

Ponderación del valor agronómico de algunos cereales invernales para la conservación del suelo en el semiárido austral pampeano

Luciano Zubiaga, Juan Vanzolini, Diego Ombrosi, Luciana Dunel, Romina Storniolo y Miguel Cantamutto

ISSN 0328-3399 Informe técnico N° 86



ISSN 0328-3399 Informe técnico N°86
Noviembre 2023 – INTA Hilario Ascasubi

Ponderación del valor agronómico de algunos cereales invernales para la conservación del suelo en el semiárido austral pampeano

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina



Ponderación del valor agronómico de algunos cereales invernales para la conservación del suelo en el semiárido austral pampeano.

Luciano Zubiaga, Juan Vanzolini, Diego Ombrosi, Luciana Dunel, Romina Storniolo y Miguel Cantamutto. INTA Hilario Ascasubi.

ISSN 0328-3399 Informe técnico N°86.

Resumen

En las regiones semiáridas resulta crucial el cultivo de especies eficientes en el uso del agua, que pueden contribuir a la generación de cobertura del suelo. Este trabajo evaluó la estructura y composición de la biomasa aérea de tres cereales invernales y algunos indicadores de eficiencia productiva durante 2019 en el secano de Hilario Ascasubi. Se evaluaron 11 cultivares de avena, centeno, trigo y triticale. Se determinó el contenido de agua en los primeros 90 cm del perfil al inicio y fin del ciclo de los cultivos para el cálculo del uso consuntivo. Al final del ciclo se midió, altura del vástago fértil, densidad de vástagos fértiles, índice de área de tallo (IAT) del rastrojo remanente, biomasa total (rastrojo y grano) e índice de cosecha (IC). Se calculó la eficiencia de uso del agua (EUA) para la producción de biomasa total (rastrojo y grano). Entre todos los cereales evaluados se destacó la avena Maná, con aproximadamente 1400 vástagos fértiles m^{-2} , entre dos y siete veces superior a otras variedades. Los centenos Don José y Emilio junto al triticale Ona tuvieron una altura superior a 130 cm. Contrariamente, la avena Elizabeth y Maná fueron más petizas (aproximadamente 70 cm). El IAT estuvo entre 0,7 y 2,5, destacándose Maná. No se observaron diferencias en la biomasa total acumulada ni en el rastrojo remanente. El triticale y el centeno presentaron el mayor uso consuntivo. Asimismo, la avena Violeta se destacó en el mayor rendimiento de grano, reflejado en el IC y por lo tanto en la EUA para la producción de grano. El trigo presentó la menor EUA para la producción de biomasa total y el centeno fue el que presentó la mayor EUA para la producción de biomasa de rastrojo. Si bien se observaron diferencias debidas a las especies y variedades en la mayoría de los

parámetros evaluados, se destacó la avena Violeta debido al equilibrio en la producción de grano y biomasa, siendo la más eficiente para transformar el agua consumida en la biomasa total y principalmente en la producción de grano, dejando un rastrojo remanente adecuado para una buena cobertura apropiada para la conservación del agua y el suelo.

Introducción

En las regiones semiáridas, el comportamiento de los cultivos se encuentra fuertemente condicionado por la cantidad y distribución de las precipitaciones, la ocurrencia de sequías y temperaturas extremas (Fisher & Turner, 1978). Frecuentemente, las precipitaciones no cubren los requerimientos de uso consuntivo de los cultivos (Bono et al., 2017; Passioura & Angus, 2010; Quiroga et al., 2007), por lo que las prácticas de manejo del suelo y el empleo de especies eficientes en el aprovechamiento de agua pueden aumentar la viabilidad de los cultivos (Imaz et al., 2010; Passioura, 1977; Sadras & Angus, 2006). El constante desafío tecnológico es dilucidar el modo en que la genética y el manejo cultural pueden ser combinados para maximizar la eficiencia del uso del agua (EUA) por parte de los cultivos.

Las condicionantes edafoclimáticas del semiárido austral pampeano determinan que la agricultura se concentre en algunos pocos cultivos invernales (Casagrande y Vergara, 1996; Sánchez et al., 1998). Ello se debe a que el periodo crítico para la determinación del rendimiento de los cultivos invernales transcurre durante la primavera (Fischer, 1985; Slafer & Andrade, 1989; Savin & Slafer, 1991; Magrin et al., 1993; Slafer et al. 1994), cuando el balance entre las precipitaciones y la evapotranspiración suele ser más favorable (Sánchez et al., 1998). Los cultivos utilizados son cebada, avena, centeno y trigo, que es la alternativa más adoptada.

Los cultivares mejorados para ambientes de alto potencial generalmente presentan una mejora del índice de cosecha (IC), debido al aumento en la fracción vegetal cosechada (Satorre, 2003; Scianca, 2010). Sin embargo, este rasgo fisiológico, de alto valor productivo, atenta contra una buena contribución a la cobertura del suelo mediante el rastrojo remanente luego de su cultivo (Zhang et al., 2010), aspecto sumamente importante en ambientes de menor potencial como las regiones semiáridas para mitigar la degradación de los suelos producto de la erosión hídrica y eólica.

En el semiárido austral pampeano, la rotación de cultivos generalmente se reduce a una secuencia corta trigo - rastrojo - trigo, en la que se alterna el cultivo de trigo y un año de descanso (Agamennoni et al., 1993). En algunos casos suele incluirse un verdeo de invierno, quedando definida como trigo - rastrojo - verdeo (Iurman, 2009). A pesar que los rastrojos de trigo son de escaso valor nutricional para el ganado, forman parte de un recurso forrajero que históricamente apuntaló a la ganadería bovina regional (Agamennoni et al., 1993).

Existe una fuerte relación entre el grado de cobertura por los residuos vegetales y el agua almacenada en el suelo (Greb et al., 1967; Quiroga et al., 1996; Unger, 1976; Wilhelm et al., 1986). Al reducir las pérdidas por evaporación directa (Flury et al. 2009; O'Leary & Connor, 1997; Unger & Parker, 1976), la cobertura del suelo incrementa la EUA (Prasad & Power, 1991). En ambientes semiáridos, la sustentabilidad de los sistemas de producción resulta dependiente del aporte de residuos vegetales (Quiroga y Gaggioli, 2010). En esta región existen limitantes para mantener una adecuada cobertura de los suelos, tanto en planteos de labranza convencional (LC) como de labranza cero (L0; Agamennoni et al., 2012; López et al., 2015). Entre ellas, la frecuente recurrencia de ciclos de sequía disminuye el aporte de cobertura vegetal debido a la escasa acumulación de biomasa vegetal, tanto el LC como en L0 (Duval et al., 2013). Además, la utilización de LC, adoptada mayoritariamente, para realizar el barbecho de

los cultivos de invierno deja el suelo “desnudo” y lo expone a los efectos del clima. A su vez, es frecuente el pastoreo o sobrepastoreo de rastrojos y verdes forrajeros, que constituye una práctica inadecuada que agrava la situación (Agamennoni et al. 2012; Pezzola et al., 2010). Estas prácticas de manejo también impactan negativamente sobre el balance de materia orgánica, acentuándose así la degradación física y la pérdida por erosión eólica e hídrica (Li et al., 2009; Sanders, 1992; Sfeir, 2009).

