

Remolacha forrajera: un nuevo cultivo para los sistemas de producción de carne de los valles Norpatagónicos

*Gallego, J.J.^{1,2}; Neira Zilli, F.¹; Baffoni, P.^{1,3} y Garcilazo, M.G.¹

¹EEA Valle Inferior del Río Negro (convenio Pcia. de Río Negro-INTA);

²Universidad Nacional del Comahue; ³Universidad Nacional de Río Negro.

*E-mail: gallego.juan@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas, anuales y perennes, estivales e invernales, de ambientes templados de la región pampeana presentan una buena adaptación a los valles templado-fríos irrigados de la norpatagonia. Estos valles se caracterizan por una marcada estacionalidad de la producción de ganado gordo para faena que se relaciona con el uso de pasturas base alfalfa como principal fuente de alimentación en sistemas de invernada corta (primavera-verano-otoño) (Miñón *et al.*, 2015).

En los últimos años la utilización del silaje de maíz y sorgo para consumo otoño-invernal y el incremento de los engordes a corral, han contribuido al incremento de la carga animal de los sistemas y a la disminución de la estacionalidad de la oferta de ganado gordo.

Los silajes de maíz y sorgo, especies C4 de alta eficiencia, son un recurso de bajo costo económico por unidad de materia seca (MS) producida, aunque requieren de una alta liquidez financiera al momento de la confección del silaje. A su vez, en el Valle Inferior del Río Negro los servicios de corta-picado y embolsado tienen escaso desarrollo y su gestión es poco previsible.

Es por ello que cultivos como la “remolacha forrajera” (*Beta vulgaris L*) presentan una alternativa a estudiar para formar parte de la estructura forrajera de los sistemas, ya que permitirían incrementos de la carga, ofrecerían energía para la terminación de animales en pastoreo sin requerimiento de equipamientos costosos para su cultivo.

La remolacha forrajera es una especie bianual, que en su primer año tiene un crecimiento vegetativo, con producciones de la parte aérea (hojas) y subterránea (raíz y acumulación de sacarosa), mientras en el segundo ciclo desarrolla las estructuras reproductivas (floración) (Bruzón, 2007). Se desarrolla en climas templados y húmedos, y de gran intensidad lumínica que permite elevadas tasas fotosintéticas y favorezcan la acumulación de azúcares. Es un cultivo que requiere suelos francos, sin formación de costra en la capa arable y con una buena aireación, que no presenten resistencia al crecimiento de la raíz, permitiéndole retener humedad. *Es tolerante a la salinidad aunque durante sus primeras etapas de crecimiento (desde germinación hasta la formación de corona) las sales la afectan drásticamente, por lo que se sugiere dar riegos pesados para bajar los niveles de salinidad* (Alvarado Padilla *et al.*, 2011).

La temperatura (T°) es un factor importante para el establecimiento del cultivo, ya que requiere de T° ambiente que oscilen entre los 22 y 25 °C (Guerrero, 1999). La T° de suelo para la germinación no debe ser inferior a 10°C (IANSAGRO, 2007), mientras que para el desarrollo de follaje la T° que puede llegar a soportar es de 32-33°C. Durante el desarrollo del tubérculo la T° máxima que tolera alcanza los 40°C (Valencia *et al.*, 2009).

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El emprendimiento nacional más importante de industrialización de remolacha azucarera se realizó en el decenio de 1929/39 en la provincia de Río Negro por la “Compañía Industrial y Agrícola San Lorenzo”, en General Conesa. Las inversiones de gran magnitud fueron realizadas por los inmigrantes italianos, Juan Pegassano y Benito Lorenzo Raggio, quienes construyeron un ingenio y un ramal ferroviario de 107 km a fin de comunicar la zona, transportar pasajeros, insumos y comercializar el azúcar con destino al sur del país. La producción de remolacha creció hasta 1935; luego comenzó a decaer dramáticamente debido a causas desconocidas. El diagnóstico, realizado por Bennett y Munck sobre finales de la década del '30, alegó que esto se debió al efecto del “virus del marchitamiento amarillo” (Rivas, 2017).

