

## LOS VERDEOS DE INVIERNO EN DISTINTAS SECUENCIAS DE CULTIVOS PARA FORRAJE

*Winter crops in different sequences of crops for forage*

**Bertín<sup>1</sup>, O.D., Camarasa<sup>1,2\*</sup>, J.N., Barletta<sup>1</sup>, P.F., Pacente<sup>1</sup>, E., Mattera<sup>1</sup>, J. y Beribe<sup>1</sup>, M.J.**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Pergamino  
Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar la producción de forraje (PF) de avena y raigrás anual (VI) para corte, con dos niveles de precipitaciones y distintos antecesores de cultivos de verano (CV). Se evaluó la PF desde el 2009 hasta 2016 y la proteína bruta (PB; 2010 al 2013). Se realizaron cultivos anuales y alfalfa, luego de tres ciclos se intercambiaron. Hubo un tratamiento con precipitación normal (pp normal, lluvia) y otro con riego (pp alta). El diseño experimental fue en bloques completos al azar en sub-parcelas divididas (n=3), la parcela principal fue la pp, la sub-parcela el CV y la sub-sub-parcela el VI. Desde 2010 al 2013 la PF de los VI fue de  $7,0 \pm 0,1$  t MS.ha<sup>-1</sup>, mayor con antecesor soja o moha respecto a maíz y sin diferencias entre los VI, con pp alta ( $7,5 \pm 0,2$  t MS.ha<sup>-1</sup>) y pp normal ( $6,4 \pm 0,2$  t MS.ha<sup>-1</sup>). La avena de PB tuvo  $19,0 \pm 4,9\%$  y el raigrás  $18,2 \pm 5,8\%$ . La producción fue similar entre VI con  $1226 \pm 272$  kg PB.ha<sup>-1</sup>. En el año 2013, con alfalfa como cultivo previo, la avena superó la PF del raigrás (7,2 vs 5,7 t MS.ha<sup>-1</sup>). Entre 2014 y 2016 los antecesores fueron maíz, soja y maíz-maíz. La PF de los VI en rotación con maíz-maíz fue menor y el raigrás fue más productivo que la avena ( $3,1$  vs  $2,5$  t MS.ha<sup>-1</sup>). En rotación con maíz y soja, el raigrás fue más productivo que la avena ( $7,9$  vs  $7,0$  t MS.ha<sup>-1</sup>) y ambos tuvieron más PF sobre soja que sobre maíz ( $8,0$  vs  $6,9$  t MS.ha<sup>-1</sup>). La PF de raigrás y avena fueron similares pero se observaron ventajas del raigrás cuando las lluvias fueron altas y durante el invierno. El efecto de la pp alta fue escaso. La producción de PB entre VI fue similar.

