10-11/11).

En ambos sitios la erodabilidad potencial fue alta, asociada a los altos niveles de arenas. El cultivo de cobertura al voleo fue eficaz para controlar las tasas de erosión eólica en ambos sitios, mientras que el cultivo en línea fue eficaz durante el último periodo de medición en Huinca Renancó. Esto estaría relacionado con el nivel de cobertura mínimo necesario para el control de la erosión, que nunca fue alcanzado en este tratamiento en Villa Valeria. Si bien las precipitaciones durante el otoño favorecieron el desarrollo del cultivo de cobertura cuando fue sembrado previo al arrancado, la demora en la cosecha del maní debido a las condiciones de alta humedad, determinaron dificultades en esta operación.

Resultados y Discusión del Objetivo 3

La emergencia de plántulas fue mayor en CC_{SA} (212 pl m⁻²), seguido de CC_V (121 pl m⁻²) y por último CC_L (57 pl m⁻²). Estos resultados difieren de los reportados por Colazo et al. (2017) para la misma región de estudio. Es probable que estas diferencias se deban a que las condiciones de implantación para este año hayan sido mejores debido a las mayores precipitaciones posteriores a la misma. La producción de biomasa siguió la misma tendencia: CC_{SA} (4866 kg MS ha⁻¹) > CC_V (4380 kg MS ha⁻¹) > CC_L (3333 kg MS ha⁻¹). En el caso de T, la producción de biomasa de malezas fue de 2133 kg MS ha⁻¹.

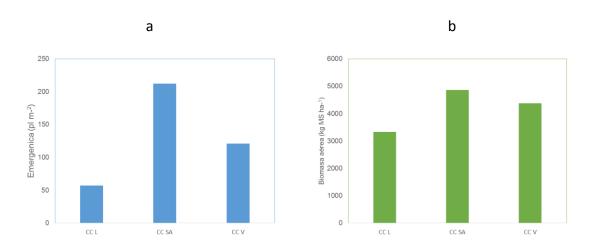


Figura 7. a) Emergencia de plántulas de cultivos de cobertura implantados con avión (CC_{SA}), al voleo (CC_V) y en línea (CC_L), b) Biomasa aérea al momento del corte.

La Figura 8 muestra la erosión de los tratamientos con cultivos de cobertura relativa al testigo (ER). Los valores menores a 100, indican un mayor control de la erosión eólica. En la

primera fecha de muestreo se CC_{SA} fue el que mejor controló la erosión. Esto coincide con los resultados previos que indican una mejor emergencia frente a los demás tratamientos de implantación. Durante la segunda fecha de muestreo ninguno de los cultivos controlo efectivamente la erosión, siendo incluso mayor la erosión en CC_L que en T (valores mayores a 100). Es probable que esto se deba al disturbio en el suelo producido por la sembradora en este tratamiento. En cambio en la última fecha de muestreo, la eficiencia de control fue alta para todos los cultivos de cobertura, siendo menor la erosión relativa en CC_{SA}.

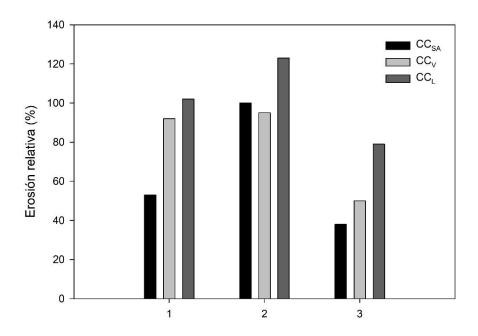


Figura 8. Erosión relativa (%) al testigo de tres tratamientos de implantación de cultivos de cobertura luego de maní: aplicado con avión (CCSA), aplicado al voleo (CCV), sembrado en línea (CCL) en tres momentos de medición: 1= 1/09-15/09, 2= 15/09-5/10 y 3= 5/10-30/10.