Más recientemente y a nivel experimental en la EEA Valle Inferior del Río Negro Guzmán *et al.* (2013) en remolacha azucarera y Baffoni *et al.* (2016) en acelga y remolacha

hortícola, determinaron síntomas de amarillamiento y marchitez como consecuencia del fitoplasma perteneciente al grupo 16SrIII (x-disease), subgrupo J, el cual es transmitido por insectos vectores del tipo chicharritas (Hemípteros) que se alimentan del floema. Asimismo Rivas (2017) encontró en remolacha azucarera síntomas de marchitamiento amarillo.

Sin embargo, en el mismo sitio experimental, Reinoso *et al.* (2016) observaron rendimientos de remolacha azucarera (raíz) que fluctuaron entre 54 y 94 t ha⁻¹ de materia verde con un porcentaje de MS promedio de 29%. Asimismo Rivas (2017) en el sur de la provincia de Buenos Aires reportó para remolacha azucarera rendimientos entre 63 y 116 t ha⁻¹ de materia verde.

Los antecedentes mencionados hacen referencia al comportamiento de materiales de remolacha azucarera, con destino a la producción de azúcar y/o bioetanol, sin embargo existen escasas o nulas referencias sobre el comportamiento productivo-sanitario de remolacha forrajera y sus variedades para el uso en alimentación animal.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Evaluar la adaptación del cultivo de remolacha forrajera a las condiciones ambientales de la EEA Valle Inferior del Río Negro.
- Estudiar los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y la sanidad del cultivo de remolacha forrajera.
- Evaluar la incidencia de la densidad la siembra sobre la producción de forraje de remolacha forrajera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior del Río Negro (EEAVI), que se encuentra en el Valle Inferior o Valle de Viedma, provincia de Río Negro (40° 48' S'; 63° 05' O). Este valle se extiende de oeste a este en la margen sur del río Negro hasta su desembocadura en el Océano Atlántico (Miñón *et al.*, 2013). Según Thornthwaite (1948) el clima es semiárido, mesotermal con pequeño a nulo exceso de agua y baja eficiencia térmica estival. La temperatura media anual es de 14,1°C con una máxima media en verano de 20,9°C y una mínima media en invierno de 7,9°C. El otoño y la primavera son estaciones de transición con temperaturas variables. La precipitación media histórica es de 409 mm anuales y el período libre de heladas es de 199 días (Martín, 2009). Se realizaron dos estudios de producción de forraje bajo diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada (experimento 1) y densidad de siembra (experimento 2) en remolacha forrajera. Ambos fueron diseñados en bloques completos al azar (r=4). Los experimentos se sembraron en un suelo de la serie Chacras de textura arcillo-limosa. Los parámetros químicos del suelo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo a la profundidad 0-20 cm.

Parámetros /Profundidad	pH (1:2,5)	RAS	CE mS/cm	P disp. (Olsen) Ppm	N total (Kjeldahl) -----%	MO (Walkley- Black)
0-20 cm	8,31	< 1	0,44	13,1	0,2	2,82

Fuente: Laboratorio LACAR. UNCo-CURZA

La siembra de ambos experimentos se realizó el 23 de noviembre en surcos a 0,80 m, en parcelas de 3,2 m de ancho y 6 m de largo, totalizando 19,2 m². El cultivar utilizado fue Gitty KWS (Semillero KWS Semillas).

El control de malezas se realizó en pre-emergencia con S-metalocloro (96%) a razón de 1300 cm³ ha⁻¹. En post-emergencia se aplicó Clopyralid (47%) y Haloxifop-P-metil (3%) a razón de 350 y 2.000 cm³ ha⁻¹ respectivamente.