**Palabras clave.** avena, raigrás anual, producción de forraje, proteína bruta, riego.

### SUMMARY

Winter crops (WC) are suitably complemented with summer crops (SC) for silage and also allow a subsequent pasture. The moment of implantation is a key to define its future as a crop and would be the most important in the use of complementary irrigation. The objective was to evaluate of forage of oats and annual ryegrass production for cutting, with two rainfall levels and different summer crops predecessors for conserved forage. The evaluation was forage production (FP) accumulated per year during seven cycles (2009 to 2016) and crude protein (CP; 2010 at 2013). In the same area, annual crops and alfalfa were carried out, and after three cycles were exchanged, so where alfalfa was planted, WC and SC sequences were established. In addition, there was a treatment with normal precipitation (normal pp, rain) and another with sprinkler irrigation in the same plot during all cycles (high pp). The experimental design was in random completes divided blocks in sub-plots (n = 3), where the main plot was pp, the sub-plot was SC and the sub-sub-plot was WC. The data were analyzed by ANOVA and means comparison was done with the Tukey test (p<0.05). In the period from 2010 to 2013 FP average of the three years was  $7.0 \pm 0.1$  t DM.ha<sup>-1</sup>, being higher with soybean or foxtail millet predecessors compared to maize. Ryegrass and oat had no significant differences in FP, both with high pp ( $7.5 \pm 0.2$  t DM.ha<sup>-1</sup>) and with normal pp ( $6.4 \pm 0.2$  t DM.ha<sup>-1</sup>). CP in oat was  $19.0 \pm 4.9\%$  and in ryegrass  $18.2 \pm 5.8\%$ . CP production was similar between oat and ryegrass with  $1226 \pm 272$  kg PB.ha<sup>-1</sup>. With alfalfa as previous crop, in 2013, FP was higher in oat than in ryegrass ( $7.2$  vs  $5.7$  t DM.ha<sup>-1</sup>) regardless of the pp. In the period from 2014 to 2016, predecessors were maize, soybean and maize-maize (double maize crop). In rotation with the sequence of maize-maize, WC sowings were late (from mid to late April), which added to the need to empty the plot at the end of August to allow early planting of the first maize (first days in September) FP of the WC was lower and in those conditions ryegrass was more productive than oat ( $3.1$  vs  $2.5$  t DM.ha<sup>-1</sup>). Without considering FP of the double maize crop, ryegrass was more productive than oat,  $7.9$  vs  $7.0$  t DM.ha<sup>-1</sup>, in addition both had more FP on soybean than on maize ( $8.0$  vs  $6.9$  t DM.ha<sup>-1</sup>, respectively). Forage production of the winter crops were high, mainly in rotation with soybean and foxtail millet, not with maize and especially maize-maize. The productivity of ryegrass and oat were similar. When the predecessor was alfalfa, oat was more productive than ryegrass. On the other hand, advantages of ryegrass were observed when rainfall was high and when the

Recibido: marzo de 2019

Aceptado: abril de 2020

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Pergamino. \*E-mail: camarasa.jonatan@inta.gov.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires.

growth period occurs only in winter, as in rotation with double maize crop. The effect of high precipitation was generally limited and without differences in wet years. CP production was high and without differences between WC.

**Key words.** oat, italian ryegrass, forage production, crude protein, predecessor, irrigation.

## Introducción

Los cultivos de invierno más usados como verdeos en la región templada húmeda de Argentina son la avena (*Avena sativa* L.) y el raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) debido a que presentan alta productividad y adecuada calidad forrajera (Scheneiter, 2014). En la avena las ventajas de su uso son: mayor velocidad y facilidad de implantación, alta producción al primer corte, más contenido de materia seca en los primeros usos, mejor adaptación a la sequía y alta tasa de crecimiento al final de su ciclo. En el raigrás las ventajas son: mayor tasa de crecimiento invernal, alto porcentaje de proteína bruta, mejor relación carbohidratos solubles en agua/ proteína soluble (CSA/PS), mayor resistencia a enfermedades y a insectos, elevada adaptación al pastoreo intenso y alta capacidad de resiembra (Borrajo y Ponce, 2011).

Dentro de las especies anuales, los verdeos de invierno se complementan adecuadamente con los cultivos de verano para ensilaje y estos permiten el encadenamiento posterior a una pastura. Los cultivos invernales pueden ser sembrados para uso directo, forrajes conservados o la combinación de ambos. Cuando son usados como ensilajes, tienen mayor potencial de producción pero de menor valor nutricional y si se usa frecuentemente para pastoreo o corte, se logra una menor producción acumulada con una mayor calidad forrajera (Densley et al., 2006; Spara et al., 2016; Chakwizira et al., 2017). En este sentido, los verdeos invernales cumplen un rol fundamental en las cadenas forrajeras, ya que ofrecen cantidad y calidad de forraje en un periodo de baja tasas de crecimiento en las pasturas.

Estos cultivos en combinación con especies estivales, como maíz, permiten aumentar la producción forrajera total de los sistemas (Sardiña et al., 2014; Chakwizira et al., 2017); mientras que en rotación con leguminosas, como soja, que fija el N ambiental, producen mayor proteína bruta para la dieta animal (Sardiña et al., 2014). Aunque no se dispone información local sobre el efecto de estos cultivos como antecesores de verdeos de invierno.

