

**EFICIENCIA DE USO DEL NITRÓGENO EN VERDEO INVERNAL DE
CENTENO**

Corvalán, Francisco José

Pelletier, Santiago

Autores

Ferri, Carlos M.

Director

Ingeniería Agronómica

Facultad de Agronomía – Universidad Nacional de La Pampa

--- 2014 ---

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN	4
MATERIALES Y MÉTODOS	6
Sitio y diseño experimental	6
Acumulación de materia seca, concentración y eficiencia en el uso del nitrógeno	6
Análisis de los datos	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
Condiciones climáticas.....	8
Acumulación de materia seca.....	10
Porcentaje de proteína bruta en la materia seca	12
Eficiencia de utilización del nitrógeno	13
CONCLUSIONES	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue, 1) determinar la acumulación de materia seca (MS) y la concentración de N en la MS y 2) estimar la eficiencia agronómica (EAN) y sus componentes, las eficiencias de recuperación (ERN) y fisiológica (EFN) del N en centeno (*Secale cereale* (L.) M. Bieb.) cv. Quehué INTA, sembrado en dos localidades. Los estudios se desarrollaron en el campo de enseñanza de la Facultad de Agronomía (UNLPam), Santa Rosa (La Pampa), y en el establecimiento “Don Santiago”, General Villegas (Buenos Aires). Se realizó la siembra a fines del mes de marzo, en un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y ocho dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150, 200, 300, 450 y 650 kg/ha). Luego de la emergencia de las plántulas, se realizó una única fertilización al voleo con urea, excepto la dosis de 650 kg/ha la cual se dividió en dos aplicaciones de 325 kg/ha, con la segunda aplicación en inicio de macollaje. La masa forrajera, en cada tratamiento y repetición, se evaluó luego del inicio de la senescencia foliar. Una submuestra del material cosechado en cada parcela se secó en estufa y molió, para luego determinar proteína bruta (PB). Las eficiencias de uso del N se establecieron mediante el método de la “diferencia”. Los datos se analizaron, mediante ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$). La respuesta en la acumulación de MS a la fertilización con N fue moderada, con escasas diferencias entre las dosis de nitrógeno aplicadas. Los porcentajes de PB en la MS oscilaron entre 12,8 y 24,3%. La fertilización incrementó ($p<0,05$) en forma sustancial el porcentaje de PB con respecto al testigo (0 kg N/ha), en una de las dos localidades evaluadas. El comportamiento de EAN fue similar ($p>0,05$) entre localidades, siendo el tratamiento de 50 kg/ha el que presentó la mayor ($p<0,05$) EAN comparándolo con los demás tratamientos. El comportamiento de ERN con el aumento en la dosis de N fue diferente entre localidades. Los tratamientos de 50 y 100 kg/ha

fueron los únicos que presentaron diferencias entre localidades. No se encontraron diferencias de EFN tanto entre localidades como entre dosis de fertilizante. Las pequeñas respuestas obtenidas, por efecto de la fertilización, en todas las variables analizadas, excepto el porcentaje de PB, podrían obedecer a que las precipitaciones registradas, tanto antes como durante el periodo de evaluación fueron marcadamente inferiores a los registros históricos, en ambas localidades.

Palabras clave: Verdeos de invierno, fertilización, acumulación de materia seca, concentración de nitrógeno.

INTRODUCCIÓN

En la Región Pampeana Semiárida y Subhúmeda, la oferta forrajera, desde fines de otoño a principios de primavera, está limitada por el efecto de la sequía y las frecuentes e intensas heladas que afectan el crecimiento de las pasturas perennes. Así, los verdeos de invierno, se transforman en recursos insustituibles dentro de los sistemas de producción de carne y leche, cuando las bajas temperaturas invernales limitan el crecimiento de las pasturas y reducen su calidad.

El porcentaje de verdeos invernales se encuentra altamente correlacionado con la receptividad animal y ésta con la producción de carne por hectárea (Viglizzo, 1982), ya que permiten aumentar la oferta de forraje y sostener los aumentos de peso. Sin embargo, los verdeos de invierno resultan cultivos de elevado costo de implantación y competitivos con la agricultura cerealera (Torroba, 1984). Por ello, el área asignada a verdeos debería ser la mínima necesaria, empleándose los cultivares que mejor complementen a las pasturas naturales y/o cultivadas (Ferri *et al.*, 1995). Por lo tanto, los verdeos invernales se constituyen

en un recurso indispensable para disminuir el desequilibrio estacional en la producción de forraje (Ferri y Stritzler, 1996).

