

CULTIVOS DE COBERTURA COMO ANTECESOR DE ZAPALLO ANCO EN LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA

COVER CROPS AS PREDECESSOR OF PUMPKIN CROP IN THE SEMIARID PAMPA REGION

Ponce, Juan P.^{1*}, Siliquini, Oscar A.¹ y
Fernández, Romina²

Recibido 29/07/2020
Aceptado 27/09/2020

RESUMEN

Se planteó como objetivo del trabajo determinar el efecto de los cultivos de cobertura en la eficiencia en el uso del agua y rendimiento total de del cultivo de zapallo. El estudio se desarrolló sobre un suelo denominado Paleustol petrocálcico, ubicado en el sur de la planicie con tosca de la región semiárida pampeana. En el mismo lote durante tres temporadas consecutivas, se sembraron como tratamiento de cobertura Centeno (C), Centeno + Vicia (C V) y barbecho sin cultivo de cobertura. De esta manera se conformaron 6 tratamientos de manejo para el cultivo de zapallo: T1: sin antecesor CC con labranzas previas a la siembra del zapallo, y sin control de malezas durante el ciclo zapallo. T 2: sin antecesor CC con labranzas previas a la siembra del Zapallo, con control de malezas (laboreo y herbicida), durante el ciclo zapallo. C H: Antecesor Centeno utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida. C R: Antecesor Centeno utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante rolado. CV H: Antecesor Centeno + Vicia utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida. CV R: Antecesor Centeno + Vicia utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante rolado. Los resultados demostraron que en promedio en las 3 temporadas C fue superior a C V, en 22, 19 y 6% con respecto a la biomasa total, para la primera, segunda y tercera temporada, respectivamente. Los cultivos de cobertura tuvieron mayor eficiencia de barbecho con respecto a los tratamientos sin CC previo (T1 y T2). Los mayores rendimientos de zapallo fueron sobre los CC, siendo estos los de menor UC y mayor EUA.

PALABRAS CLAVE: siembra directa; contenido de agua; barbecho; centeno; vicia; zapallo;

ABSTRACT

The objective was determine the effect of cover crops on the water use efficiency and total yield of the pumpkin crop. The study was carried out on a soil called petrocalcic Paleustoll, located in the south of the rugged plain of the semi-arid Pampa region. In the same lot for three consecutive seasons, Rye (C) and rye + vetch (CV) were sown and fallow was established without cover cultivation. In this way, 6 management treatments for pumpkin cultivation were established: T1: without CC predecessor, with tillage prior to pumpkin planting, and without weed control during the pumpkin cycle. T 2: without predecessor CC with tillage prior to planting the pumpkin, with weed control (tillage and herbicide), during the pumpkin cycle. C H: Rye ancestor used as CC, with growth arrest by herbicide. C R: Rye ancestor used as CC, with growth arrest by rolling. CV H: Rye + Vetch ancestor used as CC, with growth arrest by herbicide. CV R: Rye + Vetch ancestor used as CC, with growth arrest by rolling. The results showed that on average in the 3 seasons C was higher than C V, in 22, 19 and 6% with respect to the total biomass, for the first, second and third seasons, respectively. Cover crops had higher fallow efficiency with respect to treatments without prior CC (T1 and T2). The highest pumpkin yields were over the CC, these being the ones with the lowest UC and the highest EUAt

KEYWORDS: no tillage, water content, fallow, rye, vetch, squash;

Cómo citar este trabajo:

Ponce, J. P., Siliquini, O. A. y Fernández, R. (2020). Cultivos de cobertura como antecesor de zapallo anco en la region semiarida pampeana. *Semiárida*, 30(2), 51-61.

INTRODUCCIÓN

En la Región Semiárida Pampeana, los cultivos de cobertura (CC) constituyen una alternativa viable como antecesores de cultivos

¹ Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Agronomía, Santa Rosa, La Pampa.

² INTA, EEA Anguil. La Pampa, Argentina.

* poncelapampa@gmail.com



de verano. Estos consisten en sembrar un cultivo, generalmente gramíneas y/o leguminosas, con el fin de generar cobertura entre dos cultivos de cosecha (Quiroga et al., 2015). Los CC no son incorporados al suelo, como los abonos verdes, no son pastoreados, como los verdeos, ni tampoco son cosechados; quedan en la superficie, protegiendo al suelo (Restovich et al., 2012) y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radicular de los mismos (Frasier et al., 2016).

En muchos casos el proceso de agriculturización, a partir de una mayor participación de cultivos de verano ha significado una importante reducción en el aporte de residuos y en los contenidos de materia orgánica, acentuándose los procesos de degradación física y de pérdidas de suelo por erosión (Quiroga et al., 2015). Frente a esta situación resulta imperativo desarrollar tecnologías conservacionistas, que permitan un aumento de la producción, reducción del impacto ambiental, menores costos y mayor sustentabilidad al sistema de producción. En este contexto, la posibilidad de establecer cultivos de cobertura como una alternativa para mantener o atenuar la pérdida de carbono de los suelos, prevenir su erosión, aumentar la infiltración, capturar nutrientes reduciendo la contaminación de napas y contribuir al control de malezas (Daliparthy et al., 1994).

El cultivo sin remoción del suelo, permite lograr una cobertura con restos vegetales de cosechas anteriores, o de cultivos de cobertura no incorporados. Los residuos en la superficie del suelo tienen un efecto positivo sobre el almacenamiento del agua principalmente en los primeros centímetros de suelo, al reducir las pérdidas por evaporación y disminuir la presencia de malezas (Fernández et al., 2008) aunque en sistemas hortícolas pueden ser escasos, siendo los cultivos de cobertura una alternativa para mejorar el control de malezas y conservación del agua.

La producción hortícola en La Pampa es una actividad en constante crecimiento (Grasso, et al 2015), donde el cultivo de zapallo, cumple

un rol muy importante en época estival y se adapta muy bien en rotaciones con cultivos de hojas, siendo una alternativa para la producción local (Ponce et al., 2015). Para la familia rural suele ser una actividad complementaria a las principales producciones agropecuarias de verano con excelente rentabilidad por su rusticidad y sus bajos requerimientos de inversión y mano de obra (Lang & Ermini, 2011).