En el caso de los verdeos de invierno el momento de implantación es clave para definir su futuro como cultivo y sería el periodo de mayor importancia en el uso de riego complementario. Considerando los últimos años los datos meteorológicos de Pergamino se han observado altas fluctuaciones en las precipitaciones, siendo una alternativa el uso de riego complementario para atenuarlas y estabilizar la producción (Agrometeorología EEA Pergamino, <http://siga2.inta.gov.ar>).

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción forrajera de avena y raigrás anual para corte, con dos niveles de precipitaciones y distintos antecesores de cultivos de verano para forraje conservado.

## Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino (33° 57' S, 60° 33' O y 68 m snm), en un suelo Argiudol típico serie Pergamino (capacidad de uso IIe) durante siete ciclos consecutivos (2009/10 hasta 2015/16). En una misma superficie se realizaron cultivos anuales y alfalfa, luego de tres ciclos se intercambiaron, o sea, donde se sembró la alfalfa luego se establecieron las secuencias de verdeos de invierno (VI: avena y raigrás anual) y cultivos de verano (CV: maíz, soja, moha o maíz-maíz). Además, hubo un tratamiento con precipitación normal (pp normal, lluvia) y otro con riego complementario presurizado por aspersion con cañón regador en la misma parcela durante todos los ciclos (pp alta).

La variable medida fue la producción de forraje (PF) en materia seca (MS) por ha. De cada unidad experimental se tomaron dos muestras de 1 m<sup>2</sup> a 3 cm de altura, se pesaron en el laboratorio y se tomaron 250 g para la determinación de MS. Las muestras se secaron en estufa con circulación de aire forzado a 60°C durante 48 h. Durante el ciclo 2010/13 se realizó el análisis de proteína bruta (PB) de los VI (Kjeldahl). La acumulación de PB surgió del producto entre la PF y la concentración de PB.

La característica del suelo (0-20 cm) fueron: pH: 5,6; materia orgánica: 3,1%, nitrógeno: 1,6 g.kg<sup>-1</sup>; fósforo: 22,8 mg.kg<sup>-1</sup>; azufre: 7 mg.kg<sup>-1</sup>; sodio: 0,1 meq.100 g<sup>-1</sup> y porcentaje de sodio intercambiable (PSI): 0,7. La calidad del agua que se usó como riego fue de pH alcalino bi-carbonatada-sódica (Cuadro 1).

Los VI fueron sembrados en las fechas consideradas óptimas para la PF otoño-invernal (Cuadro 2) y los manejos adecuados para cada uno de ellos (siembra directa con densidades recomendadas, elección del cultivar, control de plagas, enfermedades y malezas, fertilizaciones con P-S-Ca y momentos apropiados de cosecha). Con respecto a las fertilizaciones con nitrógeno, las mismas se realizaron después de cada corte con 50 kg.ha<sup>-1</sup>, a excepción del último corte.

**Cuadro 1.** Calidad del agua de riego a través del experimento de secuencias de cultivos, para la fecha de muestreo inicial y final.  
**Table 1.** Irrigation water quality through the experiment of crop sequences, for the initial and final sampling date.

Fechas de muestreo	pH	CE <sup>1</sup> (ds/m <sup>1</sup> )	Ca <sup>++2</sup> (mg/l)	Mg <sup>++3</sup> (mg/l)	K <sup>+4</sup> (mg/l)	Na <sup>+5</sup> (mg/l)	CO <sub>3</sub> <sup>-6</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-7</sup> (mg/l)	Cl <sup>-8</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-9</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-10</sup> (mg/l)	RAS <sup>11</sup>
26/05/2010	8,1	1,1	14	10,8	11,7	234,6	ND <sup>12</sup>	ND	ND	ND	16	13,1
08/09/2016	8,2	1,1	13	9,6	11,7	269,1	27	587,7	24,1	44	14	13,8

<sup>1</sup>Conductividad eléctrica, <sup>2</sup>Calcio; <sup>3</sup>Magnesio; <sup>4</sup>Potasio; <sup>5</sup>Sodio; <sup>6</sup>Carbonatos; <sup>7</sup>Bicarbonatos; <sup>8</sup>Cloruros; <sup>9</sup>Sulfatos; <sup>10</sup>Nitratos; <sup>11</sup>RAS= relación de absorción de sodio; <sup>12</sup>No determinado.