Experimento 1: Fertilización nitrogenada

Se evaluaron cinco dosis de fertilización con nitrógeno (N): 0, 50, 100, 200 y 400 kg N ha⁻¹ (Figura 1). A la siembra se fertilizó con 100 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (18:46:0) y la fuente nitrogenada que se utilizó fue urea (46:0:0) aplicándose en dos estados fenológicos del periodo de crecimiento del cultivo (5-6 y 10-11 hojas verdaderas). La densidad utilizada fue de 13 semillas por metro lineal.



Figura 1. Parcelas de remolacha forrajera fertilizadas con distintas dosis de N.

Se calculó la tasa de respuesta aparente a la aplicación del N (kg de MS tratamientos fertilizados – kg MS testigo) / (kg N aplicados) y se expresó como kg MS / kg N.

En este estudio se realizaron observaciones durante el periodo de crecimiento para determinar la condición sanitaria del cultivo y la presencia de insectos “vectores” del tipo chicharritas. Para ello se instalaron 3 trampas pegajosas de color amarillo en el experimento y semanalmente se monitorearon las capturas del insecto.

A la cosecha, sobre 20 plantas de cada tratamiento, se determinó la incidencia de *Rhizoctonia solani* en raíces. La enfermedad se confirmó mediante aislamientos en agar papa glucosado (APG) de las muestras con síntomas del hongo. Los resultados de la misma se expresaron como porcentaje (%) de incidencia sobre el cultivo.

Enero 2019 - Año 12 - Nº 78

Experimento 2: Densidad de siembra

Se propuso el estudio la densidad de siembra mediante dos formas de distribución de la semilla en el surco: hilera simple (HS) e hilera doble (HD). La densidad de siembra para HS fue de 13 semillas por metro lineal, mientras que para HD fue de 26 semillas distribuidas en dos hileras (13 +13) (Figura 2).



Figura 2. Surcos de siembra con cultivo de remolacha forrajera. Hilera simple (Izquierda). Hilera doble (Derecha).

Para este experimento se utilizó una dosis fija de 200 kg N ha⁻¹ para ambos tratamientos. A la siembra se fertilizó con 100 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (18:46:0).

En ambos experimentos, la cosecha se realizó en forma manual el 1 de junio cuando el cultivo permanecía en estado vegetativo y con la mayoría de hojas verdes. Se cosecho la biomasa sobre 3 surcos de cada tratamiento, se pesó el material verde y una muestra de 2 plantas por tratamiento fue secada en estufa a 60 °C (con aireación forzada) para la determinación de materia seca (MS). El material seco fue molido y se envió a laboratorio para análisis de parámetros de calidad, (aún no se dispone de estos datos).

Se determinó la producción de materia verde (MV) y MS ($t\ ha^{-1}$), número (Nº) de plantas a cosecha por metro lineal, composición morfológica del cultivo (% de biomasa aérea y subterránea), % de MS a cosecha de planta entera y de sus componentes (hoja y raíz). El análisis de los datos recolectados, en el experimento 1 se realizó con ANOVA y para la comparación de medias se utilizó el test de LSD (5%). En el experimento 2 se utilizó el test de Student al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el momento de la siembra hasta el mes de mayo se aplicaron 11 riegos equivalentes a unos 1.320 mm y se registraron precipitaciones de 214 mm. La Tº de suelo promedio entre la fecha de siembra y el último día del mes de noviembre fue de 26°C (Figura 3). Es importante destacar que el 2017 fue un año más cálido de lo normal, registrándose la última helada a principios de septiembre (04-9-2017) (Musi Saluj, 2018), mientras que la media histórica de última helada es el 13 de octubre (Martin, 2009).