La producción total de biomasa y la acumulación y estructura de los residuos vegetales dependerá del ambiente de cultivo y de la especie empleada (Araus et al., 2002; Forjan y Manso, 2018; Gaggioli, 2019; Studdert & Echeverria, 2000). Las gramíneas invernales aportan un buen volumen de residuos vegetales, que por su alta relación C/N dan lugar a perdurables coberturas de suelo (Parr & Papendick, 1978; Studdert & Echeverria, 2000). En ambientes semiáridos, el centeno suele ser considerado un buen antecesor, dada su alta producción de biomasa asociada a precocidad, tolerancia al frío y al estrés hídrico (Scianca et al., 2007).

Asimismo, la estructura de los rastrojos puede alterar el impacto de la gota de lluvia, el microclima de la superficie del suelo, y su capacidad de almacenamiento de agua (Smika, 1983; Swella et al., 2015; Van Doren & Allmaras, 1978). Al aumentar la altura y el número tallos en superficie, se reduce la fuerza erosiva del viento, y disminuye el potencial de evaporación por la desaceleración del intercambio de vapor convectivo y la absorción de energía radiante (Lascano et al., 1994; McMaster et al., 2000; Siddoway et al., 1965).

Para la adecuada planificación de los sistemas de producción agrícola del semiárido austral pampeano, resulta fundamental conocer el comportamiento agronómico de las diferentes especies y/o variedades de cultivos de invierno. El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferencias entre especies y variedades de cultivos de invierno (seleccionadas en

función de aquellos materiales con mayor adopción por los productores de la región) respecto de la estructura y composición de la biomasa aérea a partir de la altura de los vástagos fértiles, densidad de vástagos fértiles, biomasa total, índice de cosecha, cantidad y estructura del rastrojo remanente; e indicadores de eficiencia de producción de biomasa mediante el uso consuntivo (UC) y eficiencia de utilización del agua (EUA).

Materiales y métodos

Descripción del ensayo

Durante 2019 se realizó un estudio de cereales de invierno para cosecha en el campo experimental del INTA Hilario Ascasubi (39°24'36,4"S; 62°38'30,1"O), Buenos Aires. Los datos climáticos fueron tomados de la Estación Meteorológica de esa Unidad (Gustavo Zura, Agrometeorología).

La preparación del suelo consistió en un esquema de labranza convencional mediante rastra de discos. La siembra se realizó el 21 de junio con una sembradora experimental (marca Forti). La densidad de siembra objetivo fue de 200 plantas m⁻², regulada según el valor cultural en función del poder germinativo (PG), pureza (P), peso de mil granos (P1000) y coeficiente de logro. En el momento de la siembra se fertilizó con 50 kg ha⁻¹ de fosfato di amónico (PDA, grado 18-46-0) y a macollaje con 50 kg ha⁻¹ de urea (grado 46-0-0).

Se evaluaron 11 cultivares de cultivos de invierno; avena, centeno, trigo y triticale; Tabla 1 (descripción de variedades en Anexo 1). Se utilizó un diseño experimental en bloques completos aleatorios con 4 repeticiones, con una unidad experimental (UE, parcela) constituida por 7 surcos o líneas de siembra a 0,2 m y 6 m de largo (8,4 m²).

Tabla 1. Descripción de los 11 cultivares comerciales evaluados.

N°	Especie	Cultivar	Origen	Año de liberación	Hábito de crecimiento	Destino
1	Avena	Violeta INTA	EEA Bordenave	1998	Er/Se	
2		Elizabeth INTA	EEA Bordenave	2016	Se/Sr	
3		Julieta INTA	EEA Bordenave	2015	Er/Se	Forr/Gr
4		Florencia INTA	EEA Bordenave	2016	Er/Se	
5		Paloma INTA	EEA Bordenave	2018	Er/Se	
6		Marita INTA	EEA Bordenave	2011	Se	
7		Bon. INTA Mana	CEI Barrow	2010	Er/Se	Gr/Forr
8	Centeno	Emilio INTA	EEA Bordenave	2011	Se/Sr	Forr/Gr
9		Don José INTA	EEA Bordenave	2013	Sr	Forr/Cob
10	Triticale	Ona INTA	EEA Bordenave	2009	R/Sr	Forr/Gr
11	Trigo	Buck Meteoro	Criadero Buck	2008	Se	Gr

Hábito de crecimiento: Er: erecto; Se: semierecto; Sr: semirastrero, R: rastrero.
Destino; Forr: forraje; Gr: grano; Cob: cobertura.

Evaluaciones

Para realizar los muestreos de suelo y biomasa, se trazó una línea imaginaria que dividió la UE en dos mitades iguales y en cada una se estableció el muestreo en la porción media central.

- *Suelo*

Los muestreos se realizaron previo a la siembra y cosecha de los cultivares. Para ello se tomó por cada UE una muestra compuesta por dos submuestras mediante un barreno acanalado. Las profundidades de muestreo fueron: 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 y 60-90 cm.

Se estimó la lámina de agua total del suelo (LAT) mediante la determinación de la humedad por el método gravimétrico, la densidad aparente por el método del cilindro (Blake & Hartge, 1986) y el espesor de muestreo. Para el cálculo de la densidad aparente se extrajeron muestras sin disturbar, previo a la siembra, mediante cilindros de volumen conocido (4,7 cm de diámetro y 5 cm de alto, es decir, 86,75 cm³) a 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35 y 35-40 cm de profundidad.

El uso consuntivo (UC) o agua consumida se calculó a partir del balance determinado por la diferencia entre el agua almacenada en el suelo al inicio y final del período de cultivo y de las precipitaciones ocurridas durante este, aplicando la ecuación [1]. Este método de cálculo asume escurrimiento cero (López & Arrúe, 1997).

$$UC = (LAT_i - LAT_f) + PP \quad [1]$$

UC: uso consuntivo (mm); LAT_i: lámina de agua total a la siembra de los cultivos (mm); LAT_f: lámina de agua total al finalizar el ciclo de crecimiento de los cultivos (mm); PP: precipitaciones (mm) acumuladas en el ciclo de crecimiento de los cultivos.