Los sistemas ganaderos de la Región Pampeana Semiárida, en elevada proporción, se localizan sobre suelos Haplustoles (horizonte superior oscuro y sin B textural), y con niveles de precipitaciones anuales que oscilan entre 450 y 700 mm. En general, estos suelos sufrieron una importante pérdida de materia orgánica que condiciona la productividad y la eficiencia del uso del agua (Vallejo *et al.*, 2002). El requerimiento promedio de agua en verdeos de invierno, durante el período comprendido entre fines de marzo y agosto, sería del orden de 240 mm (alcanzando valores de hasta 320 mm), con una eficiencia promedio de 11 kg de MS/ha.mm⁻¹. Esta eficiencia puede ser mejorada hasta superar los 15 kg de MS/ha.mm⁻¹ (Quiroga *et al.*, 2006), con el control de la nutrición mediante la fertilización, en particular, con nitrógeno y fósforo. En los últimos años el incremento de la superficie agrícola determinó el desplazamiento de la ganadería hacia suelos de menor aptitud. Además, la influencia del cambio en las prácticas de manejo (*i.e.*, cultivo antecesor, período de barbecho, sistemas de labranza) sobre el almacenaje de agua y la disponibilidad de nitratos en el suelo, afectan la producción de forraje de los verdeos de invierno, dando lugar a importantes respuestas a la fertilización nitrogenada (Quiroga, 1997).

La aplicación de fertilizantes debe considerar la eficiencia de uso del o los nutrientes aplicados, esta eficiencia dependerá de: la fertilidad y tipo de suelo, la especie, el estado fisiológico de la planta, la dosis aplicada y su fraccionamiento, la frecuencia de pastoreo y las condiciones climáticas, factores que influyen sobre el costo de aplicación y sobre el retorno económico (Romero y Bruno, 2000).

El objetivo del presente trabajo fue, 1) determinar la acumulación de materia seca (MS) y la concentración de N en la MS y 2) estimar la eficiencia agronómica (EAN) y sus

componentes, las eficiencias de recuperación (ERN) y fisiológica (EFN) del N en centeno (*Secale cereale* (L.) M. Bieb.) cv. Quehué INTA sembrado en dos localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio y diseño experimental

Los estudios se desarrollaron durante una estación de crecimiento en el campo de enseñanza de la Facultad de Agronomía (UNLPam) (36°46' de lat. Sur; 64°16' long. Oeste; 210 m.s.n.m.), Santa Rosa (La Pampa), sobre un suelo Haplustol éntico y en el establecimiento "Don Santiago" (35°01' de lat. Sur; 63°02' long Oeste; 113 m.s.n.m.), General Villegas (Buenos Aires), sobre un suelo Hapludol típico.

Se sembró centeno cv. Quehué INTA a fines del mes de marzo a razón de 250 semillas por m², en un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y ocho dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150, 200, 300, 450 y 650 kg/ha). Las parcelas estuvieron conformadas por siete líneas de siembra, de cinco metros de longitud, y un espaciamiento entre ellas de 0,20 m. Luego de la emergencia de las plántulas, se realizó una única fertilización al voleo con urea (46,7% de N), excepto la dosis de 650 kg/ha la cual se dividió en dos aplicaciones de 325 kg/ha, con la segunda aplicación en inicio de macollaje.

Acumulación de materia seca, concentración y eficiencia en el uso del nitrógeno

Se realizó un único corte, a una altura de 5 cm, al momento de inicio de la senescencia foliar (en Santa Rosa el 22/06/10 y en General Villegas el 13/07/10), en una superficie de 3

m² ubicada sobre las cinco líneas centrales de la parcela. De cada una de las muestras, una vez pesadas, se tomaron 350 gramos y se llevaron a estufa con circulación de aire a 60° C hasta peso constante. Luego, se pesaron para determinar el porcentaje de materia seca (MS) y molieron para cuantificar el porcentaje de nitrógeno, utilizando el método de Kjeldhal.