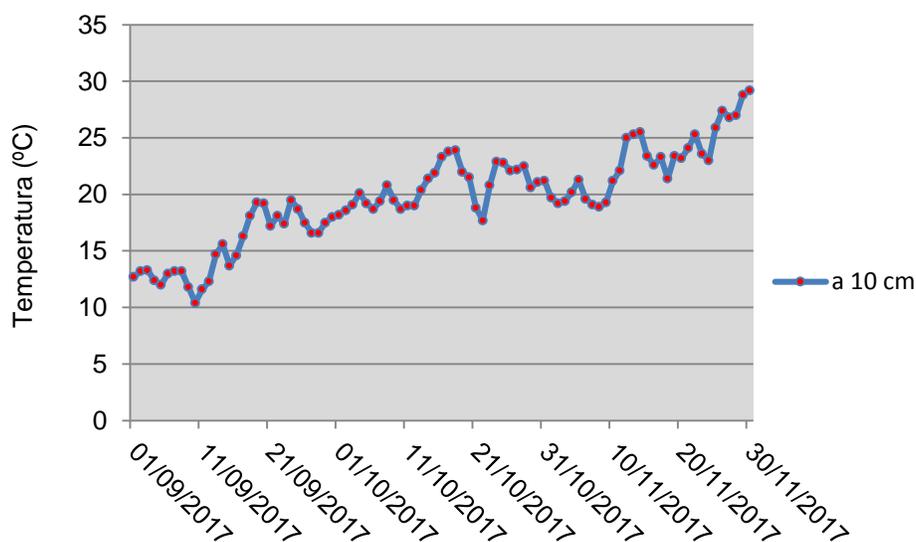


Figura 3. Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad para los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2017. Fuente: Estación meteorológica de la EEA Valle Inferior.

La T° media durante el periodo de estudio fue siempre superior a la media histórica (Figura 4). Estos registros durante primavera y verano están entre los citados por la bibliografía como los necesarios para un adecuado desarrollo foliar y de la raíz.



Figura 4. Temperaturas media mensual histórica, media mensual 2017 y máxima media histórica.
Fuente: Estación meteorológica de la EEA Valle Inferior.

Las T° de suelo registradas (Figura 3), los requerimientos térmicos edáficos para la germinación que informa la bibliografía y la fecha de la última helada promedio histórica, indicarían que la siembra podría adelantarse entre 30 y 40 días. Esto es un aspecto a considerar en el diseño de nuevos estudios para la evaluación de fechas de siembra. Ya que la anticipación de la siembra permitiría un mayor periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo, y aumentar la producción de forraje de la especie.

Experimento 1: Fertilización nitrogenada

El N° de plantas a cosecha fue similar para los tratamientos y el porcentaje de logro promedio fue del 70% (Tabla 2). Cuando la fertilización fue igual o menor a 50 kg N, el contenido de MS de la planta entera a cosecha aumentó. Es probable que esto ocurra debido a que cuando el contenido de N en planta disminuye, el movimiento de este

nutriente es mayor desde las hojas más viejas a las más jóvenes, y en consecuencia genera una mayor cantidad de hojas basales en senescencia (Mengel y Kirkby, 1987). En relación a la composición morfológica del cultivo se observó que, con la mayor dosis de N, si bien se obtuvo una elevada producción de forraje, aumentó la proporción de biomasa aérea en detrimento de la subterránea (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos, Nº de plantas/m lineal, porcentaje de MS (%) de raíz, hoja y planta entera, composición morfológica (%) y producción de materia verde (t ha⁻¹).

Dosis N	Nº plantas metro lineal	Raíz	Hoja	Planta entera	Composición morfológica		Materia verde t ha ⁻¹
					%MS.....	%Hoja %Raíz	
0N	8 a	21,6	20,2	21,4 d	13,2 b	86,8 a	40,5 a
50N	9 a	21,4	19,5	21,2 d	11,8 b	88,2 a	48,9 b
100N	10 a	20,3	17,4	19,9 c	11,2 b	88,8 a	87,8 c
200N	9 a	18,2	18,3	18,2 b	14,1 b	85,9 a	113,9 d
400N	9 a	16,3	14,5	15,9 a	18,7 a	81,3 b	134,0 d

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD < 5%).