**Cuadro 2.** Año, especie y cultivar, fecha de siembra, cantidad de cortes y días al primer corte en los verdes de invierno utilizados en el experimento.

**Table 2.** Year, species and cultivar, date of sowing, number of cuts and days at the first cut in the winter crops used in the experiment.

Año	Especie/Cultivar	Fecha de siembra	Nº de cortes	Días al primer corte
2010	Avena: Violeta INTA	01-mar	Avena: 4 <sup>3</sup> -5 <sup>4</sup>	Avena: 57
	Raigrás: Caleufú PV INTA		Raigrás: 5-6	Raigrás: 78
2011	Avena: Violeta INTA	28-feb	Avena: 4-5	Avena: 57
	Raigrás: Barturbo		Raigrás: 4-5	Raigrás: 71
2012	Avena: Violeta INTA	05-mar	Avena: 4-5	Avena: 58
	Raigrás: Caleufú PV INTA		Raigrás: 4-5	Raigrás: 82
2013	Avena: Violeta INTA	01-mar	Avena: 5-6	Avena: 48
	Raigrás: Caleufú PV INTA		Raigrás: 4-5	Raigrás: 69
2014	Avena: Violeta INTA	26-feb-01	Avena: 2 <sup>5</sup> -5-6	Avena: <sup>6</sup> 48-796
	Raigrás: Barturbo	25-abr-02	Raigrás: 2-5-6	Raigrás: 69-96
2015	Avena: Violeta INTA	24-feb	Avena: 2-5-6	Avena: 55-110
	Raigrás: Barturbo	15-abr	Raigrás: 2-5-6	Raigrás: 83-110
2016	Avena: Violeta INTA	04-mar	Avena: 2-5-5	Avena: 55-122
	Raigrás: Barturbo	29-abr	Raigrás: 2-5-5	Raigrás: 68-122

<sup>1</sup> Fecha de siembra de los verdes de invierno en la secuencia que tiene maíz y soja como cultivo posterior

<sup>2</sup> Fecha de siembra de los verdes de invierno en la secuencia que tiene maíz-maíz como cultivo posterior

<sup>3</sup> Número de cortes en la secuencia que tiene maíz como cultivo posterior

<sup>4</sup> Número de cortes en la secuencia que tiene soja como cultivo posterior

<sup>5</sup> Número de cortes en la secuencia que tiene maíz-maíz como cultivo posterior

<sup>6</sup> Días al primer corte en la secuencia que tiene maíz y soja como cultivo posterior

<sup>7</sup> Días al primer corte en la secuencia que tiene maíz-maíz como cultivo posterior

Las lluvias y los riegos complementarios para los VI fueron los indicados en el Cuadro 3. Las lluvias promedios del período de cultivo de los VI de los siete años fueron 740 ± 260 mm (promedio ± desvío estándar) y como riego complementario recibieron 114 ± 52 mm.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar y con estructura en sub-parcelas divididas (n=3), donde la parcela principal fue la pp, la sub-parcela el CV y la sub-sub-

parcela el VI. Las sub-sub-parcelas (unidad experimental) fueron de 6 m de ancho por 10 m de largo. En los últimos tres ciclos las secuencias de cultivos anuales se realizaron sobre una pastura de alfalfa que tuvo pp normal y alta, coincidente el riego con la parcela principal de los cultivos anuales. Los datos se analizaron mediante ANVA con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2010) y la comparación de medias a través de la prueba de Tukey (p<0,05).