El N acumulado (kg/ha) se estimó como el producto entre la MS acumulada y la concentración de N en la MS. Para evaluar la eficiencia en el uso del N se emplearon los siguientes índices: eficiencia agronómica (EAN; kg de incremento en la MS acumulada por kg de N aplicado) y sus componentes, las eficiencias de recuperación (ERN; kg de incremento en el N acumulado por kg de N aplicado) y fisiológica (EFN; kg de incremento en la MS acumulada por kg de incremento en el N acumulado proveniente del fertilizante). Los mismos fueron calculados mediante el método de la “diferencia” (Novoa y Loomis, 1981; Doberman, 2005) de la siguiente manera:

$$\text{EAN} = [\text{MS acumulada en parcelas fertilizadas} - \text{MS acumulada en el control (kg de MS/ha)}] / \text{dosis de N (kg N/ha)} = \text{kg MS/kg N aplicado},$$

$$\text{ERN} = [\text{N acumulado en parcelas fertilizadas} - \text{N acumulado en el control (kg de N/ha)}] / \text{dosis de N (kg N/ha)} = \text{kg N/ kg N aplicado},$$

$$\text{EFN} = [\text{MS acumulada en parcelas fertilizadas} - \text{MS acumulada en el control (kg MS/ha)}] / [\text{N acumulado en parcelas fertilizadas} - \text{N acumulado en el control (kg N/ha)}] = \text{kg MS/kg N recuperado}.$$

Análisis de los datos

Los datos fueron analizados mediante análisis de la variancia mediante el siguiente modelo $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \alpha_i(\delta_k) + \beta_j * \delta_k + \varepsilon_{ijk}$, donde Y = acumulación de materia seca, concentración de nitrógeno, EA_N , ER_N y EF_N , μ es la media general, α , β y δ son los efectos de bloque, dosis de nitrógeno y localidad y ε es el término de error aleatorio. El efecto de localidad (δ_k) se contrastó utilizando como término de error la localidad dentro de bloque $\alpha_i(\delta_k)$. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas

En la **Figura 1** y **2** se presentan las precipitaciones medias mensuales históricas (1977-2010) y las correspondientes al año de evaluación registradas por las Estaciones Meteorológicas de la Facultad de Agronomía, UNLPam (Santa Rosa, La Pampa.) y de la EEA General Villegas, INTA (Drabble, Buenos Aires.). En ambas localidades, durante los meses de abril hasta julio, en los cuales transcurrió el periodo experimental, se registraron precipitaciones inferiores al registro de largo plazo en un 88 y 45% en Santa Rosa y General Villegas, respectivamente. Sin embargo, las precipitaciones previas a la siembra fueron en términos comparativos de mayor magnitud en Santa Rosa (374,9 mm vs. 173,8 mm durante el bimestre Febrero-Marzo). Esto habría determinado una germinación y emergencia de las plántulas más uniforme en ésta localidad, pero una menor acumulación de MS con respecto a General Villegas.

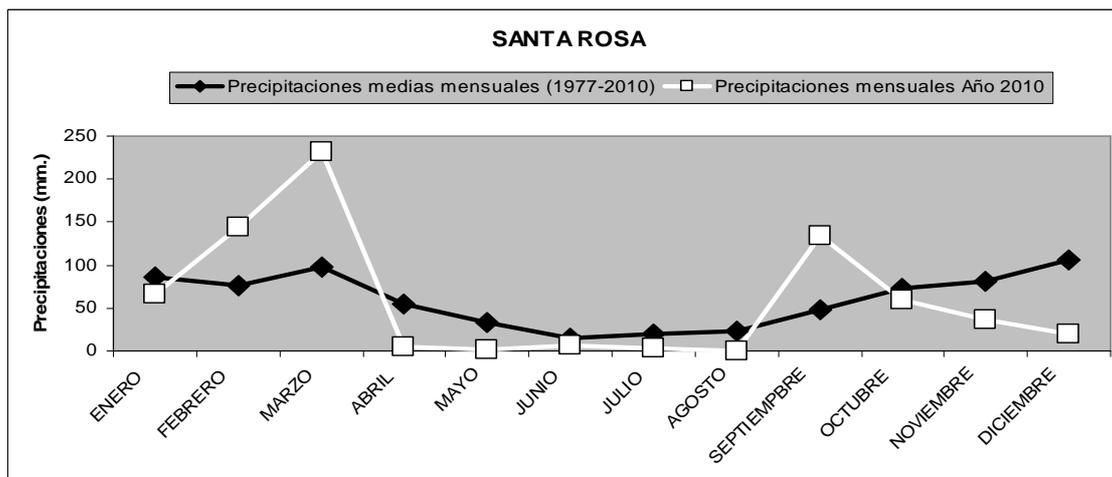


Figura 1. Precipitaciones medias mensuales histórica (1977-2010) y durante el año 2010, Santa Rosa, La Pampa.