En la figura 5 se observa, respecto de la producción de MS del cultivo, que el tratamiento 100N produjo un 84% más de forraje que el testigo y 50N, los que no se diferenciaron significativamente entre sí. Entre 200N y 400N el promedio de producción fue de 21 t MS ha⁻¹, sin diferencias significativas entre ellos, es decir 120% más de forraje que el tratamiento testigo o con 50N y un 20% más que el tratamiento 100N. Considerando que el contenido de N total en el suelo es alto (Tabla 1) y que aun así se observó una respuesta a dosis relativamente bajas del nutriente, podría suponerse que la demanda del mismo en este cultivo es elevada.

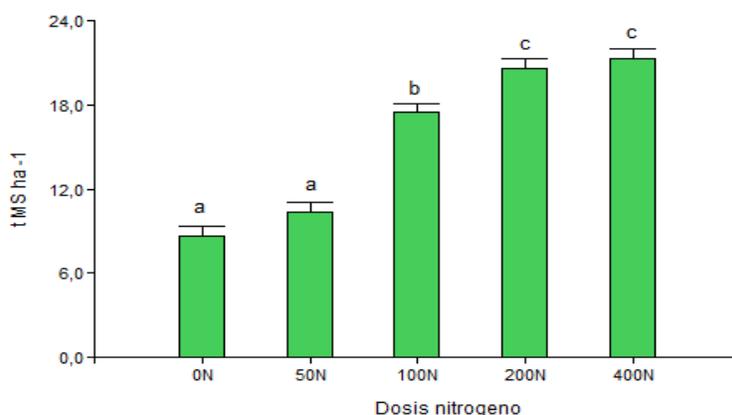


Figura 5. Producción de forraje de remolacha forrajera con diferentes dosis de N (t MS ha⁻¹). Letras distintas en barras indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD < 5%).

Al analizar la tasa de respuesta aparente a la aplicación del N, se pudo observar que la mayor respuesta se presentó en el tratamiento con dosis de 100 kg N (Figura 6). Con dosis más elevadas la respuesta a la aplicación del nutriente fue decreciente.

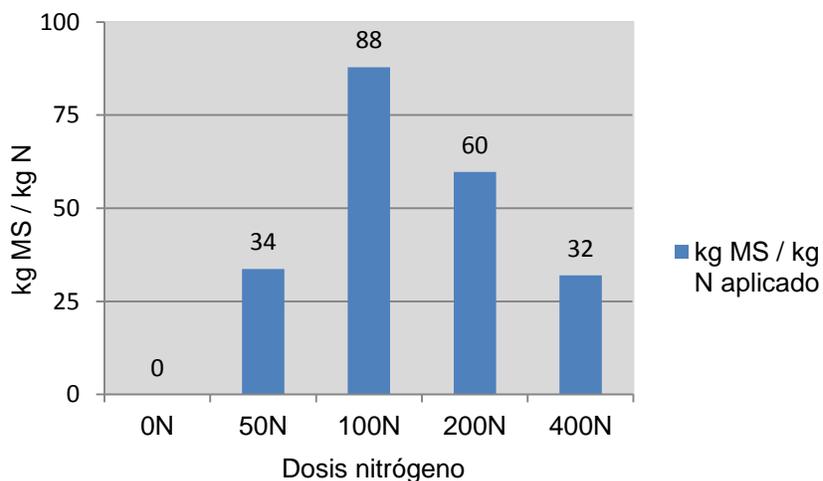


Figura 6. Tasa de respuesta aparente a la aplicación de N (kg MS / kg N aplicado).

En relación a la presencia de plagas, durante el período enero - marzo no se registró presencia de chicharrita, plantas con síntomas de amarillamiento o marchitez. (Figura 7).



Figura 7. Trampas pegajosas para monitoreo de chicharritas en el cultivo de remolacha.