DISCUSIÓN GENERAL

La emergencia de los cultivos de cobertura varió entre 26 y 212 pl m⁻². Durante las campañas 2015-2016 fueron mayores las implantaciones cuando el CC fue sembrado luego de la cosecha que cuando la implantación fue al voleo luego del arrancado. Sin embargo durante la campaña 2017 estos resultados fueron inversos. La producción de materia seca varió entre 120 y 6200 kg ha⁻¹. La producción media de materia seca de CC_V fue mayor que la de CC_L en los sitios en donde se compararon ambos tratamientos (3869 vs. 2052 kg ha⁻¹). En general, se observa que la siembra en línea luego de la cosecha generó niveles de producción de materia

seca similares a la alternativa del voleo luego del arrancado cuando estas se realizaron hasta la primera semana de julio. Estudios realizados en la región semiárida central han demostrado que la fecha de siembra del cultivo de cobertura es uno de los aspectos tecnológicos que mayor influyen en la producción de materia seca (Álvarez et al., 2013).

La erosión relativa varió entre 121 y 12%, con una media de 49%. Esto significa que en promedio el cultivo de cobertura redujo un 50% la erosión eólica frente a una situación sin cobertura. En general, los valores más altos de ER se registraron en el primer periodo de medición, correspondiente con las primeras etapas de implantación del cultivo, durante los meses de invierno (julio-agosto). La ER de este período de las aplicaciones al voleo (aérea incluída) fue del 72%, mientras que en las siembras luego de la cosecha fue de 103%, lo que implica valores cercanos al testigo. A partir de septiembre los valores son 23 y 25%, para implantaciones al voleo y para siembras luego de la cosecha.

La figura 9 resume los valores de ER en función de los niveles medios de FE en diferentes sitios. Se observó una tendencia positiva entre ER y FE. Esto significaría que a baja FE (baja erodabilidad), los valores medios y la variabilidad de ER son bajas, debido a que la agregación de los suelos sería el factor principal que determina la tasa de erosión. En niveles medios de FE (60%), la variabilidad es mayor. Esto se debería a que los suelos poseen una menor agregación y los niveles de cobertura logrados tienen un peso mayor (Colazo & Buschiazzo, 2010).

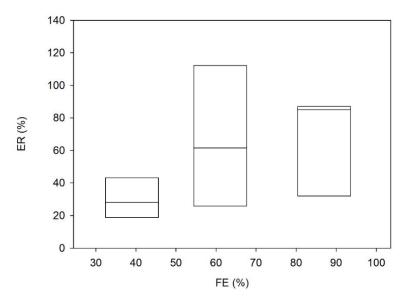


Figura 9. Gráfico box-plot entre la erosión relativa (ER) y la fracción erosionable por el viento (FE).

Existió una relación exponencial y negativa entre ER y velocidad media de viento durante el periodo de medición (Figura 10). Esto significa que a medida que se incrementa la velocidad de viento, el control de los cultivos de cobertura se incrementa. Esto se debe a que la cobertura generada aumenta la altura de la capa límite, reduciendo la fuerza del viento sobre la superficie (Fryrear, 1985). Estudios en la región semiárida central indican que la cobertura es muy eficiente para controlar la erosión con velocidades máximas de hasta 16 m s⁻¹ (Mendez & Buschiazzo, 2015).

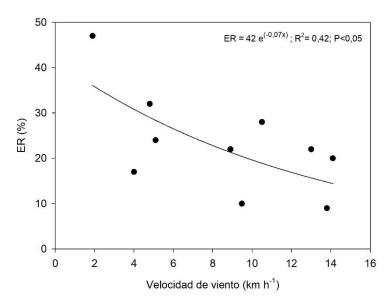


Figura 10. Erosión relativa (RE) y velocidad de viento media para el periodo de medición.

La Figura 11 muestra la relación entre ER y el nivel de cobertura verde. Si bien existió una tendencia exponencial negativa la misma no fue significativa (P=0,1). De todas formas la mayoría de los valores de cobertura mayores al 30% presentaron baja ER. Es probable que esto se deba a la mayor variación que existe en ensayos de campo frente a los producidos utilizando túneles de viento (Mendez, 2010). En relación a los niveles de biomasa, con valores cercanos a los 500 kg de MS ha⁻¹ se alcanzarían estos umbrales.