**Cuadro 3.** Precipitaciones (mm) ocurridas durante siete años durante el crecimiento de los verdeos de invierno en el experimento de secuencias de cultivos: lluvias y riegos.

**Table 3.** Precipitations (mm) occurred during seven years during the growth of winter crops in the experiment of crop sequences: rains and irrigation.

mes año	feb.	mzo.	abr.	mayo	jun.	jul.	agto.	set.	oct.	Total período
<b>2010</b>	215	35	61 (40)	75 (80)	8	24	0 (45)	87	85	590 (165)
<b>2011</b>	194	65	75 (45)	37 (15)	24	15 (30)	2	36	76	524 (90)
<b>2012</b>	273	141	17	127 (12)	4	9 (42)	230	79	301	1181 (54)
<b>2013</b>	160 (24)	92	89 (24)	67	7 (12)	28 (12)	2 (36)	32 (48)	62 (24)	539 (180)
<b>2014</b>	316	114	135 (24)	121	30	44	8 (24)	83	125	976 (48)
<b>2015</b>	41 (12)	83 (36)	98 (48)	72	54 (12)	68 (12)	262	62	89	829 (120)
<b>2016</b>	202 (60)	37 (24)	188	16	36	17	12 (36)	33 (24)	NC	541 (144)
<b>Lluvia histórica (1910-2016)</b>	109	123	99	59	37	36	42	55	106	666

\*Entre paréntesis riego a los cultivos anuales; <sup>1</sup>NC: no considerados, por estar fuera del período experimental

## Resultados y Discusión

### Período 2010 al 2012

El CV precedente para los VI fueron: maíz, moha y soja para forraje conservado. La producción media de los tres años fue de  $7,0 \pm 0,1$  t MS.ha<sup>-1</sup>.año (Cuadro 4). Estos resultados muestran que con adecuadas prácticas de manejo y fertilización se pueden obtener producciones altas aún en planteos de secuencias intensivas como en este experimento. Resultados similares fueron obtenidos para raigrás con experimentos con y sin riego pero con barbecho (Bertín y Scheneiter, 1998). La interacción triple (pp\*CV\*año) y la doble (pp\*CV) no fueron significativas ( $p > 0,05$ ). Sí lo fueron las dobles, año\*pp y año\*CV, lo que indica que el efecto del riego complementario y del cultivo antecesor de verano influyeron sobre la producción del VI, ya que estos fueron significativos, pero la magnitud de la respuesta dependió del año. En un año con lluvias elevadas que requirió menor riego, como fue año por el 2012, la diferencia en la producción media entre pp alta y normal no fue significativa. Sí lo fue en los años 2010 (13,3%) y 2011 (26,8%). La PF de los VI fue mayor ( $p < 0,05$ ) con antecesor soja o moha respecto a maíz (Cuadro 4), debido a que este último limita el aprovechamiento de avena y raigrás de principios de

primavera por la siembra temprana del cultivo. El año 2012 y en rotación con moha fue la excepción a lo explicado anteriormente, donde estuvo enmalezado por gramíneas anuales de verano, que afectó la implantación de los VI.