Sin embargo, a partir de febrero se observó la presencia de oídio causado por *Erysiphe betae*. Esta enfermedad se observó sobre la superficie de las hojas sobre las que desarrolla un micelio de color blanquecino de aspecto harinoso, tanto en el haz como en el envés de las mismas (Figura 8).



Figura 8. Presencia de oídio (*Erysiphe betae*) en hojas de remolacha forrajera.

Otra enfermedad observada fue la causada por *Rhizoctonia solani*, que produce marchitamiento de las hojas. En las raíces se observó una necrosis del tejido superficial que avanza progresivamente hacia el interior (Figura 9).



Figura 9. Raíz de remolacha forrajera afectada con *Rhizoctonia solani*,

Por lo general esta enfermedad aparece en manchones en el campo. *Rhizoctonia solani* es un hongo de suelo que presenta infecciones más intensas bajo condiciones de sequía o cuando las plantas están bajo stress. Esto pudo observarse en las parcelas no fertilizadas o con baja dosis de N, las cuales presentaron los mayores valores de incidencia (Figura 10).

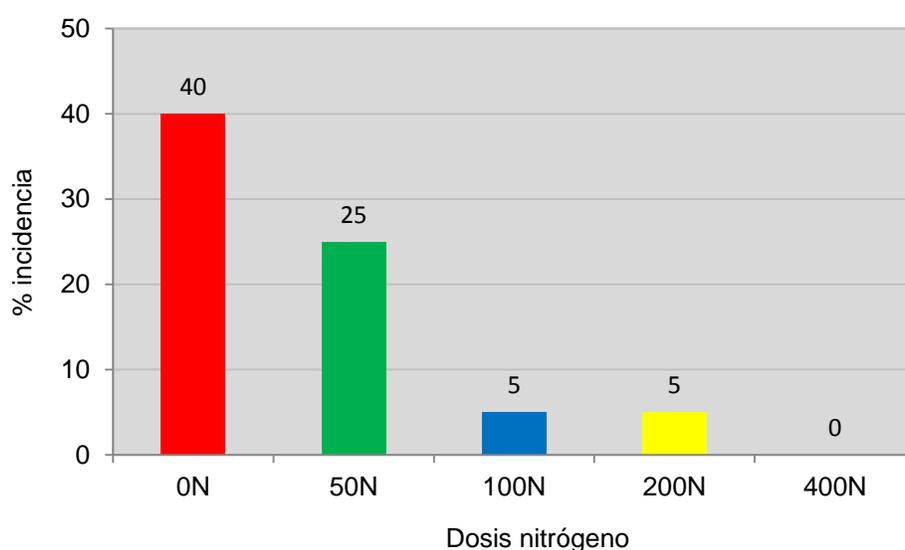


Figura 10. Incidencia (%) por *Rhizoctonia solani* en plantas cosechadas en en parcelas fertilizadas con dosis crecientes de N.

Los resultados obtenidos refuerzan la importancia de la fertilización con N, tanto para obtener un mayor rendimiento y calidad, como para contar con un cultivo con buena sanidad. Sin embargo, a pesar de que estamos frente a un cultivo altamente demandante de nutrientes, previo a la siembra debería estudiarse el contenido de N en el suelo para determinar la dosis a aplicar. De este modo se evita dosis en exceso que pudieran ser contaminantes del ambiente por volatilización/lixiviación, o sub-aplicación que disminuyan el rendimiento del cultivo.

Experimento 2: Densidad de siembra

El porcentaje de plantas logradas a cosecha fue de 69 y 54% para HS y HD respectivamente. La composición morfológica del cultivo se diferenció significativamente entre ambos tratamientos. En HD se observó menor producción de raíz y un aumento de la parte aérea respecto al tratamiento con menos densidad de plantas en el surco (Tabla 3).

Tabla 3. Tratamientos, N° de plantas/m lineal, porcentaje de MS (%) de raíz, hoja y planta entera, composición morfológica (%) y producción de materia verde (t ha⁻¹).