La tecnología de cultivo aplicada se basa en la remoción de la capa arable y preparación de la cama de siembra a fin de establecer el cultivo de zapallo. La remoción del suelo conlleva a la aparición de malezas, durante el ciclo del cultivo, lo cual hace necesario la aplicación de herbicidas a fin de que la competencia por agua y nutrientes sea mínima (D'Amico et al., 2016). Recientemente se ha propuesto la siembra directa o labranza cero en la producción de diferentes variedades de zapallos y otras cucurbitáceas (Walters, 2011).

En la Región Semiárida Pampeana, no se cuenta con información local acerca de los factores de manejo que condicionan la producción y el rendimiento del cultivo de zapallo. No existen antecedentes de la viabilidad del cultivo de cobertura como antecesor para el cultivo de zapallo, con respecto a un barbecho tradicional y qué CC (gramínea, gramínea con leguminosa), arrojaría los mejores resultados en función de la captación, almacenaje, uso del agua de las precipitaciones.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de los cultivos de cobertura en la eficiencia en el uso del agua y rendimiento total de del cultivo de zapallo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio se localizó en la Huerta experimental de la Facultad de Agronomía - UNLPam (36° 32' 51" S 64° 18' 06" W), sobre un Paleustol petrocálcico, ubicado en el sur de la planicie con tosca de la Región Semiárida Pampeana.

Durante el 2017 (primera), 2018 (segunda) y 2019 (tercera temporada), se realizaron

experiencias sobre el efecto de los CC en la productividad del zapallo anco (*Cucúrbita moschata* Duch ex Poiret). Los ensayos experimentales se localizaron en el mismo lote, pero a cada temporada se le asignó un espacio físico diferente, de modo que no existió un efecto de la campaña anterior en cada tratamiento.

Los tratamientos que se ensayaron fueron:

- T 1: Manejo local del cultivo de zapallo, sin antecesor CC. Consiste en labranzas previas a la siembra del Zapallo, sin control de malezas durante el ciclo.
- T 2: Manejo convencional del cultivo de zapallo sin antecesor CC. Consiste en labranzas previas a la siembra del Zapallo, con control de malezas (laboreo y herbicida), durante el ciclo.
- C H: Antecesor Centeno utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida.
- C R: Antecesor Centeno utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante rolo.
- CV H: Antecesor Centeno + Vicia utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida.
- CV R: Antecesor Centeno + Vicia utilizado como CC, con detención del crecimiento mediante rolo.

El diseño experimental fue en parcelas dispuestas en bloques completamente aleatorizados, (6 repeticiones). El tamaño de la unidad experimental fue de 45 m² (9 m de ancho por 5 m largo), cada parcela estuvo compuesta por 3 hileras de cultivo, con 14 plantas cada una, siendo la hilera muestral la central y de estas, sus 5 plantas centrales. Dejando las demás hileras y plantas como borduras.

Al inicio de la experiencia, se realizó un muestreo de suelo en 0-20 cm de profundidad, donde se determinó arcilla, arena y limo (Bouyucus), materia orgánica, fósforo, densidad aparente (cilindros), capacidad de campo (CCa) y punto de marchitez permanente (PMP), mediante ollas

de presión de Richard (Tabla 1).

La siembra de los CC fueron el 12/04/2017, el 04/05/2018 y el 23/03/2019, a razón de 200 semillas m² para Centeno (45 kg.ha⁻¹), mientras que para Centeno + Vicia la densidad fue regulada con una proporción de semillas 66/33 (30 kg.ha⁻¹ y 15 kg.ha⁻¹, respectivamente). Al momento de macollaje del centeno se fertilizó con 120 kg.ha⁻¹ fosfato diamónico.

El momento de secado fue al 100% de floración para el centeno y 20% floración para Vicia y las fechas fueron el 30/10/2017, 25/10/2018 y 30/10/2019, mediante control mecánico (rolo helicoidal) y mediante control químico combinando los herbicidas glifosato + 2,4-D (2 L.ha⁻¹ + 600 cc.ha⁻¹). En ese momento se determinó la producción de biomasa aérea de los diferentes CC, mediante cortes al ras de suelo de 0,25 m² y posterior secado del material en estufa a 105°C hasta peso constante.

Los momentos de muestreos para determinar el contenido de agua total (AT) fueron, a la siembra de CC, detención del crecimiento de los CC, a la siembra de zapallo, floración, fructificación y cosecha. Las determinaciones se hicieron cada 20 cm hasta los 80 cm de profundidad (profundidad de tosca) en un punto de cada parcela. Las muestras fueron pesadas y llevadas a estufa a 60°C hasta peso constante, para calcular el contenido de agua mediante método gravimétrico.

Se calculó la eficiencia de barbecho (EB) a fin de reflejar la cantidad de agua de las precipitaciones que es transferida al cultivo de zapallo, mediante la siguiente ecuación

Tabla 1: Caracterización edáfica (0-20 cm de profundidad) del suelo donde se realizó la experiencia., Materia orgánica (MO), fósforo disponible (P), densidad aparente (Dap.), contenido hídrico gravimétrico a capacidad de campo (CCa) y a punto de marchitez permanente (PMP).

Table 1. Soil properties (0-20 cm depth) of the experimental site. Organic matter (MO), total nitrogen (N), available phosphorus (P), bulk density (Dap), gravimetric moisture contents at field capacity (CC) and permanent wilting point (PMP).

Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura	MO (%)	P (ppm)	D ap (g cm ⁻³)	CCa (%)	PMP (%)
8,7	27,7	63,7	Franco arenosa	1	6,6	1,25	18	9

(Mathews & Army, 1960).

$$EB = \frac{AT \text{ final barbecho} - AT \text{ inicio barbecho}}{\text{Precipitaciones durante el barbecho}} \times 100$$

La siembra del cultivo de zapallo se realizó en el periodo libre de heladas y con temperaturas óptimas de suelo (tomadas en las parcelas con CC) para germinar (18-20°C), en las siguientes fechas 4/12/2017, 23/11/2018 y 20/11/2019, con una sembradora de grano grueso de directa (neumática) utilizando placa de maíz. Cada 0,33 m se sembraron 3 semillas, en hileras separadas cada 3 m. El stand de plantas fue 10.000 plantas. ha⁻¹ la que se logró con raleos posteriores. Junto con la siembra se realizó una fertilización fosforada, con fosfato di amónico a razón de 100 kg.ha⁻¹.

En el tratamiento T 2, se controlaron las malezas aplicando un herbicida pre-emergente selectivo, S-Metolacloro (1lt ha⁻¹) en la línea de cultivo, y post-emergencia (a los 30 y 50 días) se roturó el suelo entre las líneas de cultivo, a fin de eliminar las malezas antes de que las guías del zapallo cubran las entrelineas e impidan el ingreso de maquinarias

El cultivo de zapallo fue cosechado el 10/04/2018, 16/04/2019 y 06/04/2020 (cosecha total), antes de la ocurrencia de la primera helada, en las 5 plantas centrales, quedando las demás plantas como borduras (Della Gaspera., 2012). Se utilizó una herramienta cortante (cuchillos o tijeras), dejando una pequeña porción de pedúnculo por frutos, quedando estos recolectados en bolsas individuales con sus respectivos rótulos, donde posteriormente fueron llevados a laboratorios para posterior evaluación de rendimiento total (kg.ha⁻¹).

Los resultados se analizaron estadísticamente por temporada, mediante ANOVA, y las diferencias entre medias a través del test de Tukey (p<0,10), utilizando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2, se presenta la fecha de ocurrencia de la primera helada, el periodo libre de helada (días) durante el desarrollo de la experiencia y las fechas de heladas históricas.

En los tres años de estudio, las heladas ocurrieron a los 3, 33 y 1 días posteriores de la cosecha para la primera, segunda y tercera temporada, respectivamente. El periodo libre de heladas en las tres temporadas fue superior a los 130 días recomendados por Ayastuy et al. (2013), para el cultivo de zapallo variedad Frontera INTA.

Las precipitaciones acumuladas durante el desarrollo de las experiencias se presentan en la Tabla 3. Las precipitaciones fueron muy favorables tanto para la realización del barbecho como para el desarrollo de los CC en las dos primeras temporadas. En lo que respecta al

Tabla 2. Fecha de ocurrencia de primera helada y periodo libre de helada para las temporadas estudiadas, y las históricas, en el sitio de estudio.

Table 2. First frost occurrence date and frost-free period for the studied seasons and the historic in the study site.

Año	Fecha Primer Helada	Periodo Libre Helada (días)
2018	13/04	160
2019	19/05	198
2020	07/04	154
Históricas	10/04 (± 15 días)	161

Fuente: Cátedra de climatología y fenología agrícola. Facultad de Agronomía UNLPam.

cultivo de zapallo las precipitaciones fueron inferiores en la primera temporada, y significativamente más altas en la segunda y tercera temporada, destacándose la última. Esto fue muy favorable debido a que la experiencia se condujo en condición de secano, además y no menos importante el zapallo “tipo” anco, se ha clasificado como un vegetal moderadamente sensible al stress hídrico en el suelo, siendo las etapas de floración y crecimiento del fruto las más sensibles a la falta de agua (Lang & Ermini, 2011).

Producción de biomasa de los CC

La producción de biomasa aérea generada por los CC difirió entre especies y años de evaluación (Tabla 4). En las tres temporadas estudiadas, C fue el cultivo de cobertura de mayor producción con respecto a la consociación CV, con un 36, 32 y 12%, más de

Tabla 3: Precipitaciones (mm) registradas entre fechas de muestreos de humedad.

Table 3: Rainfall at the experimental site during the sampling intervals.

Temporada	Desarrollo CC	Barbecho	Siembra - Flor/Frut	Flor/ fruto - Cosecha
Primera	12/04/17 al 29/10/17	30/10/17 al 03/12/17	04/12/17 al 04/01/18	05/01/17 al 16/04/18
mm	389	117	50	66
Segunda	04/05/18 al 25/10/18	26/10/18 al 23/11/18	24/11/18 al 22/01/19	23/01/19 al 06/04/19
mm	207	114	197	100
Tercer	23/03/19 al 30/10/19	31/10/19 al 20/11/2019	21/11/2019 al 5/02/2020	6/02/2020 al 6/04/2020
mm	147	27	193	198

biomasa para la primer, segunda y tercer temporada, respectivamente. No obstante, considerando que en la consociación CV, el cultivo de vicia presenta un crecimiento lento, en etapas iniciales, y un crecimiento más rápido recién en primavera debido principalmente al aumento de temperatura (Sainju et al., 2007) los valores de producción de materia seca fueron interesantes, y se encontraron acordes a los reportados en la bibliografía (Frasier et al., 2016; Uhaldegaray et al., 2018).

Eficiencia de Barbecho

La eficiencia de barbecho (EB), se presenta en la Tabla 5, los resultados de las tres temporadas demostraron que T1 y T2 (duración de barbecho 236, 204 y 242 días, para la primer, segunda y tercera temporada, respectivamente) presentaron las menores EB con respecto a los

déficit hídrico se manifiesta notablemente pérdida de color de las hojas y posteriormente en el rendimiento y calidad de los frutos.