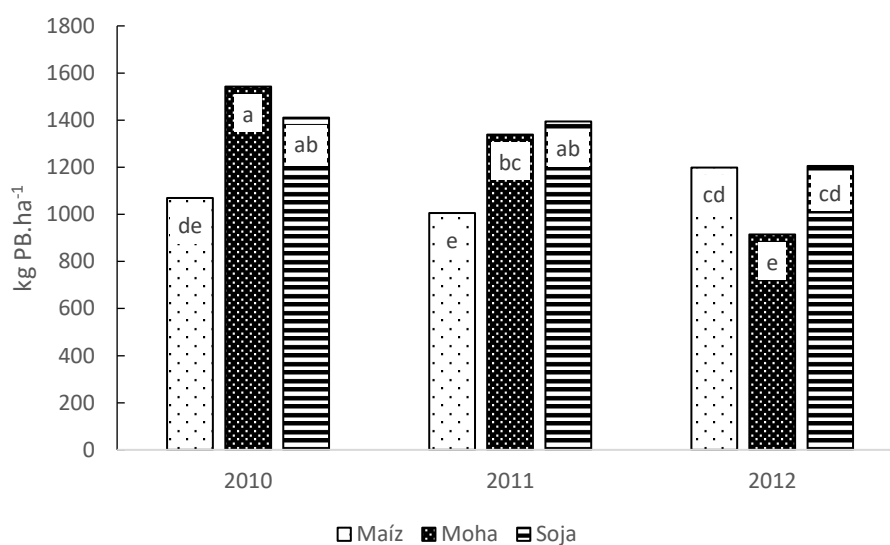
El raigrás anual y la avena no tuvieron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la PF, pero sí hubo diferencias entre pp alta ( $7,5 \pm 0,2$  t MS.ha<sup>-1</sup>) y pp normal ( $6,4 \pm 0,2$  t MS.ha<sup>-1</sup>). Los VI son distintos en la distribución del crecimiento, el primer aprovechamiento en la avena fue a los 57 días desde la siembra y para el raigrás anual a los 77 días (Cuadro 2). Similares resultados fueron obtenidos por Amigone et al. (2012). En la PF por estación la avena fue superior al raigrás en el otoño ( $2,7$  vs  $1,9$  t MS.ha<sup>-1</sup> como suma de los dos primeros cortes), lo contrario ocurrió en el periodo invernal siendo superior el raigrás a la avena ( $4,1$  vs  $2,9$  t MS.ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, en este periodo también habría que considerar el efecto pp y año.

La PB fue en promedio en avena de  $19,0 \pm 4,9\%$  y en raigrás de  $18,2 \pm 5,8\%$ . La producción de PB fue similar entre avena y raigrás con  $1226 \pm 272$  kg PB.ha<sup>-1</sup>. La soja y la moha son en general mejores antecesores que el maíz en la producción de PB de los VI (Figura 1), excepto cuando la moha fue afectada por malezas de verano (año 2012).

**Cuadro 4.** Producción de forraje (t MS.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) de verdeos de invierno durante tres años (2010-11-12)  
**Table 4.** Forage production (t MS.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>) of winter crops for three years (2010-11-12).

Cultivo antecesor <sup>1</sup>	pp Normal	pp Alta	Media	EEM
Maíz	5,4 d	6,2 c	5,8 b	0,4
Soja	7,0 b	8,1 a	7,6 a	0,2
Moha	6,9 b	8,1 a	7,5 a	0,2
Media	6,4 b	7,5 a		

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas (p < 0,05).



**Figura 1.** Producción de proteína bruta de verdeos de invierno con tres antecesores durante tres años.

**Figure 1.** Production of crude protein of winter crops with three predecessors for three years.

Letras distintas indican diferencias significativas (p < 0,05)

#### Período 2013 al 2016

Los VI en el año 2013 se sembraron sobre antecesor alfalfa de 2 años y medio de antigüedad. En este año la avena superó (p<0,05) al raigrás anual en la PF (7,2 vs 5,7 t MS.ha<sup>-1</sup>) independientemente de la pp. Esta diferencia de 25 % superior de la avena indica que el cereal pudo tener mayor capacidad para aprovechar la fertilidad nitrogenada residual que generaría la leguminosa. Y ese efecto fue un 83% superior en el periodo otoñal, siendo 4,2 vs 2,3 t MS.ha<sup>-1</sup>, para avena y raigrás, respectivamente.