La eficiencia de uso del agua para la acumulación de biomasa seca total, de grano y de rastrojo (EUA biomasa total, EUA grano y EUA rastrojo, en kg ha⁻¹ mm⁻¹) se estimó mediante el cociente entre biomasa total, grano y rastrojo (kg ha⁻¹) y el UC (mm), aplicando las ecuaciones 2, 3 y 4, respectivamente (López & Arrue, 1997).

$$\text{EUA biomasa total} = \frac{\text{Biomasa total}}{\text{UC}} \quad [2]$$

$$\text{EUA grano} = \frac{\text{Biomasa grano}}{\text{UC}} \quad [3]$$

$$\text{EUA rastrojo} = \frac{\text{Biomasa rastrojo}}{\text{UC}} \quad [4]$$

EUA: eficiencia en el uso del agua ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$); Biomasa total: biomasa seca total aérea al final del ciclo del cultivo (kg ha^{-1}); Biomasa grano: rendimiento o biomasa seca de grano del cultivo (kg ha^{-1}); Biomasa rastrojo: biomasa seca de rastrojo del cultivo (kg ha^{-1}); UC: uso consuntivo (mm).

- *Biomasa aérea*

Alcanzado el estado de madurez fisiológica, se realizó el corte manual recolección a nivel de superficie del suelo de dos líneas de siembra adyacentes en 0,5 m lineales ($0,2 \text{ m}^2$), con dos submuestras por UE.

Se determinó la altura del vástago fértil, considerando desde el nivel de superficie del suelo hasta el extremo superior de las aristas de la espiga o panoja ($n = 10$ vástagos fértiles); la densidad de vástagos fértiles mediante el conteo manual de la cantidad de vástagos fértiles por submuestra, la biomasa fresca total mediante el pesado de toda la biomasa recolectada. Luego, se realizó el trillado mediante una trilladora estacionaria para estimar el rendimiento en grano. Se realizó la diferencia entre la biomasa total y de grano para estimar el aporte de biomasa de rastrojo. La biomasa total, el rendimiento en grano y la biomasa de rastrojo se expresaron como materia seca, previo secado a estufa (60°C) hasta peso constante. El índice de cosecha (IC) se calculó como el cociente entre la biomasa seca de grano y biomasa seca aérea total.

Se calculó el índice de área de área de tallo (IAT) aplicando la ecuación [5] (McMaster et al., 2000).

$$\text{IAT} = dv \times hv \times N \quad [5]$$

IAT: índice de área de tallo (m^2 de vástagos m^{-2} de suelo); dv: diámetro del vástago (m); hv: altura del vástago (m); N: número de vástagos m^{-2} .

Se asumió un diámetro promedio del vástago de 4 mm de acuerdo con las mediciones realizadas por Zubiaga (2022). Además, suponiendo una altura de cosecha de dos tercios de la altura media de los vástagos fértiles, que permite la mayor eficiencia en la cosecha del grano (McMaster et al., 2000), se determinó la altura del vástago o rastrojo remanente aplicando esta regla a la altura del vástago fértil. La densidad de vástagos se determinó mediante conteo manual de los vástagos fértiles como se describe previamente.

Estadística

Los resultados se presentan como medias. Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) y la prueba LSD Fisher para la comparación de medias ($P < 0,05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020).

Resultados y discusión

Precipitaciones

Durante 2019, las lluvias mostraron la natural variabilidad en el registro total, así como en la distribución mensual (Figura 1). La precipitación anual fue 385 mm, representando una probabilidad de ocurrencia del 84%. La misma se ubicó por debajo del histórico (1966 - 2021) en 100 mm, es decir, 55 mm menos durante el barbecho (enero - mayo) y 45 mm menos durante el ciclo de los cultivos (junio - diciembre).

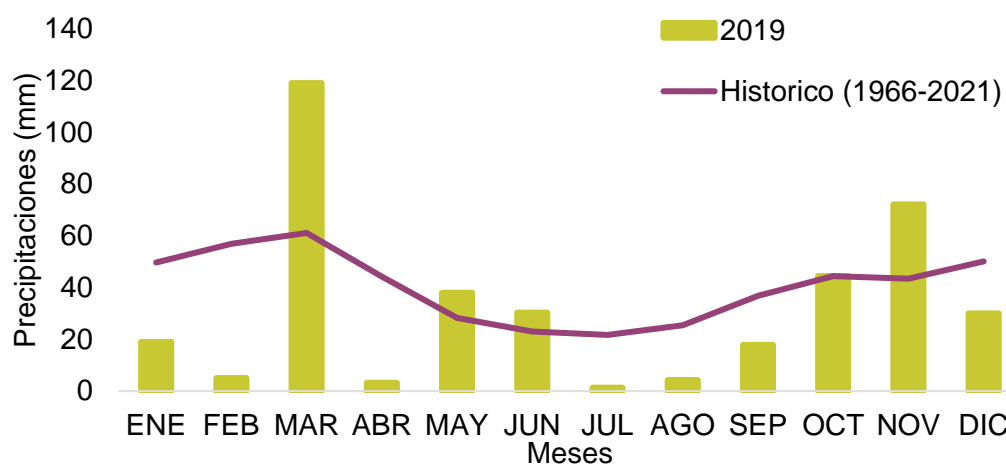


Figura 1. Distribución de la precipitación mensual (mm) durante el 2019 y del promedio histórico para la serie 1966 - 2021 (G. Zura, comunicación personal, 3 de marzo de 2022).

En general, todos los meses registraron milimetrajes por debajo del promedio histórico (1966 - 2021), excepto marzo, mayo, junio y noviembre que lo superaron (Figura 2). En marzo se superó el promedio en aproximadamente el doble del histórico debido a la ocurrencia de aproximadamente 110 mm el 15 de marzo, siendo el único evento con un registro por encima de los 100 mm en toda la serie histórica. Por otro lado, mayo y junio, son meses claves para la recarga hídrica del perfil del suelo a la hora de la siembra; al igual que en noviembre se produce la etapa de llenado de grano.

Estructura y composición de la biomasa aérea

Se observaron diferencias significativas en la densidad de espigas o panojas entre los cultivos ($P < 0,001$). La avena Maná, con aproximadamente 1400 vástagos fértiles m^{-2} superó entre dos y siete veces la densidad de las otras variedades (Tabla 2). Le siguieron Elizabeth y Marita, similares y superiores a Julieta y Emilio que tampoco se diferenciaron. Florencia y Violeta presentaron características intermedias a estos dos grupos. Le siguieron

Meteoro y Don José que fueron similares. Ona fue el cultivar con menor densidad de vástagos fértiles (Tabla 2). Por lo tanto, en general las avenas presentaron la mayor densidad de panojas, acorde con su gran capacidad de macollaje (Hernández-Campuzano et al., 2018). Entre ellas, Maná es el único cultivar mejorado en la Chacra Experimental Integrada INTA Barrow (Tres Arroyos) que tradicionalmente busca variedades de alta producción granífera, por lo que es altamente probable que se destaque en contexto de producción de grano (F. Moreyra, comunicación personal, 22 de mayo de 2023).

