



DOBLE CULTIVO DE MAÍZ PARA SILAJE EN EL NORTE DE BUENOS AIRES

Mariano F. Lopresti^{1*}, Oscar D. Bertín¹

Palabras clave: software BAHICU, eficiencia en el uso del agua, producción de forraje, avena, raigrás anual.

El doble cultivo de maíz para silaje fue evaluado, con y sin riego, en la rotación con verdeos de invierno. El maíz-maíz bajo riego produjo 27,2 t ha⁻¹. La producción del primer maíz fue mayor después de avena que de raigrás anual, pero igual en el segundo. El riego aumentó la producción pero no la EUA. El maíz-maíz es posible bajo riego, pero riesgoso en seco en un año con escasas lluvias.

INTRODUCCION

El silaje de maíz es un insumo fundamental en la alimentación del ganado lechero argentino y su uso es creciente en la producción de carne. Entre las cualidades que brinda el silaje de maíz se pueden mencionar: permite resolver el inconveniente de la estacionalidad forrajera, eleva la producción de materia seca por unidad de superficie, tiene un alto contenido energético y posee aptitud para ser conservado (Bertoia, 2012). Teniendo en cuenta la actual disponibilidad de híbridos de maíz, la posibilidad de realizar dos cultivos en una campaña permitiría aumentar la producción de forraje. La precipitación media anual en el norte de Buenos Aires es de alrededor de 1000 mm, con un régimen de tipo monzónico. Sin embargo, el mayor déficit hídrico ocurre entre noviembre y enero, por lo que los cultivos estivales son los más afectados en cuanto a la disponibilidad de agua. Dado que en la secuencia de cultivos anuales para la alimentación del ganado se usan verdeos de invierno, el consumo de agua del año y el déficit hídrico de verano hacen riesgosa la posibilidad del doble cultivo de maíz. El riego complementario permitiría minimizar la inseguridad climática, asegurando el aprovisionamiento de agua en momentos en que sea necesario. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje de un doble cultivo de maíz para silaje bajo riego complementario en el norte de Buenos Aires.

MATERIALES Y METODOS

Un ensayo a campo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Pergamino durante la campaña 2015/16. Se evaluó un maíz hiperprecoz (MH) seguido de un maíz de ciclo intermedio (MCI). Ambos se sembraron con una distancia entre surcos de 52,5 cm y considerando 5 y 6 granos por metro lineal en seco y bajo riego, respectivamente. Como cultivo antecesor se utilizaron dos verdeos de invierno (avena y raigrás anual). El diseño del experimento fue en bloques completos aleatorizados con un arreglo factorial en parcelas divididas, siendo la parcela principal con y sin riego y la subparcela los verdeos de invierno. La superficie de la subparcela fue de 60 m² (ancho: 6 m, largo: 10 m); cada tratamiento tuvo tres repeticiones. El ensayo se sembró con máquina en siembra directa sobre un suelo serie Pergamino, correspondiente a un Argiudol típico, con una capacidad de uso I_{le} y un índice de productividad de 77 (<http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/index.htm>).

El MH (Pioneer 39B77) se sembró el 02/09/2015 y se cosechó para silaje el 28/12/2015, y el MCI (Syngenta NK 907 TD/TG) se sembró el 30/12/2015 y se cosechó el 22/04/2016. Durante el período de setiembre a abril de la campaña analizada la precipitación fue 978 mm, mientras que la precipitación promedio para dicho período es de 874 mm (Agrometeorología INTA Pergamino, serie 1970-2014). En total los dos maíces se fertilizaron con 200 kg

(Extracto de: Complementary Irrigation in a maize silage double crop using the BAHICU software: A case study in northern Buenos Aires, Argentina. Lopresti MF and Bertín OD. Irrigation & Drainage Systems Engineering. DOI: 10.4172/2168-9768.1000205)

1- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Pergamino, Ruta 32 km 4,5, Pergamino (2700), Buenos Aires, Argentina.

*lopresti.mariano@inta.gob.ar



Diciembre 2018, Argentina

de nitrógeno ha⁻¹, 80 kg de fósforo ha⁻¹, 50 kg de azufre ha⁻¹ y 100 kg de calcio ha⁻¹.