Al considerar los CC, desde el momento que se detuvo el crecimiento hasta la siembra del zapallo (35, 28, 21 días de barbecho en la primer, segunda y tercer temporada, respectivamente) las precipitaciones fueron 117, 114 y 27 mm, respectivamente. Las EB fueron superiores con respecto a T1 y T2 en las tres temporadas estudiadas. Los resultados demuestran que, para la primer temporada, las EB obtenidas para CV fueron superiores con respecto a C. Considerando la estrategia de secado, tanto en C como CV, el herbicida (H) presentó mayor EB con respecto al rolo (R). En cambio, en la segunda temporada, C fue el que tuvo mayor EB sin diferencias significativa entre H y R. En la tercer temporada, las mayores EB fueron para C R y CV R. Es importante destacar que en esta temporada las precipitaciones fueron escasas durante el barbecho, y la detención del crecimiento mediante el rolo permitió un contacto más íntimo de los residuos con el suelo, logrando disminuir la evaporación del agua y por consiguiente tener mayor contenido de agua a la siembra del cultivo de zapallo. Baigorria et al., (2019) evaluó la detención del crecimiento mediante rolo o herbicida en la Región Húmeda Pampeana, concluyen que debido a los altos niveles de producción de materia seca tanto de gramíneas (alrededor de 8000 kg.ha) como de vicia (cerca de 9000 kg.ha) la EB fue similar entre ambos métodos de secado.

Los resultados del estudio coinciden a lo planteado por Baigorria et al., (2019); Miranda et al., (2012) y Carfagno et al., (2013) donde resaltan que las mayores EB en los tratamientos

Tabla 4: Materia seca de los cultivos de cobertura (kg MS.ha⁻¹)Table 4: Dry matter in cover crops. (kg MS.ha⁻¹)

Temporada	Centeno (C)	Centeno-Vicia (C V)
2017/18	6820 a	5005 b
2018/19	6590 a	4980 b
2019/20	5560 a	4860 a

demás tratamientos. Las precipitaciones ocurridas durante el mismo fueron 498, 320 y 174 mm, en la primer, segunda y tercer temporada, respectivamente, no obstante, en la primer y tercer temporada la EB fue 0, por lo tanto, el agua de las precipitaciones no fue almacenada en el suelo para ser transferida al cultivo de zapallo. La semilla de zapallo necesita muy poca agua para germinar (Lusto et al., 2013), no obstante en etapas posteriores el

con CC, se deben al efecto positivo que tienen los residuos sobre la superficie del suelo en almacenar el agua de las precipitaciones, reduciendo la evaporación en momentos donde la demanda atmosférica es alta.

En regiones húmedas y subhúmedas los CC en general permiten recargar el perfil de suelo con agua de las precipitaciones, pero en regiones semiáridas los CC suelen impactar negativamente el almacenamiento del agua y a menudo disminuyen los rendimientos de los cultivos subsiguientes (Unger & Vigil, 1998). Es frecuente encontrar en la bibliografía resultados contrastantes entre experiencias, los cuales dan lugar a controversias sobre el valor del barbecho para la conservación del agua en regiones semiáridas. Estudios previos en la Región Semiárida Pampeana mostraron que las eficiencias de barbecho variaron de acuerdo con el nivel de cobertura del suelo entre 17 a 41%, con mayores valores en suelos con alto nivel de cobertura de residuos (Fernández et al., 2008; Eggman Owen, 2020). Los resultados del presente trabajo concuerdan con los reportados por Islam et al. (2006), quienes encontraron que

en ambientes semiáridos los CC no afectaron el contenido de agua en el suelo.

Contenido de agua en el suelo

En la primer temporada, el contenido de agua total a la siembra de los CC/inicio del barbecho en T1 y T2 superó la CCa (Figura 1, a). Al momento del secado (30/10/2017) C presentó mayor cantidad de agua que CV, debido a que la vicia tiene un consumo más importante de agua en el mes de octubre por una mayor tasa de crecimiento en ese período. A la siembra del zapallo (4/12/2017) el contenido de agua en T1 y T2 fue cercano a CCa, pero los resultados reflejaron que la EB: 0 (Tabla 5), debido a que el suelo tuvo menos agua al final del barbecho con respecto al contenido inicial. En cambio, los tratamientos que involucraron cultivos de cobertura recargaron el perfil de suelo con las precipitaciones (EB positivas). Al momento de cosecha el contenido de agua fue inferior al PMP (Figura 1, a).

En la segunda temporada, tanto al inicio (4/05/2018) como al momento de secado de los cultivos de cobertura (25/10/2018), el contenido de agua se ubicó próximo a PMP. Al momento de la siembra del zapallo (25/11/2018) todos los tratamientos recargaron el perfil de suelo, lo cual arrojó EB positivas (Tabla 5). Al momento de floración y de cosecha el contenido de agua se ubicó en PMP (Figura 1, b).

La tercer temporada fue la de menor contenido de agua en el suelo desde el comienzo de la experiencia hasta la cosecha del zapallo (07/04/2020) (Figura 1, c).

Uso consuntivo y eficiencia en el uso del agua de los CC

El UC y la EUA para los CC se presentan en la Tabla 6. En la primer temporada, ambos, C y CV presentaron un UC muy elevado debido a las elevadas precipitaciones ocurridas durante el ciclo de crecimiento (Tabla 2), lo que además incidió en bajos valores de EUA con respecto a los reportados en la bibliografía para zonas semiáridas (Duval et al., 2015; Frasier et al., 2016; Uhaldegaray et al., 2018). Con respecto a la segunda y tercer temporada, el UC fue similar entre C y CV

Tabla 5: Eficiencia de barbecho (EB), en los distintos tratamientos. T1: sin antecesor CC y sin control de malezas durante el ciclo, T 2: sin antecesor CC, con control de malezas (laboreo y herbicida), durante el ciclo. C H: Antecesor Centeno como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida. C R: Antecesor Centeno como CC, con detención del crecimiento mediante rolado. CV H: Antecesor Centeno + Vicia como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida. CV R: Antecesor Centeno + Vicia utilizado CC, con detención del crecimiento mediante rolado.

Table 5: Fallow efficiency (EB), in different treatment. T1: without CC predecessor and without weed control during the cycle, T 2: without CC ancestor, with weed control (tillage and herbicide), during the cycle. C H: Rye ancestor as CC, with growth arrest by herbicide. C R: Rye ancestor as CC, with growth arrest by rolling. CV H: Rye + Vetch ancestor as CC, with growth arrest by herbicide. CV R: Rye + Vetch ancestor used CC, with growth arrest by rolling.