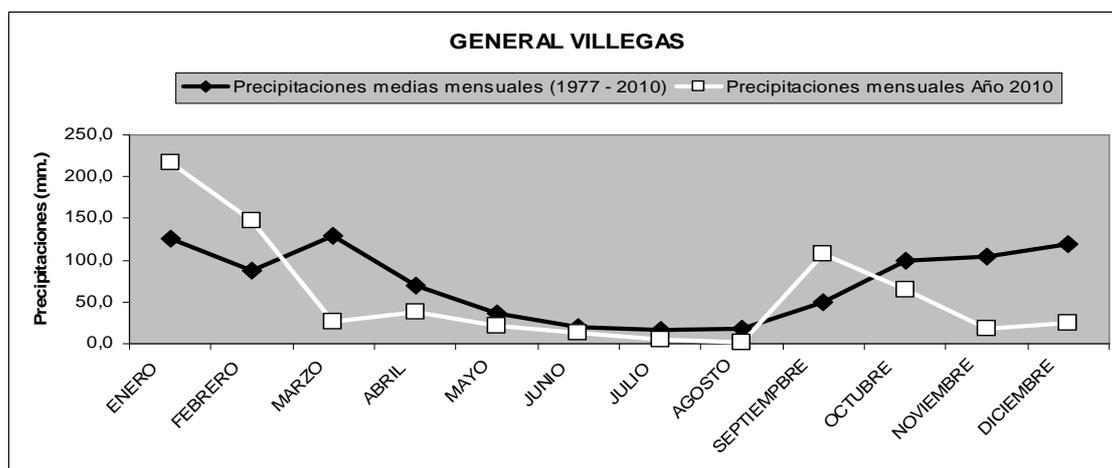


Figura 2. Precipitaciones medias mensuales histórica (1977-2010) y durante el año 2010, General Villegas, Buenos Aires.

En la **Figura 3** se presentan las temperaturas medias mensuales y mínimas absolutas para ambas localidades. En Santa Rosa, con respecto a General Villegas, se registraron temperaturas inferiores, tanto en las medias mensuales como en las mínimas absolutas. Siendo la fecha de primera helada el 23 de abril con $-4,5^{\circ}\text{C}$ y $-0,9^{\circ}\text{C}$ para Santa Rosa y General Villegas, respectivamente.

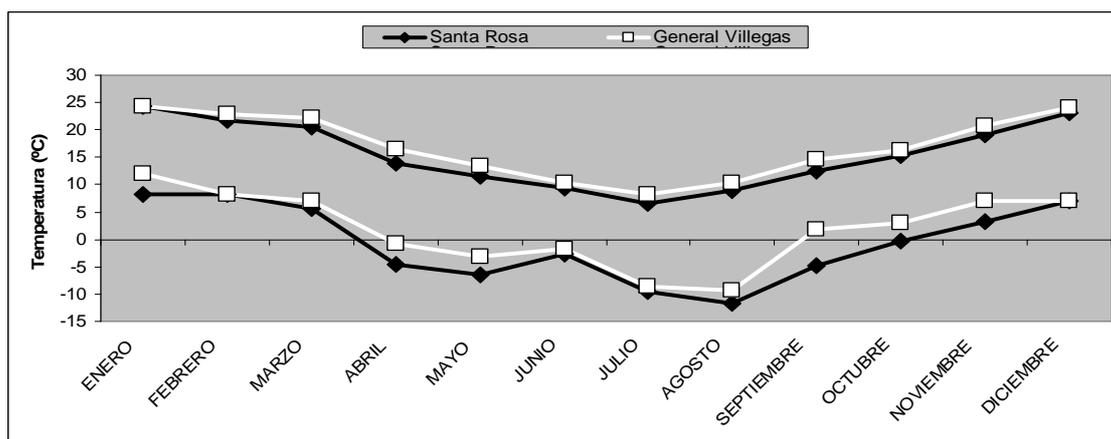


Figura 3. Temperaturas medias mensuales y mínimas absolutas para el año 2010 registradas en abrigo meteorológico a 1,50 m. de altura, en las localidades de Santa Rosa (La Pampa) y General Villegas (Buenos Aires).