Tabla 2. Densidad de vástagos fértiles (espigas o panojas n°/m²), altura del vástago fértil e índice de área de tallo (IAT) de las variedades de cultivos de invierno evaluados.

Variedad	Densidad vástagos fértiles	Altura vástago fértil	IAT
	n° / m ²	cm	
Mana	1394 a	68 f	2,51 a
Elizabeth	577 b	70 f	1,07 e
Marita	562 b	95 cd	1,40 c
Florencia	519 bc	84 e	1,15 de
Violeta	510 bc	99 c	1,34 cd
Julieta	480 c	89 de	1,13 de
Emilio	476 c	135 b	1,70 b
Paloma	451 c	88 de	1,05 ef
Meteoro	367 d	87 e	0,84 fg
Don Jose	352 d	149 a	1,39 c
Ona	200 e	133 b	0,70 g

Avena (rojo), centeno (azul), triticale (verde) y trigo (amarillo). Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades (P<0,05).

En cuanto a la altura de vástago fértil se observaron diferencias debidas a las variedades (P < 0,001). El centeno Don José fue el que presentó la mayor altura con 149 cm, seguido del centeno Emilio y el triticale Ona que no se diferenciaron con 135 y 133 cm, respectivamente (Tabla 2). Las avenas Elizabeth y Mana fueron las de menor altura con 70 y 68 cm,

respectivamente. El resto de las avenas y el trigo se situaron en una posición intermedia sin diferenciarse (Tabla 2). Cabe destacar que la mayor altura y, en consecuencia, el mayor despeje de la estructura reproductiva, permitirían una mayor altura de corte en la cosecha.

Los resultados observados en Emilio superan la altura promedio de 101 cm en tres años de ensayos en Bordenave (2018 – 2020; F. Moreyra, comunicación personal, 22 de mayo de 2023) y se asemejan a los obtenidos por Donaire et al. (2016) en un ensayo en INTA EEA Marcos Juárez con 135 cm. Los mismos autores, en un ensayo realizado tres años después con variedades de diferentes especies (avena, cebada forrajera, centeno, triticale y trigo pan), destacaron al triticale Ona INTA con 110 cm. Valor por debajo de los datos observados por Donaire et al. (2019).

Tanto la altura como la densidad de vástagos fértiles son rasgos que impactan sobre la estructura de la cobertura del rastrojo residual. El número, diámetro y altura de tallos son factores que regulan el microclima de la interfase suelo-atmósfera y, por lo tanto, en el grado de conservación del agua en el suelo (McMaster et al., 2000). Sin embargo, un exceso de altura de la planta puede inducir el vuelco y desgrane del cereal invernal (Donaire et al 2016)

El IAT se estimó entre 0,7 y 2,5 con diferencias significativas entre las variedades ($P < 0,0001$; Tabla 2). La avena Maná, si bien fue la que presentó la menor altura, ello se vio compensado por la gran cantidad de vástagos por unidad de superficie y fue la que se destacó en el IAT. Le siguió el centeno Emilio y luego no se observaron diferencias entre el resto de las avenas y el centeno Don José. Quienes presentaron el menor índice fueron el trigo Meteoro y el triticale Ona, por lo tanto, éstos presentarían una estructura de rastrojo que brindarían condiciones menos favorables para la conservación del agua del suelo, contrariamente a Maná y Emilio que dejarían una estructura de rastrojo más adecuada.

La biomasa total acumulada por las variedades estuvo entre 14,7 y 9,9 Mg ha⁻¹, sin embargo, no se observaron diferencias ($P > 0,6$; Tabla 3). A partir de ello se trabajó con los promedios entre las especies y se observaron diferencias significativas ($P < 0,001$) en el que triticales (14,7 Mg ha⁻¹) y centeno (13,9 Mg ha⁻¹) no se diferenciaron y fueron superiores a avena (12,1 Mg ha⁻¹), y estas que trigo (9,9 Mg ha⁻¹). Estos resultados podrían inferir la tolerancia a condiciones hídricas menos favorables en el triticales y el centeno.

Tabla 3. Biomasa aérea total, rendimiento de grano, índice de cosecha (IC) y biomasa de rastrojo de las variedades de cultivos de invierno evaluados.

Variedad	Biomasa Total	Grano	IC	Rastrojo
	Mg ha ⁻¹			Mg ha ⁻¹
Ona	14,7	5,3 a	0,36 a	9,5
Emilio	14,7	3,3 de	0,24 bc	11,3
Violeta	13,7	5,5 a	0,41 a	8,2
Don Jose	13,2	2,9 e	0,20 c	10,4
Marita	12,4	4,5 abc	0,36 a	7,9
Elizabeth	12,0	3,6 cde	0,30 b	8,4
Julieta	11,9	4,7 ab	0,40 a	7,2
Mana	11,8	3,4 de	0,28 b	8,4
Paloma	11,7	4,1 bcd	0,37 a	7,6
Florencia	11,4	4,6 abc	0,38 a	6,8
Meteoro	9,9	3,6 cde	0,35 a	6,3

Avena (rojo), centeno (azul), triticales (verde) y trigo (amarillo). Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades ($P < 0,05$).

Se observaron diferencias significativas en el rendimiento entre las variedades ($P < 0,01$). El mayor rendimiento se obtuvo con Violeta y Ona, que no se diferenciaron significativamente de Julieta, Florencia y Marita, pero sí del resto (Tabla 3). Donaire et al. (2020) también destacaron los mayores rendimientos de grano de las variedades de avena. La baja producción de granos de los centenos pudo deberse a su fuerte aptitud forrajera (Carestía et al. 2017; Murillo et al., 2001), sobre todo Don José (objetivo forraje /

cobertura) que prioriza la partición de la biomasa acumulada a la fracción vegetativa y ello se vio reflejado en el menor IC, respecto a las avenas, trigo y triticale.

En ensayos comparativos de rendimiento (ECR) de avena realizados en INTA Bordenave, en 2016 y 2020, se destacó la producción de grano de Paloma INTA con 6 y 4,5 Mg ha⁻¹, respectivamente. Asimismo, en ECR de triticale entre 2000 – 2005 y 2018 - 2020, se destacó el cultivar Ona con promedios de 2,3 y 3,2 Mg ha⁻¹, respectivamente (F. Moreyra, comunicación personal, 22 de mayo de 2023).