Temporada	Variable	T1	T2	CH	CR	CVH	CVR
Primera		0 c	0 c	20 b	5 c	42 a	33 a
Segunda	EB (%)	15 b	17 b	39 a	40 a	28 ab	25 ab
Tercera		0 c	0 c	7 bc	25 a	2 bc	11 b

Letras diferentes en cada línea indican diferencias significativas test Tukey (p<0,10).
Different letters in each line indicate significant differences in the Tukey test (p <0.10).

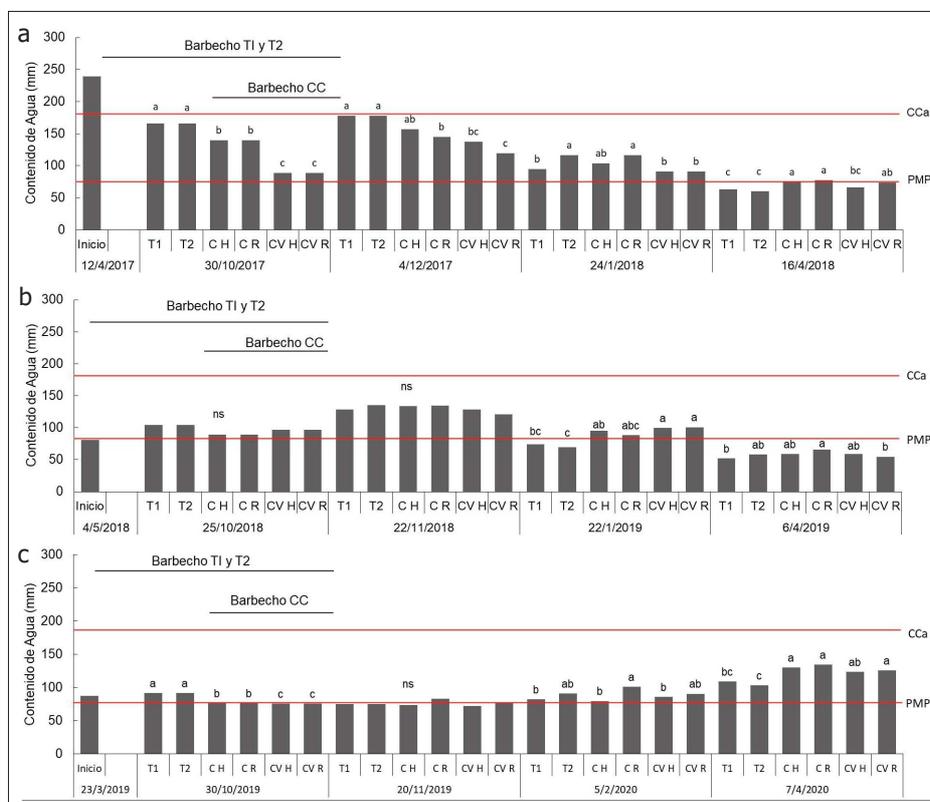


Figura 1: Contenido de agua total a 0-80 cm de profundidad en los tratamientos para a) primer, b) segunda y c) tercer temporada. CCa: capacidad de campo, PMP: punto de marchitez permanente. Letras diferentes indican diferencias significativas Test Tukey ($p < 0,10$) dentro de cada temporada, ns: no significativo.

Figure 1: Soil water content at 0-80 cm depth in different treatment, for a) first, b) second and c) third season. CCa: field capacity, PMP: permanent wilting point. Different letters indicate significant differences Tukey Test ($p < 0.10$) within each season, ns: not significant.

no obstante, las EUA fueron mayores en C con respecto a CV.

Bertolla et al. (2012) y Baigorria & Cazorla (2010) en experiencias sobre Argiudoles típicos obtuvieron valores de UC en centeno de 41 a 249 mm y en centeno y vicia villosa de 248 a 253 mm. El contenido de agua a la siembra de los CC y las precipitaciones que ocurren hasta el secado constituyen la oferta hídrica para cubrir el UC sin comprometer la disponibilidad de agua al cultivo siguiente (Baigorria et al., 2019).

Rendimiento de zapallo

En la Figura 2, se muestran los rendimientos totales del cultivo de Zapallo. En la primera

temporada, el menor rinde fue para el tratamiento T1, los tratamientos C R, C H, T2, CV H y CV R tuvieron un 99, 112, 133, 161 y 179% más de rendimiento, respectivamente, con respecto a T1. En esta temporada, todos los tratamientos con cultivos de cobertura y el T2 fueron muy estadísticamente significativos al testigo absoluto (T1).

En la segunda temporada, T1 y T2 fueron los tratamientos que presentaron menos rendimiento, mientras que CV R, C R, CV H y C H tuvieron un, 150, 240, 259 y 376% más de rendimiento con respecto a T1. Al igual que en la primera temporada, los tratamientos con cultivos de cobertura fueron los de mayor

Ponce, J. P., Siliquini, O. A. y Fernández, R.

Tabla 6. Uso Consuntivo (UC) y eficiencia de utilización del agua (EUA), para los diferentes cultivos de cobertura.

Table 6. Water Consumption (UC) and water use efficiency (EUA), for the different cover crops.

Temporada	Variable	Centeno (C)	Centeno - Vicia (CV)
Primera	UC (mm)	531 a	481 b
	EUA (kg.mm ⁻¹)	14,2 a	9,4 b
Segunda	UC (mm)	198,6 a	190,9 a
	EUA (kg.mm ⁻¹)	33,1 a	26,1 b
Tercera	UC (mm)	158,4 a	160,4 a
	EUA (kg.mm ⁻¹)	35,4 a	30,4 a

Letras diferentes en cada línea indican diferencias significativas test Tukey (p<0,10).
Different letters in each line indicate significant differences in the Tukey test (p <0.10).

productividad.