La programación del riego fue realizada mediante el software BAHICU (<http://inta.gob.ar/noticias/nuevo-software-de-balance-hidrico-de-cultivos-extensivos-bahicu-102>). BAHICU (Andriani, 2012) estima un balance hídrico dirigido principalmente a cultivos agrícolas extensivos bajo riego, requiere pocos datos de entrada y permite determinar cuándo y cuánto regar. El modelo contempla el agua útil del suelo a 2 m de profundidad; el límite de estrés o umbral de riego preestablecido por el modelo equivale al 50% de la capacidad de campo. El software requiere la medición de la humedad del suelo el día anterior a la siembra y la carga diaria de la evapotranspiración potencial (ETP), la lluvia y la lámina de agua regada. El cálculo de la ETP se realizó mediante la Ecuación de FAO Penman-Monteith y los datos meteorológicos provinieron de la estación meteorológica del INTA Pergamino. El riego fue aplicado mediante un sistema de aspersores. La lámina de riego total en los dos maíces fue 156 mm repartida en 13 aplicaciones, 3 en el MH y 10 en el MCI (en el trabajo del cual se obtuvo este extracto se presenta un gráfico con la evolución diaria del balance hídrico para ambos maíces bajo riego y en seco). El software permitió conocer la evapotranspiración del cultivo (ETc) de los tratamientos bajo riego y en seco.

En cada subparcela se midió la producción de forraje en materia seca (MS) y la altura de planta a la cosecha; a su vez, se calculó la eficiencia en el uso del agua (EUA) del cultivo (Ecuación 1). En el MH se cosecharon, a mano, 2 surcos centrales de 5 m cada uno, y en el MCI se cosecharon a máquina 3 surcos de 8 m lineales.

$$EUA \text{ (kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}\text{)} = Y / ETc \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde Y es el rendimiento de MS (kg ha⁻¹) y ETc es la evapotranspiración total del cultivo (mm).

Los resultados fueron analizados mediante un análisis de la varianza (ANVA) y comparación de medias con el test de Tukey. La significancia estadística se determinó con un $p < 0,05$ y el software utilizado fue InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSION

No hubo interacción de la condición hídrica (secano y riego) con el cultivo antecesor invernal ($p > 0,05$) tanto para la producción de MS como para la EUA en ninguno de los dos maíces. El riego aumentó la producción de MS del MCI, en cambio la EUA no varió con la incorporación del riego en ninguno de los dos maíces (Tabla 1). El MCI presentó mayor producción de forraje y EUA que el MH. Si bien no se midió la tasa de crecimiento del cultivo por mm de agua consumido, los resultados obtenidos indicarían que esa variable fue mayor para el MCI (MCI presentó menor ETc y mayor producción de MS que MH). Evidentemente, la fecha de siembra, *i.e.*, la ubicación del ciclo del cultivo en el tiempo tuvo una gran influencia en la EUA. La EUA de una especie puede obtener magnitudes variables en función de las condiciones ambientales en que crece el cultivo (Dardanelli *et al.* 2003). Los valores de la EUA para el MCI fueron similares a los encontrados por Otegui (1992) (42 y 35 kg ha⁻¹ mm⁻¹ en maíz en seco y bajo riego, respectivamente). La producción del doble cultivo de maíz (27,2 t ha⁻¹ y 23,8 t ha⁻¹ con y sin riego) fue alta respecto de un único maíz. En la misma campaña (2015/16), dentro del mismo experimento, la producciones de un único cultivo de maíz (el

Tabla 1. Producción de forraje (MS) y eficiencia en el uso del agua (EUA) de los maíces hiperprecoz (MH), de ciclo intermedio (MCI) y el doble cultivo (MM).

Tratamiento*	MS (t ha ⁻¹)		EUA (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)		ETc (mm)**
S_MH	10,3	a	24,3	a	424
R_MH	10,7	a	24,8	a b	429
S_MCI	13,5	b	39,7	d e	341
R_MCI	16,6	c	42,8	e	387
S_MM	23,8	d	31,1	b c	765
R_MM	27,2	e	33,4	c d	816

Datos con diferente letra indican diferencia significativa (Tukey, $p < 0.05$). Para MS se hizo un ANVA con los primeros 4 tratamientos y luego otro ANVA con los otros 2 tratamientos MM, para EUA se hizo un solo ANVA.

*S: Tratamiento en seco, R: Tratamiento bajo riego (n: 6). **ETc: Evapotranspiración del cultivo. Error estándar de la media para MS (4 y 2 tratamientos) y EUA respectivamente: 0,7, 0,9 y 1,6.

mismo híbrido que el MCI), con y sin riego, fueron 19,1 t ha⁻¹ y 18,4 t ha⁻¹ (datos no publicados). La producción de forraje del doble cultivo de maíz bajo riego obtenida en este estudio fue menor a la obtenida por Camarasa *et al.* (2015) en condiciones similares (34,2 t ha⁻¹).