Se observaron diferencias significativas en el IC debidas a las variedades (P < 0,001). Las avenas Violeta, Julieta, Florencia, Paloma, Marita, el triticale Ona y el trigo Meteoro fueron los de mayor IC, con valores entre 0,41 y 0,35, sin diferenciarse entre sí (Tabla 3). Le siguieron las avenas Elizabeth y Mana con 0,30 y 0,28, respectivamente, que tampoco se diferenciaron entre sí y estas fueron superiores al centeno Don José cuyo IC fue de 0,2. El centeno Emilio se situó en una posición intermedia entre Elizabeth / Mana y Don José con un IC de 0,24. Ello demostraría el destino productivo que diferencian las dos variedades de centeno, como lo es Don Emilio con destino forraje / grano y mayor IC, esta variedad es producto de la selección dirigida hacia la fertilidad floral de la espiga y al mayor número de macollos fértiles, que Don José con destino forraje/cobertura y en consecuencia mayor partición de la biomasa acumulada a la fracción vegetativa. En ensayos realizados en Bordenave, Emilio INTA alcanzó un rinde promedio de tres años (2018 – 2020) de 2,4 Mg ha⁻¹ (F. Moreyra, comunicación personal, 22 de mayo de 2023).

Además, si bien no se observaron diferencias en la biomasa de rastrojo debido a las variedades (P > 0,6; Tabla 3), si se observaron diferencias debidas a las especies (P < 0,001), en el que centeno y triticale produjeron la mayor cantidad de biomasa de rastrojo con 10,9 y 9,5 Mg ha⁻¹,

respectivamente, respecto de avena y trigo con 7,8 y 6,3 Mg ha⁻¹ que no se diferenciaron. Asimismo, todas las especies, a excepción del trigo, presentaron una biomasa de rastrojo por encima del valor indicativo de 8,0 Mg ha⁻¹ propuesto por Unger (1978) y Quiroga et al. (2005), como umbral mínimo para lograr una buena protección del suelo.

Indicadores de eficiencia de producción de biomasa

No se observaron diferencias en el UC debidas a las variedades ($P > 0,5$; Tabla 4). De manera que, al observar el promedio de las especies, se determinaron diferencias significativas ($P < 0,001$). Por lo tanto, triticale y centeno presentaron el mayor uso consuntivo con 197 y 195 mm, respectivamente. La avena fue el que presentó el menor uso consuntivo con 170 mm y el trigo ocupó una posición intermedia con 182 mm.

El uso del agua depende del suministro de agua del suelo, determinado principalmente por el agua almacenada en la zona de las raíces a la siembra, y por las precipitaciones durante el ciclo del cultivo (Passioura, 1977). También está determinado por el tipo de cultivo y sus características (Noellemeyer et al., 2013). Teniendo en cuenta que las tres especies estaban expuestas bajo la misma dotación hídrica, el triticale y el centeno parecen demostrar una mayor eficiencia en el consumo hídrico del suelo.

No se observaron diferencias en la eficiencia de uso del agua para la producción de biomasa total ($P > 0,4$) y de rastrojo debidas a las variedades ($P > 0,5$; Tabla 4). A pesar de ello se destaca la avena Violeta. En un estudio realizado en la EEA Hilario Ascasubi por Vanzolini et al. (2005), destacaron el buen comportamiento y producción de materia seca de la variedad de avena Violeta. En cuanto a las especies, tampoco hubo diferencias significativas ($P = 0,08$) en la biomasa total, pero se observó una tendencia a una menor eficiencia en el trigo con 56 kg ha⁻¹ mm⁻¹, respecto de avena, centeno y triticale que se situaron entre 72 y 76 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Respecto a la biomasa de rastrojo, si hubo diferencias debidas a las especies, que centeno

presentó la mayor eficiencia seguido a avena y triticale con valores intermedios a estas. Finalmente, trigo fue el que presentó la menor eficiencia de uso de agua a la producción de rastrojo.

Tabla 4. Uso consuntivo (UC) y eficiencia de utilización del agua (EUA) para la producción de biomasa total, de grano y de rastrojo de las variedades de cultivos de invierno evaluados.

Variedad	UC	EUA biomasa total	EUA grano	
			EUA grano	EUA rastrojo
mm		Kg ha ⁻¹ mm ⁻¹		
Don Jose	198	67	15 e	53
Ona	197	76	27 abc	49
Emilio	191	77	17 de	60
Meteoro	182	56	20 cde	36
Julieta	178	68	27 bc	41
Mana	175	67	19 de	48
Paloma	170	68	24 bcd	45
Elizabeth	169	72	22 bcd	50
Marita	167	75	27 ab	48
Florencia	167	69	28 ab	41
Violeta	166	83	33 a	50

Avena (rojo), centeno (azul), triticale (verde) y trigo (amarillo). Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades (P<0,05).

Se observaron diferencias significativas en la eficiencia de utilización del agua para la producción de grano debidas a las variedades (P < 0,01) y se correspondió con el rendimiento de grano. La avena Violeta se destacó en la EUA grano, contrariamente a los centenos (Tabla 4). En contraposición, Donaire et al. (2019) determinaron que el triticale Ona INTA y la avena Paloma INTA fueron las más eficientes en transformar el agua disponible en el perfil del suelo en biomasa, que en este caso fue destinada a la producción de granos. En este estudio, la avena Violeta se situó en el décimo lugar.

En el análisis de componentes principales se observó la correlación de las variables asociadas con la producción de biomasa (biomasa total, altura de

vástago fértil, biomasa de rastrojo y EUA rastrojo) y éstas con las especies de centeno y triticale (Figura 3). Por otro lado, también correlacionaron aquellas variables asociadas a la producción de grano (rendimiento, IC y EUA grano) y estas con el trigo y las avenas. Dentro de las variedades de las avenas, Florencia, Julieta, Marita, Paloma y Elizabeth se comportaron de manera similar, pero se distinguen Mana y Violeta. Mana se correlacionó con el IAT y la densidad de vástagos fértiles (que compone el IAT). Violeta se correlacionó principalmente con el rendimiento y la EUA grano, reafirmando lo destacado de esta variedad de avena (Figura 2).