En la tercer temporada, también el T1 fue el de menor producción, seguido de CV H, C H, C R, T2 y CV R, con un incremento de 101, 104, 121, 140 y 228% en el rinde, respectivamente, respecto a T1. Al igual que en las temporadas anteriores, todos los tratamientos con cultivos de cobertura y T2 fueron superiores al testigo absoluto (T1).

Los rendimientos obtenidos en el presente trabajo se encuentran muy por debajo a los resultados informados por Castagnino et.al. (2015), Luna et al. (2020), D'Amico et al. (2017) y Lang & Ermini (2010), bajo riego complementario durante el desarrollo del cultivo

de zapallo.

Uso consuntivo y eficiencia en el uso del agua de zapallo

En la Tabla 7, se presenta el UC y la EUA para el cultivo de zapallo. En la primer temporada, el UC del cultivo de zapallo fue estadísticamente superior en T1 y T2 (valor promedio 232 mm), mientras que los tratamientos con cultivo de cobertura tuvieron en promedio 184 mm de UC. En este sentido, el UC fue un 15, 19, 21 y 30% menos para CH, CV H, CR y CV R, respectivamente, con respecto a T1. Las EUA se encontraron entre 22 kg fruto.mm⁻¹.ha⁻¹ para T1 y 88 kg fruto mm⁻¹.ha⁻¹ para CV R. De mayor a menor se ordenaron de la siguiente manera CV R> CV H> C H= C R> T2> T1.

Para la segunda temporada, el UC fue similar entre todos los tratamientos evaluados y no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, la EUA dependió del manejo previo al cultivo de zapallo, y varió entre 6 y 29 kg fruto.mm⁻¹.ha⁻¹. De mayor a menor las EUA se ordenaron de la siguiente manera C H> CV H> C R> CV R> T2> T1.

En la tercer temporada, el UC también fue similar entre todos los tratamientos evaluados, y fue en promedio para T1 y T2 de 357 mm, y 332 mm para los tratamientos con cultivo de cobertura. Con respecto a la EUA, al igual que en las demás temporadas, se encontraron diferencias significativas entre T1 y el resto de los tratamientos, destacándose CV R con 32 kg fruto.mm⁻¹ seguido por C R= T2>C H=CV H>T1.

En general en las tres temporadas estudiadas las mayores EUA se obtuvieron en los tratamientos que incluyeron CC. La mejora en la oferta hídrica a partir de la siembra de los cultivos de verano hasta la cosecha, puede estar explicada por un incremento de la tasa de infiltración del suelo

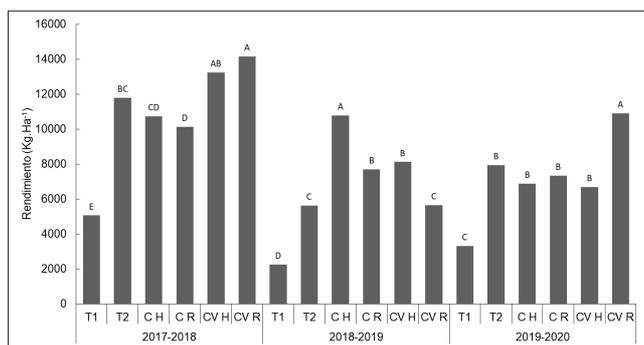


Figura 2. Rendimiento total del cultivo zapallo, según temporadas y tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas Test Tukey (p<0,10) dentro de cada temporada.

Figure 2. Total crop yield squash crop, according to seasons and treatments. Different letters indicate significant differences Tukey Test (p <0.10) within each season.

(Folorunso et al., 1992), a su vez los residuos en la superficie disminuyen la temperatura del mismo (Fernández et al., 2008) minimizando de esta manera las pérdidas por evaporación (Clark et al., 2007), permitiendo obtener mayores EUA en manejos que involucren cultivos de cobertura. Otro efecto positivo de la inclusión de los CC es la disponibilidad de nutrientes debido a la descomposición de su biomasa. Estudios desarrollados en la Región Semiárida Pampeana comprobaron aportes entre 30 y 70 kg N.ha⁻¹ y entre 5-8 kg P.ha⁻¹ (Fernández et al., 2012; Eggmann, 2020). Los mayores rendimientos de zapallo sobre los tratamientos con CC se deben a procesos asociados a la cobertura del suelo, supresión de malezas y aporte de nutrientes como N y P.

No existen antecedentes acerca del efecto del tipo de secado del CC para el cultivo de zapallo en secano. Davis (2010) y Baigorria et al. (2019), encontraron que el método de secado no

afectó el rendimiento de la soja utilizando centeno como cultivo de cobertura, aunque la utilización del rolado, permitiría un uso más sustentable de los recursos naturales y sería una opción promisoriosa en áreas con restricciones en la aplicación de herbicidas (agricultura orgánica y zonas periurbanas).

La utilización de CC contribuye a incrementar los contenidos de carbono orgánico, aprovechando el agua no utilizada durante los barbechos de invierno (Duval et al., 2015; Ruis & Blanco-Canqui, 2017), no obstante, la textura del suelo, las especies utilizadas y el clima, pueden ser factores que influyan en este efecto. En algunos casos se necesitan décadas de utilización de CC para que tengan efecto positivo en los contenidos de carbono (Poeplau & Don, 2015).

Si bien los resultados son preliminares, también son alentadores, ya que asociado al uso del rolo como método de secado/detención del crecimiento de los CC, es

posible tener menor impacto sobre el ambiente, debido a una disminución en el uso de insumos. Esto resulta interesante para zonas donde está prohibido el uso de agroquímicos, y también aparece como una oportunidad de minimizar el uso de insumos.