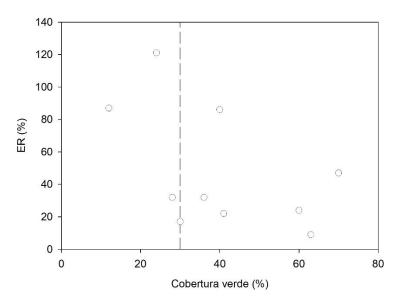


Figura 11. Erosión relativa (ER) y la proporción de cobertura verde en el cultivo de cobertura.

CONCLUSIONES

- Los cultivos de cobertura implantados al voleo luego del arrancado lograron mayores volúmenes de cobertura que aquellos sembrados en línea de la cosecha de maní.
- Los cultivos de cobertura disminuyeron en términos medio el 50% de la erosión eólica.
- La erosión relativa fue más variable en niveles intermedios de erodabilidad, indicando que en estos suelos el peso relativo de la cobertura es más importante que en suelos con menor agregación.
- Los cultivos de cobertura fueron más eficientes para controlar la erosión con velocidades de viento más altas.
- La erosión relativa fue baja con niveles de cobertura mayores al 30%, equivalentes a niveles cercanos a 500 kg MS ha⁻¹.
- La implantación aérea del CC previo a la cosecha de maní muestra altos valores de eficiencia para el control de la erosión eólica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con fondos aportados por la Fundación Maní Argentino, en el marco del convenio número 23.738 entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Fundación Maní Argentino, a quien se agradece su colaboración. Además se le agradece

a las empresas AGD s.a. y a Picco y Cia. por los aportes del establecimiento, herramientas y personal para realizar dicho experimento. Y a los Ingenieros Agrónomos Eduardo Olivieri, Luciano Veliz y Gustavo Rinaudo, responsables técnicos de las empresas involucradas. Además a la empresa "Trombetta Aviación Agrícola" por la siembra aérea de la cobertura, como así también al Ing. Agr. Mariano Houriet y al Sr. Osvaldo Oliva por las prestaciones en la campaña 2018.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C; A Quiroga; D Santos & M Bodrero. 2013. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Editorial INTA. CABA. 195 pp.
- Cisneros, JM; A Degioanni; J González; C Cholaky; J Cantero; A Cantero Gutiérrez & J Tassile.

 2015. Provincia de Córdoba. En: R Casas & M Albarracin (eds.). El deterioro del suelo y
 del ambiente en Argentina. Tomo 2. Pp 87-100 FECIC. CABA. 452 pp.
- Colazo, JC & DE Buschiazzo. 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. Geoderma 159: 228-236.
- Colazo, JC, M. Genero; CA Álvarez & M. Vicondo. 2017. Eficiencia de control de la erosión eólica de cultivos de cobertura luego de maní en el sudoeste de Córdoba. En: Actas de las III Jornadas Nacionales de Suelos de Ambientes Semiáridos y II Taller de Cartografía Digital.
- Colazo, JC; M. Mendez & D.E. Buschiazzo. 2018. Medición de la erosión eólica. Análisis y evaluación de propiedades físico hídrica de los suelos. Ediciones INTA ISBN: 978-987-521-937-3.
- Ferrari, DM; H Ferrari & MC Ferrari. 2011. Software de cobertura vegetal para la aplicación en mecanización agrícola. Disponible en: http://cobcal.sitiogma.com.ar. 1 de diciembre de 2017.
- Fryrear, DW. 1985. Soil cover and wind erosion. Trans. ASAE 28:781.
- Genero, MI; RJ Haro; C Cazorla; M Vicondo & JC Colazo. 2016. Cultivos de cobertura post-maní.

 Una alternativa para mantener la sustentabilidad de los suelos en el territorio del sudoeste de Córdoba. Informe convenio FMA-INTA. Disponible en: http://inta.gob.ar. 1 de diciembre de 2017.

- Mendez, MJ. 2010. Medición y predicción de la erosión eólica en la región semiárida argentina.