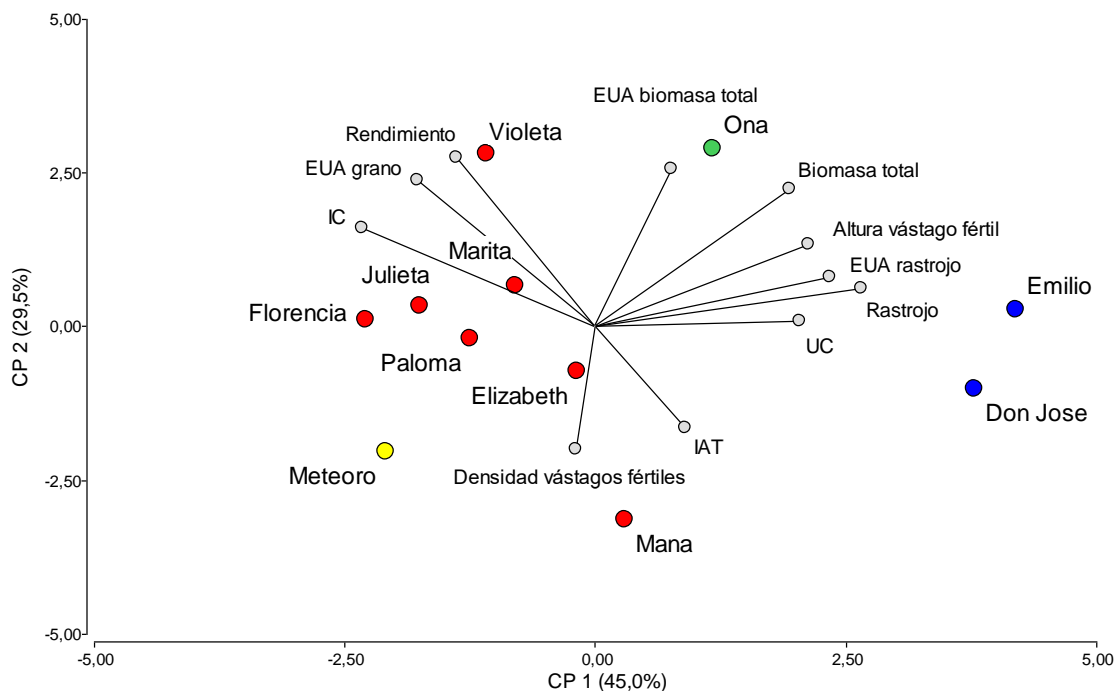


Figura 2. Análisis de componentes principales de las variables de estructura y composición de la biomasa aérea (densidad vástagos fértiles, altura vástago fértil, IAT, biomasa total, rendimiento, rastrojo e IC) e indicadores de producción (UC, EUA biomasa total, EUA grano y EUA rastrojo). IAT: índice de área de tallo; IC: índice de cosecha; UC: uso consuntivo; EUA: eficiencia de utilización del agua.

Conclusiones

La avena Violeta se destacó por el equilibrio entre la producción de grano y biomasa, siendo la más eficiente para transformar el agua consumida en la biomasa total y principalmente en la producción de grano. Además de ser la variedad con mayor rendimiento, presentó un aporte de biomasa de rastrojo superior al umbral de 8 Mg ha^{-1} , considerado adecuado para los fines de lograr una buena cobertura, lo que se traduciría en un impacto positivo en la conservación del agua y el suelo.

Tanto los dos centenos como el triticale evaluado, fueron los materiales que dejaron la mayor cantidad de biomasa de rastrojo. Lo contrario se observó en trigo. Frente al objetivo de incremento de la cobertura y la fijación de carbono, estos materiales presentan características más adecuadas.

Asimismo, la avena Maná dejó una estructura de la cobertura del suelo con un mayor IAT, debido a la gran capacidad para la producción de vástagos, y por lo tanto presentaría un microclima de la interfase suelo-atmósfera más favorable para la conservación del agua y el suelo durante el barbecho con este rastrojo. Asimismo, serían necesarias evaluaciones futuras con este material para evaluar el impacto de la estructura del rastrojo sobre la conservación del agua.

Bibliografía

Agamennoni, R. (1993). Problemas y posibles soluciones en las explotaciones agrícola – ganaderas de secano en Villarino y Patagones. INTA EEA Hilario Ascasubi, PROSUELOS, Boletín de divulgación N° 1.

Agamennoni, R., Vanzolini, J., Reinoso, O. y Logiúdice, A. (2012). Labranzas en el sur de Buenos Aires I. Efecto en la cobertura del suelo. *XIX Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. XXIII Congreso Argentino de la ciencia del suelo.*

- Araus, J., Slafer, G., Reynolds, M. & Royo, C. (2002). Plant Breeding and Drought in C3 Cereals: What Should We Breed For?. *Annals of Botany*, Vol 89, Issue 7, pp. 925–940.
- Blake, G. & Hartge, K. (1986). Bulk Density p.: 363-375. In: A. Klute (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.*
- Bono, A., Álvarez, R. & de Paepe, J. (2017). Water use of wheat, corn and sunflower in the semiarid pampas. *Ciencia del suelo*, 35(2), 273-283.
- Carestía, C., Escudero, L., Frascina, J. y Gómez, D. (2017). Efecto de la fecha de espigazón sobre el rendimiento y sus componentes en distintas especies de cereales invernales. *Informe de actualización técnica en línea N° 7.*
- Casagrande, G. y Vergara, G. (1996). Características climáticas de la región. En: Cap 2: 11-17. *Labranzas en la región semiárida argentina*. Editado por. Buschiazzo DE, Panigatti JL y Babinec FJ.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2020). InfoStat. *Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*
- Donaire, G., Bainotti, C., Reartes, F., Salines, J., Frascina, J., Alberione, E., Gómez, D. y Conde, B. (2016). Estabilidad Productiva. Comportamiento de avena, cebada forrajera y centeno para doble propósito. *Cultivos invernales, Revista técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa*. ISSN 1850-0633.
- Donaire, G., Bainotti, C., Reartes, F., Salines, J., Frascina, J., Alberione, E., Gómez, D. y Conde, B. (2019). Comportamiento productivo de cereales de invierno para doble propósito en la EEA Marcos Juárez. Campaña agrícola 2018. *EEA Marcos Juárez, INTA.*

- Donaire, G., Bainotti, C., Reartes, F., Salines, J., Fraschina, J., Alberione, E., Gómez, D. y Conde, B. (2020). Comportamiento productivo de cereales de invierno para doble propósito en la EEA Marcos Juárez. Campaña agrícola 2019. *EEA Marcos Juárez, INTA*.
- Duval, M., Galantini, J., Iglesias, J. y Krüger, H. (2013). El cultivo de trigo en la región semiárida bonaerense: impacto sobre algunas propiedades químicas del suelo. *RIA vol. 39 N°2*, 178-184.
- Fischer, R.A. (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci. 100*, 447-461.
- Fisher, R. & Turner, N. (1978). Plant productivity in the arid and semiarid zones. *Annual Review of Plant Physiology*, 29(1), 277-317.
- Flury, M., Mathison, J., Wu, J., Schillinger, W. & Stöckle, C. (2009). Water vapor diffusion through wheat straw residue. *Soil Science Society of America Journal*, 73(1), 37-45.
- Forjan, H. y Manso, L. (2018). Los rastrojos de cultivos y sus efectos sobre el suelo. *Revista Agrobarrow N° 62*: 16-19.
- Gaggioli, C. (2019). *Alternativas de cultivos tendientes a mejorar la sustentabilidad de los sistemas de producción de la Región Semiárida Pampeana*. [Tesis de doctor en agronomía, Universidad Nacional del Sur]. 269 p.
- Greb, B., Smika, D. & Black, A. (1967). Effect of Straw mulch rates on water storage during summer fallow in the Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 31:556-559.
- Hernández-Campuzano, A., Martínez-Rueda, C., Estrada-Campuzano, G. & Dominguez-Lopez, A. (2018). Efecto de la fertilización nitrogenada y del genotipo sobre el rendimiento y el contenido de nitrógeno y β -glucanos en el grano de la avena (*Avena sativa* L.). *RIA / Vol. 44 / N.º 2/* 88-95.