Acumulación de materia seca

En la **Figura 4** se presentan los promedios de MS acumulada (kg/ha) en función de la dosis de fertilizante nitrogenado aplicado, siendo similar en ambas localidades la respuesta a la fertilización (Interacción localidad*nitrógeno; $p > 0,10$). La MS acumulada fue en promedio de 2238 ± 492 y 2510 ± 510 kg/ha en Santa Rosa y en General Villegas, respectivamente, presentándose diferencias ($p < 0,05$) entre localidades. Entre las dosis de fertilizante, se obtuvieron diferencias ($p < 0,05$) únicamente entre el tratamiento 0 (testigo; 1947 kg MS/ha) y 450 kg N/ha (2859 kg MS/ha). La respuesta productiva del verdeo invernal fue relativamente buena, encontrándose dentro del rango de valores registrado por otros autores (Pordomingo *et al.*, 2001; E.E.A. INTA Gral Villegas, 2002), teniendo en consideración las condiciones climáticas presentes, en particular las escasas precipitaciones, durante el periodo de evaluación en ambas localidades.

En la región pampeana semiárida central, se registraron para cvs de centeno valores promedios de acumulación de MS mayores a 4500 kg/ha y, además, superiores a los de avena

(2800 kg/ha). Dentro de los cvs de centeno se destacaron Don Luis INTA y Quehué INTA (Pordomingo *et al.*, 2001). Estudios de adaptación ambiental en cvs de centeno, presentaron en el primer corte, a Don Luis INTA e Insave FA como los de mayor producción con 1100 kg/ha, no diferenciándose de Quehué INTA con 1000 kg/ha (Ruiz *et al.*, 2006). En un trabajo realizado con verdeos de invierno utilizados como cultivos de cobertura se comprobó que centeno Quehué INTA superó significativamente al resto de los cultivares, observándose diferencias de 1440 kg MS/ha respecto del cultivar Don Santiago (de menor rendimiento), y 1217 a 1290 kg MS/ha respecto de Don Guillermo y Don Norberto, respectivamente (Frasier *et al.*, 2007). Además, Romero y Ruiz (2011) registraron acumulaciones promedio de MS en verdeos invernales de 1620 kg/ha a 3837 kg/ha en distintos perfiles nutricionales de la Pcia. de La Pampa.

Mientras que, en la región NO de la Pcia. de Buenos Aires los valores de MS acumulada oscilaron entre 3600 y 6600 kg/ha (E.E.A. INTA Gral. Villegas, 2002). En estudios de interacción genotipo x ambiente, los cvs de centeno alcanzaron una acumulación de 3150 kg de MS por ha (Méndez *et al.*, 2006). En sistemas de producción orgánica el cv. Quehué INTA presentó una mayor producción de MS comparado con vicia como cultivos de cobertura (Scianca *et al.*, 2011). En términos generales, existe una amplia variabilidad en la acumulación de MS entre cvs dentro de una misma especie. En un estudio realizado durante tres años con verdeos invernales, donde se cuantificó el porcentaje de variación en la producción de MS se observó que centeno junto con triticale fueron los cultivos con mayor estabilidad (Méndez, 2013).

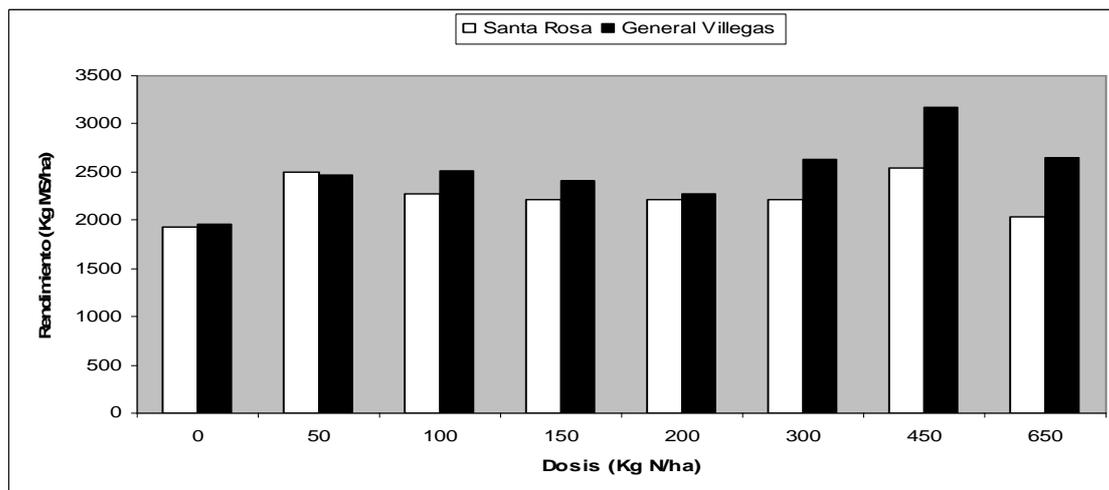


Figura 4. Materia seca acumulada (kg/ha) en centeno cv. Quehué INTA según la dosis de fertilizante (kg N/ha) utilizada en ambas localidades.