 Tesis para optar al grado de doctor en agronomía. UNS, Bahía Blanca. 138 pp.
- Mendez, MJ & DE Buschiazzo. 2015. Soil coverage evolution and wind erosion risk on summer crops under contrasting tillage systems. Aeolian Res. 16: 117 124.
- Montesano, AM; JC Colazo; CA Álvarez & JM Cisneros. 2017. Erosión eólica en trigo luego de un cultivo de maní en el sur de Córdoba. En: Actas de las III Jornadas Nacionales de Suelos de Ambientes Semiáridos y II Taller de Cartografía Digital.
- Vicondo, ME; MI Genero; R Haro & JC Colazo. 2016. Cultivo de cobertura post maní para controlar la erosión eólica en el S de Córdoba. En: Actas del XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Río Cuarto.
- Zobeck, TM; G Sterk; R Funk; JL Rajot, JE Stout & S. Van Pelt. 2003. Measurement and data analysis methods for field-scale wind erosion studies and model validation. Earth Surf. Process. Landforms 28: 1163-1188.

ANEXO

Publicaciones en el marco del convenio.

- Vicondo M.E., M.I. Genero, R. Haro & J.C. Colazo. 2016. Cultivo de cobertura post maní para controlar la erosión eólica en el S de Córdoba. En: Actas del XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Río Cuarto.
- Vicondo M.E., M.I. Genero, R. Haro & J.C. Colazo. 2016. Cultivo de cobertura post maní para controlar la erosión eólica en el Sur de Córdoba. En: Actas de la XXXI Jornada Nacional del maní. General Cabrera.
- Colazo J.C., M. Genero, C.A. Álvarez & M. Vicondo. 2017. Eficiencia de control de la erosión eólica de cultivos de cobertura luego de maní en el sudoeste de Córdoba. En: Actas de las III Jornadas Nacionales de Suelos de Ambientes Semiáridos y II Taller de Cartografía Digital.
- Colazo J.C., R.J. Haro, M. Genero, M. Vicondo, C. Cazorla & C. Álvarez. 2017. Efectos de un Cultivo de Cobertura post-maní sobre el control de la erosión eólica en Huinca Renancó. Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales 9. Maní: 80-84.
- Colazo J.C., M. Genero, A. Montesano, C. Álvarez, M. Vicondo, R. Haro, L. Veliz, J.
 Cisneros & W. Basla. 2018. Control de la erosión eólica por cultivos de cobertura luego

- de maní en el sudoeste de Córdoba. En: Actas del XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Tucumán.
- Colazo J.C. y M.I. Genero. 2018. Alternativas tecnológicas para la implantación de cultivos de cobertura luego de maní en el SO de Córdoba. En: Actas de la XXXIII Jornada Nacional de Maní, General Cabrera.

Jornadas en el marco del convenio.

- 1. Presentación de los resúmenes y evolución de los ensayos en el marco del Consejo Local Asesor de la Agencia, en tres oportunidades.
- 2. Presentación oral y exposición de resúmenes en la Jornada Nacional del Mani en las ediciones № XXXI (año 2016), XXXII (año 2017) y XXXIII (2018).
- 3. Jornadas a campo en dos oportunidades en Est. El Inca y
- Presentación de los trabajos realizados en IPEM № 241 Lucio V. Mansilla de Huinca Renanco y prácticas a campo con alumnos, realización de muestreo de coberturas y colectores BSNE.
- 5. Presentación de resúmenes en BEC.Ar ediciones 2018 y 2019.
- 6. Congreso Argentino de Ciencias del Suelo, edición № XXV. "Ordenamiento Territorial: un desafío para la ciencia del suelo.
- 7. Congreso Argentino de Ciencias del Suelo, edición № XXVI. "Legado social de edición limitada".
- 8. Exposición oral en la Sociedad Rural de Huinca Renanco. Edición №84. 2018
- 9. III Jornada Nacional de Suelos en ambientes semiáridos y II Taller de Cartografía Digital. Bahía Blanca, 2017.