- Imaz, M., Virto, I., Bescansa, P., Enrique, A., Fernandez-Ugalde, O. & Karlen, D. (2010). Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. *Soil and Tillage Research* 107, 17-25.
- Iurman, D. (2009). *Diagnóstico y evaluación económica de alternativas tecnológicas para productores agropecuarios familiares de la zona de secano del Partido de Patagones (Buenos Aires)*. [Tesis de magister en economía agraria y administración rural, Universidad Nacional del Sur].
- Lascano, R., Baumhardt, R., Hicks, S. & Heilman, J. (1994). Soil and plant water evaporation from strip-tilled cotton: Measurement and simulation. *Agron. J.* 86:987-994.
- Li, X., Li, Y., Li, F., Ma, M., Zhang, P. & Yin, P. (2009). Changes in soil organic carbon, nutrients and aggregation after conversion of native desert soil into irrigated arable land. *Soil Till. Res.* 104, 263-269.
- Lopez, M. & Arrue, J. (1997). Growth, yield and water use efficiency of winter barley in response to conservation tillage in a semi-arid region of Spain. *Soil Till. Res.* 44: 35-54.
- López, F., Duval, M., Martínez, J., y Galantini, J. (2015). Cobertura en el sudoeste bonaerense en suelos bajo siembra directa. *Ciencia del Suelo* 33(2): 273-281.
- Magrin, G., Hall, A., Bldy, C. & Grondona, M. (1993). Spatial and inter-annual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. *Agric. and Forest Met.* 67, 29-41.
- McMaster, G., Aiken, R. & Nielsen, D. (2000). Optimizing wheat harvest cutting height for harvest efficiency and soil and water conservation. *Agronomy Journal* 92, 1104-1108.

- Murillo, B., Escobar, A., Fraga, H. y Pargas, R. (2001). Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en Baja California Sur, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24(2):145-153.
- Noellemeyer, E., Fernández, R. & Quiroga, A. (2013). Crop and Tillage Effects on Water Productivity of Dryland Agriculture in Argentina. *Agriculture* 3, 1–11.
- Parr, J. & Papendick, R. (1978). Factors affecting the decomposition of crop residues by microorganisms. Crop residues management systems. *Am. Soc. Agron. Special Publication N° 31*: 101-129.
- Passioura, J. (1977). Grain yield, harvest index, and water use of wheat. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.* 43: 117-120.
- Passioura, J. & Angus, J. (2010). Chapter 2 - Improving Productivity of Crops in Water-Limited Environments. *Advances in Agronomy, Academic Press, Vol 106*: 37-75.
- Pezzola, A., Agamennoni, R., Winschel, C., Enrique, M. y Giorgetti, H. (2010). Monitoreo multitemporal de la erosión eólica en el sur de la provincia de Buenos Aires con productos EVI del satélite Terra- Modis. *XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, Rosario prov. Santa Fe.
- Prasad, R. & Power, J. (1991). Crop residue management. *Advances in Soil Sc.* 15:205-241.
- Quiroga, A. y Gaggioli, C. (2010). Gestión del agua y viabilidad de los sistemas productivos. En Condiciones para el desarrollo de producciones agrícolas-ganaderas en el SO Bonaerense. *Pub. Especial de la Academia Nacional Agronomía y Veterinaria*, tomo LXIV:233-249pp.

- Quiroga, A., Carfagno, P., Eiza, M. y Michelena, R. (2007). Inclusión de Cultivos de Cobertura bajo Agricultura de Secano en la Región Semiárida Pampeana. *Actas de Jornadas de Cultivos de Cobertura*. INTA.
- Quiroga, A., Funaro, D., Fernandez, R. y Noellemeyer, E. (2005). Factores edáficos y de manejo que condicionan la eficiencia del barbecho en la Región Pampeana. *Ciencia del Suelo* 23 (1) 79-86.
- Quiroga, A., Babinec, F., Ormeño, O. y Goñi, L. (1996). Labranza conservacionista y fertilización de trigo en la región semiárida pampeana. *XV Congreso AACCS, La Pampa*.
- Sadras, V. & Angus, J. (2006). Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Austr. J. Agric. Res.* 57: 847-856.
- Sánchez, R., Pezzola, N. y Cepeda, J. (1998). Caracterización edafoclimática del área de influencia del INTA EEA Hilario Ascasubi. Partidos de Villarino y Patagones, Pcia. de Buenos Aires. *Boletín de divulgación* N° 18. ISSN 0328-3321.
- Sanders, D. (1992). International activities in assessing and monitoring soil degradation. *Am. J. Alternative Agric.* 7, 17-24.
- Satorre, E. (2003). Las posibilidades ambientales y tecnológicas de la pradera pampeana para la producción de granos. En: Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Ed). *Las Ciento y Una: "Hacia los 100 millones de toneladas de granos y la exportación de 1 millón de toneladas de carne*. Buenos Aires: Bolsa de Cereales, pp 37-38.
- Savin, R. & Slafer, G. (1991). Shading effects on the yield of an Argentinean wheat cultivar. *J. Agric. Sci.* 116, 1-7.

- Scianca, C. (2010). *Cultivos de cobertura en molisoles de la región pampeana. Producción de materia seca, eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno e incidencia sobre el cultivo de soja*. [Tesis de Magister en Cs. Agrarias. Universidad Nacional del Sur].
- Scianca, C., Álvarez, C., Barraco, M. y Quiroga, A. (2007). Cultivos de cobertura: aporte de nutrientes y rastrojo de las diferentes especies. *Memoria Técnica 2006-2007*, 13.
- Sfeir, A. (2009). La conservación del suelo en el contexto productivo agrario. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. Tomo LXIII.
- Siddoway, F., Chepil, W. & Armbrust, D. (1965). Effect of kind, amount, and placement of residue on wind erosion control. *Trans. ASAE* 8:327–331.
- Slafer, G. & Andrade, F. (1989). Genetic improvement in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina. *Field Crops Res.* 21, 351-367.
- Slafer, G., Satorre, E. & Andrade F. (1994). Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. En: *"Genetic Improvement of Field Crops: Current status and development"* (Ed Slafer GA) pp 1-68. (Marcel Dekker Inc. New York).
- Smika, D. (1983). Soil water change as related to position of wheat straw mulch on the soil surface. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47, 988–991.
- Studdert, G. & Echeverria, H. (2000). Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1496-1503.
- Swella, G., Warda, P., Siddique, K. & Flower, K. (2015). Combinations of tall standing and horizontal residue affect soil water dynamics in rainfed conservation agriculture systems. *Soil & Tillage Research* 147, 30–38.