En el periodo 2014-16 los antecesores fueron maíz, soja y maíz-maíz. La interacción año\*VI fue significativa (p<0,05; Cuadro 5), en el año 2016 la avena produjo un 34% menos que el raigrás, en el resto de los años no hubo diferencias significativas entre los VI. Esto se debió a que el cultivo de avena presentó un ataque severo de roya de la hoja (*Puccinia coronata f. sp. avenae*), a pesar de que siempre se utilizó la misma variedad en ambos VI. Esto coincide con un informe del año anterior (Di Nucci de Bedendo et al., 2016), en donde se indica que el cultivar Violeta INTA comenzó a mostrar susceptibilidad a esta enfermedad.

En rotación con la secuencia de maíz-maíz, las siembras de los VI fueron tardías (de mediados a fines de abril; Cuadro 2), que sumado a la necesidad de desocupar el suelo a fines de agosto para permitir la siembra temprana del primer maíz (primeros días de septiembre) determina un periodo de crecimiento más corto y por lo tanto la producción de los VI fue menor y en esas condiciones el raigrás anual se mostró más productivo que la avena (3,1 vs 2,5 t MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Esto último muestra las ventajas del raigrás cuando crece en pleno invierno respecto al cereal. El factor pp no fue significativo al igual que las interacciones dobles y la triple, aunque las producciones fueron superiores en el año 2014 respecto a 2015 y 2016 (3,7 vs 2,3 t MS.ha<sup>-1</sup> para el 2014 respecto al promedio de los otros dos años, no diferentes entre sí).

Sin considerar la producción de los VI en la secuencia con el doble cultivo de maíz, el raigrás fue más productivo (p<0,05) que la avena, siendo 7,9 vs 7,0 t MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente y además ambos fueron más productivos sobre soja que sobre maíz (8,0 vs 6,9 t MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Siendo la PF por estación mayor en raigrás

**Cuadro 5.** Producción de forraje (t MS.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) de verdeos de invierno con distintos cultivos antecesores durante tres años (2014-15-16)  
**Table 5.** Forage production (t MS.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>) of winter crops with different predecessor crops for three years (2014-15-16).

Años	2014		2015		2016	
	Avena	Raigrás anual	Avena	Raigrás anual	Avena	Raigrás anual
<b>Cultivo antecesor</b>						
<b>Maíz</b>	8,0	8,1	6,7	6,8	4,5	7,2
<b>Soja</b>	9,5	9,7	7,7	8,2	5,4	7,5
<b>Maíz-Maíz</b>	3,6	3,9	2,1	2,6	1,9	2,7

que en avena para otoño (4,2 vs 3,4 t MS.ha<sup>-1</sup>) como también para invierno (3,2 vs 2,7 t MS.ha<sup>-1</sup>). Esto marca la ventaja del raigrás cuando los años son húmedos, tanto en los primeros cortes de otoño como en invierno.

El factor pp y la interacción pp\*año no fueron significativos (p>0,05), dado que se trató de años con lluvias superiores al promedio durante el invierno (Cuadro 3). Sin considerar la producción de los VI sobre el doble cultivo de maíz, el efecto año fue significativo, siendo 8,8, 7,3 y 6,2 t MS.ha<sup>-1</sup> para 2014, 2015 y 2016, respectivamente. Esta disminución en la producción a través de los años puede deberse a una combinación de factores, entre ellos: por las secuencias de doble cultivos intensificados, lluvias diferentes entre años dentro de la estación de crecimiento, la reiteración de cultivos o uso intensivo del suelo, la disminución del efecto residual beneficioso de la alfalfa y en el último año las menores lluvias y más importante aún el menor número de cortes (4 cortes, ya que el cultivo posterior era maíz para grano y por lo tanto, los VI finalizaron un mes antes).

## Conclusiones

La producción de forraje de los verdeos de invierno fue elevada, principalmente en rotación con soja y moha, no así con maíz y sobre todo en maíz-maíz. El efecto de la precipitación alta fue en general escasa y en años húmedos sin diferencias.