Tratamientos	N° plantas metro lineal	Raíz	%MS		Composición morfológica		Materia verde (t ha ⁻¹)
			Hoja	Planta entera	%Hoja	%Raíz	
HS	9	18,2	18,3	18,2 a	14,1 b	85,9 a	113,9 b
HD	14	18,2	14,7	17,2 a	20,9 a	79,1 b	159,6 a

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas entre tratamientos (Student < 5%).

Se asume que el sistema HD presentó mayor competencia intra-específica y como consecuencia el tamaño de las raíces disminuyó en proporción al área foliar. Resultado similar reportó Flores Flores (2014) en un trabajo con remolacha forrajera, en el cual observó que a mayor N° de plantas en el surco de siembra, la producción de la raíz disminuía significativamente.

No obstante, cuando se compara la producción de MS total entre los tratamientos, el sistema de HD con 26 semillas sembradas produjo un 33% más de forraje que el sistema HS (13 semillas) (Figura 11).

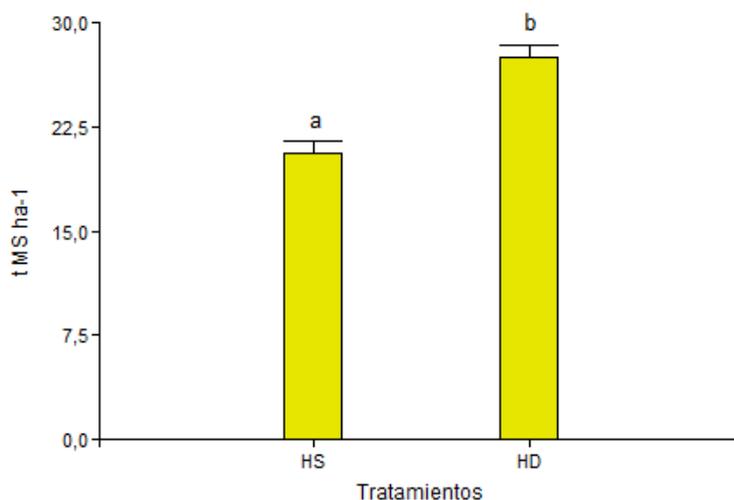


Figura 11. Producción de forraje de remolacha forrajera con diferente densidad y sistema de siembra Hilera simple (HS) y doble (HD). Letras distintas en barras indican diferencias significativas entre tratamientos (Student < 5%).

CONCLUSIONES

El cultivo de remolacha forrajera es una especie que podría utilizarse en los planteos ganaderos especializados de los valles Norpatagónicos ya que aporta gran volumen de forraje por unidad de superficie en la época otoño-invernal.

- Se observó una buena adaptación del cultivo remolacha forrajera a las condiciones edafo-climáticas del Valle Inferior del Río Negro.
- La fertilización con dosis medias de N (100N) es una tecnología necesaria para lograr una alta producción de forraje y una buena sanidad del cultivo.
- El aumento de la densidad de siembra en doble hilera de plantas en el surco presentó mayor producción de forraje.
- No se observaron problemas sanitarios de gran impacto en la producción.