No obstante, se deben seguir evaluando más cantidad de años, en otras zonas y en diferentes suelos ya que no se encuentran en la bibliografía este tipo de abordaje, donde se evalúen tecnología antes y durante el cultivo de zapallo en producción de secano.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos si bien preliminares, permiten concluir que los cultivos de cobertura como centeno y vicia son una

Tabla 7: Uso Consuntivo (UC) y eficiencia en el uso del agua (EUA), del cultivo de Zapallo en: T1: sin antecesor CC y sin control de malezas durante el ciclo, T2: sin antecesor CC, con control de malezas (laboreo y herbicida), durante el ciclo. C H: Antecesor Centeno como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida. C R: Antecesor Centeno como CC, con detención del crecimiento mediante rolado. CV H: Antecesor Centeno + Vicia como CC, con detención del crecimiento mediante herbicida. CV R: Antecesor Centeno + Vicia utilizado CC, con detención del crecimiento mediante rolado.

Table 7: Water Consumption (UC) and water use efficiency (EUA), in squash crop, T1: without CC predecessor and without weed control during the cycle, T2: without CC ancestor, with weed control (tillage and herbicide), during the cycle. C H: Rye ancestor as CC, with growth arrest by herbicide. C R: Rye ancestor as CC, with growth arrest by rolling. CV H: Rye + Vetch ancestor as CC, with growth arrest by herbicide. CV R: Rye + Vetch ancestor used CC, with growth arrest by rolling.

Temporadas	Variables	T1	T2	C H	C R	CV H	CV R
Primera	UC (mm)	231a	234 a	199 b	184 bc	188 b	163 c
	EUA (kg MS fruto.mm ⁻¹ .ha ⁻¹)	22 d	50 c	55 c	55 c	71 b	88 a
Segunda	UC (mm)	373 a	374 a	371 a	366 a	366 a	363 a
	EUA (kg MS fruto.mm ⁻¹ .ha ⁻¹)	6 d	15 c	29 a	21 b	22 b	16 c
Tercera	UC (mm)	350 a	363 a	324 a	340 a	325 a	341 a
	EUA (kg MS fruto.mm ⁻¹ .ha ⁻¹)	10 c	22 b	21 b	22 b	21 b	32 a

Letras diferentes entre columna indican diferencias significativas test Tukey (p<0,10). Different letters between columns indicate significant differences in the Tukey test (p <0.10).

alternativa viable como antecesor del cultivo de zapallo.

El rendimiento de cultivo de zapallo anco, variedad Frontera INTA, fue mayor sobre los cultivos de cobertura, con respecto al manejo tradicional.

Ambos métodos de secado de los cultivos de cobertura fueron efectivos. No obstante, el rolado surge como una alternativa a considerar debido a que permite minimizar la cantidad de aplicaciones de herbicidas y por consiguiente tiene un menor impacto en el medio ambiente. Además, este método puede utilizarse, en lugares donde la aplicación de agroquímicos está prohibida.

Se necesitan continuar con estos estudios para validar los resultados obtenidos, en sitios con suelos de diferente granulometría y condición climática.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal de campo y de laboratorio de la facultad de agronomía UNLPam e INTA E.E.A. ANGUIL por su dedicación de siempre. Como así también, a los revisores por sus aportes realizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayastuy, M. E., Bellacomo, C., Sidoti Hartmann, B. y Della Gaspera, P. (2013). Caracterización de las variedades e híbridos de zapallo anquito utilizados en las regiones del país. En: P. Della Gaspera. Manual del cultivo de Zapallo Anquito (*Cucurbita moschata* Duch). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Baigorria, T., Alvarez, C., Cazorla, C., Belluccini, P., Aimetta, B., Pegoraro, V., Boccolini, M., Conde, B., Faggioli, V., Ortiz, J. y Tuesca, D. (2019). Impacto ambiental y rolado de cultivos de cobertura en producción de soja bajo siembra directa. *Ciencia del suelo*, 37, 355-366.
- Baigorria, T. y Cazorla, C. (2010). Eficiencia del uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, AACs. Rosario (Santa Fe), Argentina.
- Bertolla, A. M., Baigorria, T., Gómez, D. T., Cazorla, C. R., Cagliero, M., Lardone, A., Bojanich, M. y Aimetta, B. (2012). Efecto de la fertilización sobre la eficiencia del uso del agua de especies invernales utilizadas como cultivos de cobertura. En: C. Álvarez, A. Quiroga, S. Diego y M. Bodrero (Eds). Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Argentina: Ediciones INTA.

- Carfagno, P., Eiza, M., Babinec, F. y Quiroga, A. (2013). Inclusión de cultivos de cobertura en la dinámica hídrica de hapludoles y haplustoles del oeste de la provincia de Buenos Aires y noreste de La Pampa. En: C. Álvarez, A. Quiroga, S. Diego y M. Bodrero, (Eds). Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. La Pampa: Ediciones INTA.
- Castagnino, A. M., Della Gaspera, P. G., Mondini, S., Rosini, M. B. y Díaz, K. E. (2015). Evaluación del rendimiento de Zapallos Anco (*Cucurbita moschata* Duch.), en el centro de la Provincia de Buenos Aires. XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura ASAHO. Bahía Blanca (Buenos Aires), Argentina.
- Clark, A. J., Meisinger, J. J., Decker, A. M. & Mulford, F. R. (2007). Effects of grass-selective herbicide in a vetch-rye cover crop system on corn grain yield and soil moisture. *Agronomy Journal*, 99, 43-48.
- Daliparthi, J., Herbert, S. & Veneman, P. (1994). Dairy manure application to alfalfa: crop response, soil nitrate, and nitrate in soil water. *gronomy Journal*, 86, 927-933.
- D'Amico, J. P., Varela, P., Caracotche, M. V. y Bellacomo, M. C. (2017). ¿Cómo iniciar los cultivos hortícolas en labranza cero o Siembra directa?. 8 p. Ed. INTA 2017. Boletín de divulgación N° 21.
- D'Amico, J. P., Varela, P. y Bellacomo, M. (2016). Labranza cero y fertirriego por goteo en la producción de zapallo anquito: análisis de la eficiencia en el uso de los principales recursos. 20 pp. Ed. INTA 2016. Informe técnico N° 49.
- Davis, A. (2010). Cover-Crop Roller-Crimper Contributes to Weed Management in No-Till Soybean. *Weed Science*, 58, 300-309.
- Della Gaspera, P. (2012). Protocolo para ensayos comparativos de zapallo. 8 p. Ed. INTA 2012. Informe Final del Proyecto Específico: Producción integrada de zapallo diferenciada por calidad de productos y procesos. PNHFA-061261.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. (2013). Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Duval, M. E., Capurro, J. E., Galantini, J. A. y Andriani, J. M. (2015). Utilización de cultivos de cobertura en monocultivo de soja: efectos sobre el balance hídrico y orgánico. *Ciencia del suelo*, 33, 247-261.
- Eggmann, O. E. (2020). Descomposición de residuos de cultivos de cobertura y su efecto en el cultivo de soja (Tesis grado, para obtener el título de Ingeniero Agrónomo). Facultad de Agronomía UNLPam.
- Fernández, R., Noellemeier, E. y Quiroga, A. (2012). Cultivo de cobertura, ¿una alternativa viable para la región semiárida pampeana? *Revista Argentina de la Ciencia del suelo*, 30, 137-150.