La demanda de agua (ETc) del doble cultivo de maíz, en seco y bajo riego, fue 765 mm y 816 mm respectivamente. Si bien en la campaña analizada la lluvia durante el período de setiembre a abril fue 978 mm; si se consideran las precipitaciones de Pergamino en un total de 45 campañas (1970/71 a 2014/15), el 51% de las mismas presentó una precipitación de setiembre a abril por debajo de 900 mm. Esta es la razón por la cual la producción del doble cultivo de maíz sin riego podría ser altamente riesgosa, especialmente en una secuencia de tres cultivos donde la reserva de agua en el suelo es escasa debido al consumo del verdeo de invierno.

El verdeo de invierno influyó en la producción del MH (Tabla 2), sobre la avena hubo una mayor producción de MS. En el MCI el efecto del verdeo de invierno sobre el rendimiento del forraje desa-

pareció. Al igual que para la producción de MS y la EUA, no hubo interacción de la condición hídrica (secano y riego) con el cultivo antecesor invernal para la altura de la planta ($p > 0,05$) en ninguno de los dos maíces. Las diferencias de producción, debido al antecesor en el MH y al riego en el MCI, se corresponden con una mayor altura del cultivo (20-30 cm de diferencia) (Tablas 2 y 3). Por lo tanto, la producción de forraje podría estar relacionada de manera directa a la altura de la planta.

CONCLUSIONES

La incorporación del riego influyó en la producción de forraje de uno de los dos maíces pero no en la EUA en ninguno de los dos. La producción del doble cultivo de maíz fue alta en seco y aún mayor con riego. No obstante, la producción del doble cultivo de maíz sin riego, en un año de escasas precipitaciones, podría ser altamente riesgosa. A futuro se deberá seguir explorando la combinación de dos cultivos de maíz en el mismo ciclo para silaje, combinando diferentes longitudes de ciclo tanto para el primer o segundo cultivo, con diferentes condiciones ambientales y principalmente en años mucho menos húmedos.

Tabla 2. Altura de planta y materia seca de los maíces hiperprecoz (MH) y de ciclo intermedio (MCI) en función del cultivo antecesor.

Maíz	Cultivo antecesor *	Altura de planta (m)		Materia seca (t ha ⁻¹)	
MH	Raigrás anual	2,3	a	9,6	a
	Avena	2,5	b	11,3	b
	EEM**		0,03		0,3
MCI	Raigrás anual	2,3	a	15,1	a
	Avena	2,4	a	15	a
	EEM**		0,07		1,1

Datos con diferente letra indican diferencia significativa (Tukey, $p < 0.05$).

* n: 6. **Error estándar de la media.

Tabla 3. Altura de planta de los maíces hiperprecoz (MH) y de ciclo intermedio (MCI) en función de la condición hídrica.

	Condición hídrica *	Altura de planta (m)	
MH	Secano	2,4	a
	Riego	2,4	a
	EEM**		0,05
MCI	Secano	2,2	a
	Riego	2,5	b
	EEM**		0,03

Datos con diferente letra indican diferencia significativa (Tukey, $p < 0.05$).

* n: 6. ** Error estándar de la media. **Error estándar de la media.



BIBLIOGRAFIA

Andriani, J.M. 2012. Desarrollo y validación del software de balance hídrico de cultivos extensivos "BAHÍCU". En: XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, Argentina.

Bertoia, L.M. 2012. Híbridos de maíz para silaje. En Agropost N° 122, pp. 4-6.

Camarasa, J.N.; Bertín, O.D.; Barletta, P.F.; Pacente, E.M. 2015. Efecto del doble cultivo de maíz para ensilaje en la producción de forraje en secuencias de cultivos intensivos. Revista Argentina de Producción Animal 35: 165.

Dardanelli, J.; Collino, D.; Otegui, M.E.; Sadras, V.O. 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. En: Satorre, E.H.; Benech Arnold, R.L.; Slafer, G.A.; et al. (Eds.), Producción de Granos: Bases funcionales para su manejo, pp. 375-440, FAUBA.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; et al. 2015. InfoStat, FCA, UNC.

Otegui, M.E. 1992. Incidencia de una sequía alrededor de anthesis en el cultivo de maíz. Consumo de agua, producción de materia seca y determinación del rendimiento. Tesis de M.Sc., p. 93, FCA, UNMdP.<<



DECARGAR ARTÍCULO