Resulta necesario continuar, ampliar y consolidar los trabajos de investigación con el cultivo de remolacha con el fin de generar mayor información sobre el comportamiento productivo de esta especie a nuestra región en aspectos tales como fechas de siembra, fenología y desempeño de distintas variedades del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agracen al Ing. Agr. Mg. Daniel Miñón por sus aportes en el contenido del mismo y a los Sres. Marcos Tarqui y Horacio Pallao por sus valiosas contribuciones en la recolección de muestras a campo y procesamiento de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Padilla, J. I.; Avila Casillas, E. A.; Camarillo Pilido, M.; Ochoa Espinoza, X. M. y Zamarripa Colmenero, A. 2011. Producción de remolacha azucarera en el Valle de Mexicali, B. C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle e Mexicali Mexicali, Baja California. Diciembre, 2011 Folleto Técnico No. 19. ISBN: 978-607-425-675-8. 28 p.
- Baffoni, P. A.; Conci, L.; Guzman, F. y Doñate, M.T. 2016. Identificación del agente causal del amarillamiento y marchitez de la acelga y remolacha en el Valle Inferior del Río Negro. Memoria técnica 2013- 2015. EEA Valle Inferior. Convenio Pcia. de Río Negro – INTA. 165 p.
- Bruzon C., S. F. 2007. Curso sobre aspectos agronómicos de la remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. Y caña de azúcar *Saccharum officinarum*. http://www.centrosprovinciales.org/biomasa/aspectos_agronomicos_remolacha_azucarera. Pdf (24 septiembre 2007).
- Flores Flores, J. E. 2014. Efecto del distanciamiento entre plantas en la producción de dos variedades de remolacha forrajera. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias, escuela profesional de ingenieros agrónomos. 81 pp.
- Guerrero A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial Mundiprensa. España. 6° edición. 831 p.
- Guzmán, F.; Reinoso, L. y Conci, L. 2016. Identificar hemípteros, posibles vectores de fitoplasmas, en el cultivo. Evaluar porcentaje de incidencia de enfermedades en el cultivo. Memoria técnica 2013- 2015. EEA Valle Inferior. Convenio Pcia. de Río Negro – INTA. 165 p.
- IANSAGRO S.A. 2007. Manual del cultivo de la remolacha. 2007-2008. Chillán, Chile. https://issuu.com/multimedial/docs/manual_tecnico.
- Martín, D. M. 2009. Estadísticas climáticas del Valle de Viedma. EEA Valle Inferior-Convenio Provincia de Río Negro-INTA. Información Técnica Nº 27: 80 p.
- Mengel, K. and Kirkby E. A.. 1987. Capítulo 7. Principles of plant nutrition: Nitrógeno. Pp. 305-338. 4th Ed. International Potash Institute. Suiza. 696 pp.

Enero 2019 - Año 12 - Nº 78

Miñón, D. P.; J. M. Álvarez; J. J. Gallego; M. G. Garcilazo; R. A. Barbarossa y J. C. García Vinent. 2015. Recursos forrajeros para intensificar la producción de carnes en los valles regados patagónicos. Información técnica Nº 36. Año 9, Nº 18. EEA Valle Inferior-Convenio Pcia. de Río Negro-INTA. Ediciones INTA. 71 pp.

Miñón, D. P.; R. A. Barbarossa y J. J. Gallego. 2013. Producción de forraje de gramíneas y sus variedades en valles regados de Patagonia Norte. Información técnica Nº 34. Año 7- Nº 16. EEA Valle Inferior-Convenio Pcia. de Río Negro-INTA. Ediciones INTA. 68 pp.

Musi Saluj, C. 2018. Datos climáticos del Valle Inferior del Río Negro. Periodo 1965-2017. Informe climático. <https://inta.gob.ar/valleinferior>.

Reinoso, L.; Martínez, R. S.; Margiotta, F. A. y Martínez, R. M. 2016. Estudios de adaptación de cultivares comerciales de Remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*) al valle inferior del Río Negro. Memoria técnica 2013- 2015. EEA Valle Inferior. Convenio Pcia. de Río Negro – INTA. 165 p.

Rivas, J. C. 2017. Comportamiento de remolacha azucarera *Beta vulgaris* L. en el sur de la provincia de Buenos Aires. Informe técnico Nº 55. ISSN 0328-3399. 10 p.

Thorthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review 38: 55-94.

Valencia, P. F.; Dávalos G. P.; Ochoa A. X. y Armenta C. A. 2009. Necesidades Agroclimáticas de Tres Cultivos de Importancia en la Producción de Biocombustibles. IN: XII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Realizado el 29 y 30 de octubre, en Mexicali