- Fernández, R., Quiroga, A., Noellemeyer, E., Funaro, D., Montoya, J., Hitzmann, B. & Peinemann, N. (2008). A study of the effect of the interaction between site-specific conditions, residue cover and weed control on water storage during fallow. *Agricultural Water Management*, 95, 1028-1040.
- Folorunso, O. A., Rolston, D. E., Prichard, T. & Louie, D. T. (1992). Cover crop lower soil surface strength, may improve soil permeability. *California Agriculture*, 46(6), 26-27.
- Frasier, I., Quiroga, A. & Noellemeyer, E. (2016). Effect of different cover crops on C and N cycling in sorghum NT systems. *Science of The Total Environment*, 562, 628-639.
- Grasso, R., Pechin, C. y Muguero, A. (2015). Resultados del Censo Hortícola de la provincia de La Pampa, campaña 2013-2014. XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAH. Bahía Blanca (Buenos Aires), Argentina.
- Islam, N., Wallender, W., Mitchell, J., Wicks, S. & Howitt, R. (2006). A comprehensive experimental study with mathematical modeling to investigate the effects of cropping practices on water balance variables. *Agricultural Water Management*, 82, 129-147.
- Lang, M. & Ermini, P. (2011). Manual del cultivo de Zapallo en la Región Semiárida Pampeana. Boletín de divulgación técnica N°97. Ed. INTA 2011.
- Lang, M. & Ermini, P. (2010). Evaluación de distintas densidades de siembra en un cultivo de zapallo tipo "Anco" (*Cucurbita moschata*) en la región semiárida Pampeana. *Revista de la Facultad de Agronomía de la UNLPam*, 21, 37-43.
- Luna, S. A., Bazán, P. L., Castagnino, A. M., Díaz, K., Escudero, A. S., Sturba, L., Guisólis, A. & Marina, J. (2020). Productividad de *Cucurbita moschata* mediante dos sistemas de inicio, en Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *Revista de Horticultura Argentina*, 39(98), 6-20.
- Lusto, J., Rodríguez, R., Della Gaspera, P., y Elisei, V. (2013). Manejo del Cultivo. En: P. Della Gaspera, Manual del cultivo de Zapallo Anquito (*Cucurbita moschata* Duch). Ediciones INTA. I
- Mathews, O., y Army, T. (1960). Moisture storage on fallow wheatland in the great plains. *Soil Science Society of America Proceedings*, 24, 414-418.
- Miranda, W., Scianca, C., Barraco, M., Álvarez, C. & Lardone, A. (2012). Cultivos de cobertura: dinámica del agua luego de dos momentos de secado. XIX Congreso latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, (Buenos Aires), Argentina.
- Ponce, J. P., Siliquini, O., Carassay, L., Belmonte, V. y Moyano González, G. (2015). Evaluación del rendimiento de zapallo Anco (*Cucurbita moschata* Duch.) Cuyano INTA, iniciado de semilla, un manejo con riego y en seco, con diferentes desmalezados, en la provincia de La Pampa. XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAH. Bahía Blanca (Buenos Aires), Argentina
- Poeplau, C. & Don, A. (2015). Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of covercrops- Ameta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33-41. doi:10.1016/j.agee.2014.10.024
- Quiroga, A., Gaggioli, C., Fernández, R. y Noellemeyer, E. (2015). Contribución al manejo sustentable de suelos en zonas semiáridas. En: R. Casas, R. y G. Albarracín (Eds.). El deterioro del suelo y del ambiente en la Argentina (pp. 167-181). Tomo 1. Ed. PROSA-FECIC.
- Restovich, S., Andriulo, A. & Portela, S. (2012). Introduction of cover crops in a maize-soybean rotation of the Humid Pampas: effect on nitrogen and water dynamics. *Field Crops Research*, 128, 62-70.
- Ruis, S. J. & Blanco-Canqui, H. (2017). Cover Crops Could Offset Crop Residue Removal Effects on Soil Carbon and Other Properties: A Review. *Agronomy Journal*, 109, 1785-1805. doi:10.2134/agronj2016.12.0735.
- Sainju, U., Schomberg, H., Singh, B., Whitehead, W., Tillman, P. & Lachnicht-Weyers, S. (2007). Cover crop effect on soil carbon fractions under conservation tillage cotton. *Soil & Tillage Research*, 96, 205-218.
- Uhaldegaray, M., Oderiz, A., Scherger, E., Frasier, I., Fernández, R., Pérez, M., Quiroga, A. y Zalba, P. (2018). Contribución de los cultivos de cobertura a la disponibilidad de nitrógeno en el cultivo sucesor. XXVI Congreso Argentino de la Ciencias del Suelo. San Miguel de Tucuman (Tucuman). Argentina.
- Unger, P. & Vigil, M. (1998). Cover crop effects on soil water relationships. *Soil and water conservation*, 5, 200-207.
- Walters, S. (2011). Weed management systems for no-till vegetable production. INTECH open acces. 24 pp. Disponible web: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/13132.pdf>.