La producción de forraje de raigrás anual y avena fueron similares. Las diferencias se pueden observar en la distribución de la producción, siendo la avena aprovechada en forma anticipada y con mayor acumulación de forraje en otoño, salvo cuando el año es muy húmedo. Por el contrario, el raigrás anual es más tardío durante el otoño y más productivo en el invierno. Cuando el antecesor es alfalfa las ventajas de la avena durante el otoño fueron mayores y generaron que el cereal fuese más productivo que el raigrás anual. Lo opuesto ocurre cuando el periodo de crecimiento es sólo en el invierno, en rotación con el doble cultivo de maíz.

El contenido y la producción de proteína bruta fueron en general altas, sin diferencias entre los verdeos de invierno en esta última. Por lo tanto ambos verdeos de invierno son alternativas válidas para la producción de forraje de alta calidad.

## Bibliografía

- AMIGONE, M., KLOSTER, A., CHIACCHIERA, S., CONDE, M. B. y MASIERO, B. 2012. Verdeos de invierno. Producción de forraje de avena, cebada forrajera, triticale y raigrás anual en la EEA INTA Marcos Juárez. Argentina. INTA. EEA Marcos Juárez. Info. Ext. 139. 9 p.
- BERTÍN, O.D y SCHENEITER, J. 1998. Producción anual y distribución estacional de forrajes de pasturas y de cultivos forrajeros en el norte de la provincia de Buenos Aires. Argentina. INTA. EEA Pergamino. Revista Tecnológica Agropecuaria. v. 3 (Nº 7). p. 45. Anexo Afiche.
- BORRAJO, C.I. y PONCE, M.V. 2011. Siembra y manejo de avena y raigrás. Comportamiento, adaptación y variedades. Características de cada especie, crecimiento, producción de materia seca y comportamiento frente a enfermedades. Hoja Informativa 34. <https://inta.gob.ar/documentos/siembra-y-manejo-de-avena-y-raigras-comportamiento-adaptacion-y-variedades-hoja-informativa-34> (Consultado: 31 de enero de 2019).
- CHAKWIZIRA, E., FLETCHER, A. L., JOHNSTONE, P.R., DE RUITER, J.M., PEARSON, A. J. and PARKER, M. 2017. Maize silage-winter crop sequences that maximize forage production and quality, New Zealand J. Agric. Research. DOI: 10.1080/00288233.2017.1415943.
- DENSLEY, R.J., AUSTIN, G.M., WILLIAMS, I.D., TSIMBA, R. and EDMEADES, G.O. 2006. Maize silage and winter crop options to maximize dry matter and energy for NZ dairy systems. Proc. New Zealand Grassland Assoc. v. 68 pp. 193-197.
- DI NUCCI DE BEDENDO, E., FORMENTO, A.N. y VELÁZQUEZ, J.C. 2016. Avena: producción de forraje y comportamiento a la roya de la hoja en el oeste de Entre Ríos. Año 2015. Argentina. INTA. EEA Paraná. Serie Ext. v. 78 pp. 43-49.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M. y ROBLEDO, C.W. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [www.infoStat.com.ar](http://www.infoStat.com.ar).
- SARDIÑA, C., DIEZ, M., LARDONE, A. y BARRACO, M. 2014. Evaluación de la secuencias de cultivos forrajeros anuales: Producción, proteínas brutas y variables edáficas. Argentina. EEA Gral. Villegas. Mem. Téc. 2013-2014.pp. 119-123.

SCHENEITER, O. 2014. El raigrás anual en las regiones Pampeana y sur de la Mesopotamia. 38 p [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-el\\_raigs\\_anual\\_en\\_las\\_regiones\\_pampeana\\_y\\_sur\\_de.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-el_raigs_anual_en_las_regiones_pampeana_y_sur_de.pdf) (Consultado: 31 de enero de 2019).

SPARA, F., MOSQUERA, L., BARNETO, J., BERSACHIA, D. y VERNENGO, E. 2016. Producción de forrajes de diferentes secuencias de cultivos en el norte de la provincia de Buenos Aires. Rev. Arg. Prod. Anim. v. 36 (Supl. 1) p. 342.