- Unger, P. (1976). Surface residue, water application, and soil texture effects on water accumulation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 40:298-300.
- Unger, P. (1978). Straw-mulch rate effect on soil water storage and sorghum yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:486-491.
- Unger, P. & Parker, J. (1976). Evaporation reduction from soil with wheat, sorghum, and cotton residues. *Soil Science Society of America Journal*, 40(6), 938-942.
- Van Doren, D. & Allmaras, R. (1978). Effect of residue management practices on the soil physical environment, microclimate, and plant growth. In: Oschwald (Ed.), *Crop residue management systems*, pp.49-83 (ASA Spec. Publ. 31. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin).
- Vanzolini, J., Marinissen, J., García, J., Boscardín, H. y Ombrosi, D. 2005. Producción de materia seca de Avena sativa en el sur de la provincia de Buenos Aires (Partido de Villarino -zona secano). 28° Congreso Argentino de Producción Animal "Hacia una creciente demanda global de productos de origen animal".
- Wilhelm, W., Doran, J. & Power, J. (1986). Corn and soybean yield response to crop residue management under no-tillage production systems. *Publications from USDA-ARS/UNL Faculty*, 114.
- Zhang, X., Chen, S., Sun, H., Wang, Y. & Shao. (2010). Water use efficiency and associated traits in winter wheat cultivars in the North China Plain. *Agric. Water Manag.* 97, 1117–1125.
- Zubiaga, L. (2022). *Impacto de la estructuración de la cobertura vegetal del suelo sobre la economía del agua en cultivos invernales del semiárido austral pampeano*. [Tesis de doctor en agronomía, Universidad Nacional del Sur].

Anexo

Anexo 1. Características de las variedades evaluadas

Violeta INTA: es un cultivar de crecimiento inicial intermedio, excelente rebrote y muy buena actitud para pastoreo intensivo. Se destaca por su amplia adaptabilidad a diferentes ambientes. Posee un excelente comportamiento a frío y sequía. Nivel medio de susceptibilidad a la roya. Sus granos son de muy buena calidad.

Elizabeth INTA: posee amplia adaptabilidad a múltiples ambientes y excelente comportamiento a las principales enfermedades, especialmente a la roya de la hoja, teniendo bajo niveles de incidencia y severidad. Excelente comportamiento a frío y capacidad de rebrote. Esto último, junto a una bajísima tendencia a encañar, lo hace muy recomendable en pastoreos intensivos.

Julieta INTA: se distingue por su rusticidad, sobresaliendo por su excelente comportamiento a frío y sequía. Si bien posee una amplia adaptabilidad a diferentes ambientes, se destaca en los más hostiles, por los que es más recomendada para toda la región pampeana oeste. Por su buen anclaje y rebrote, es sugerido para sistemas de pastoreos intensivos. Posee un comportamiento intermedio a la roya de la hoja.

Florencia INTA: se define por ser de ciclo intermedio de buena aptitud forrajera, con producción en otoño-invierno, y tolerancia intermedia al frío.

Paloma INTA: se destaca su ciclo largo de crecimiento, que permite realizar siembras tempranas y evita el encañado; su capacidad forrajera, buena capacidad de rebrote y alta tasa de crecimiento en pleno invierno y muy buen comportamiento sanitario frente a roya de la hoja. Capacidad multipropósito (pasto, grano y silaje).

Marita INTA: es un cultivar que posee excelente comportamiento a frío, sequía y enfermedades. Muestra una buena actitud a vuelco y desgrane, y produce un grano de buena calidad comercial. Su estructura de planta y su excelente rebrote, hace que se destaque en planteos de pastoreo intensivo.

Bonaerense INTA Maná: es un cultivar que posee muy buen comportamiento a la roya de la hoja y susceptible a la roya del tallo. Muestra buena actitud a heladas en el período juvenil, al vuelco y al desgrane. Tiene muy buena calidad industrial de grano.

Emilio INTA: es un cultivar de tipo diploide obtenido por la EEA INTA Bordenave. Se caracteriza por tener alta producción de forraje con buen anclaje y rebrote. Produce granos de buena calidad con alto porcentaje de proteínas. Se destaca por su resistencia al frío, tolerancia a sequía y alta resistencia a roya de la hoja.

Don José INTA: es un cultivar diploide de alto potencial de rinde de forraje de ciclo intermedio a largo, superior a los cultivares actuales. Posee una excelente adaptabilidad a diferentes ambientes y un elevado y estable potencial de rendimiento de forraje, con muy buena producción inicial y excelente rebrote, lo que le permite tener una muy buena producción de forraje en pleno periodo invernal. Se caracteriza por su tolerancia a sequía y frío. Posee un excelente comportamiento a roya de la hoja.

Ona INTA: se trata de un cultivar de tipo forrajero y aptitud doble propósito (pasto y grano), de ciclo largo, con destacada rusticidad y adaptación. Excelente comportamiento a roya, buen comportamiento a manchas foliares, resistencia a frío y sequía. Buena producción y distribución de forraje, rebrote y resistencia al pisoteo y arranque. Buen desarrollo de grano y muy buen peso hectolítrico.

Buck Meteoro: esta variedad de destaca por la calidad comercial, reológica y panadera, con destacada calidad sanitaria. Este trigo de Grupo I, de ciclo intermedio, presenta una ventana de siembra muy amplia.

En las regiones semiáridas resulta crucial el cultivo de especies eficientes en el uso del agua, que pueden contribuir a la generación de cobertura del suelo. Este trabajo evaluó la estructura y composición de la biomasa aérea de tres cereales invernales y algunos indicadores de eficiencia productiva durante 2019 en el secano de Hilario Ascasubi. Se evaluaron 11 cultivares de avena, centeno, trigo y triticale. Se determinó el contenido de agua en los primeros 90 cm del perfil al inicio y fin del ciclo de los cultivos para el cálculo del uso consuntivo. Al final del ciclo se midió, altura del vástago fértil, densidad de vástagos fértiles, índice de área de tallo del rastrojo remanente, biomasa total (rastrojo y grano) e índice de cosecha. Se calculó la eficiencia de uso del agua para la producción de biomasa total (rastrojo y grano).

Si bien se observaron diferencias debidas a las especies y variedades en la mayoría de los parámetros evaluados, se destacó la avena Violeta debido al equilibrio en la producción de grano y biomasa, siendo la más eficiente para transformar el agua consumida en la biomasa total y principalmente en la producción de grano, dejando un rastrojo remanente adecuado para una buena cobertura apropiada para la conservación del agua y el suelo.

ISSN 0328-3399 Informe técnico N° 86