Sin embargo, al realizar un análisis de los resultados de acumulación de MS obtenidos en la investigación, la respuesta promedio a la fertilización fue moderada (46,8% de incremento con respecto al testigo) y variable entre repeticiones (coeficiente de variación, CV = 16,7%). Las diferencias entre localidades posiblemente fueron debidas a las condiciones meteorológicas (temperatura y lluvia) imperantes durante el desarrollo del cultivo y a las propiedades edáficas que caracterizan los suelos de cada región.

Porcentaje de proteína bruta en la materia seca

En la **Tabla 1** se representan los promedios de porcentajes de proteína bruta en la MS en ambas localidades en función de la dosis de fertilizante nitrogenado aplicado. Los porcentajes oscilaron entre 12,8 y 24,3 y se encontró una diferencia ($p < 0,05$) entre localidades solamente en el tratamiento testigo (0 kg N/ha); donde el porcentaje de PB menor en Gral. Villegas con respecto a Sta. Rosa, se debería a la baja disponibilidad de N ($N-NO_3 = 18,6$ ppm) en el perfil del suelo al momento de la siembra en esta localidad, posiblemente asociado

con las bajas precipitaciones registradas tanto antes de la siembra, como durante el desarrollo del cultivo. En general, los porcentajes de PB observados, en el presente trabajo, se encuentran dentro del rango de valores informado por otros autores (Pordomingo *et al.*, 2001).

Tabla 1. Porcentaje de proteína bruta en centeno cv. Quehué INTA según la dosis de fertilizante (kg N/ha) utilizado en dos localidades.

		Dosis de N						
Localidad	0	50	100	150	200	300	450	650
		----- (%) -----						
Sta. Rosa	17,96 ^{Ba}	17,71 ^{Ba}	18,06 ^{Ba}	19,45 ^{ABa}	20,04 ^{ABa}	20,12 ^{ABa}	20,36 ^{ABa}	24,33 ^{Aa}
Gral. Villegas	12,79 ^{Bb}	18,77 ^{Aa}	19,17 ^{Aa}	21,80 ^{Aa}	21,01 ^{Aa}	22,26 ^{Aa}	21,30 ^{Aa}	22,34 ^{Aa}

*Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos de cada localidad ($p \leq 0,05$).
Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre localidades según cada tratamiento ($p \leq 0,05$).*

Eficiencia de utilización del nitrógeno

En la **Figura 5** se presenta la EAN (kg de incremento en la MS acumulada por kg de N aplicado) promedio en función de la dosis de fertilizante utilizado. El comportamiento de EAN fue similar ($p > 0,05$) entre localidades, siendo el tratamiento de 50 kg de N/ha el que presentó la mayor ($p < 0,05$) EAN (11,6 kg MS/kg N aplicado) comparándolo con los demás tratamientos; en estos últimos los valores oscilaron desde menos de 1,0 hasta 4,5 kg MS/kg N aplicado, sin presentar diferencias ($p > 0,05$) entre ellos.

El centeno cv Quehué INTA, en un estudio realizado en la región semiárida pampeana central, presentó una respuesta al agregado de N a la siembra de 854 y 915 kg MS/ha respecto del testigo, con dosis de 80 y 120 kg N/ha. (Frasier *et al.*, 2007), lo cual representó una EAN de 10,7 y 7,6 kg MS/kg N aplicado, respectivamente.

En la región NO de la Pcia. de Buenos Aires se observó una respuesta media a la fertilización nitrogenada de 523 kg de MS/ha para fertilizaciones de 100 kg N/ha., siendo el aumento en la acumulación de forraje de 23,2%, con una eficiencia de uso del N de 10,5 kg de MS por unidad de nutriente nitrogenado agregado (E.E.A. INTA Gral. Villegas, 2002).

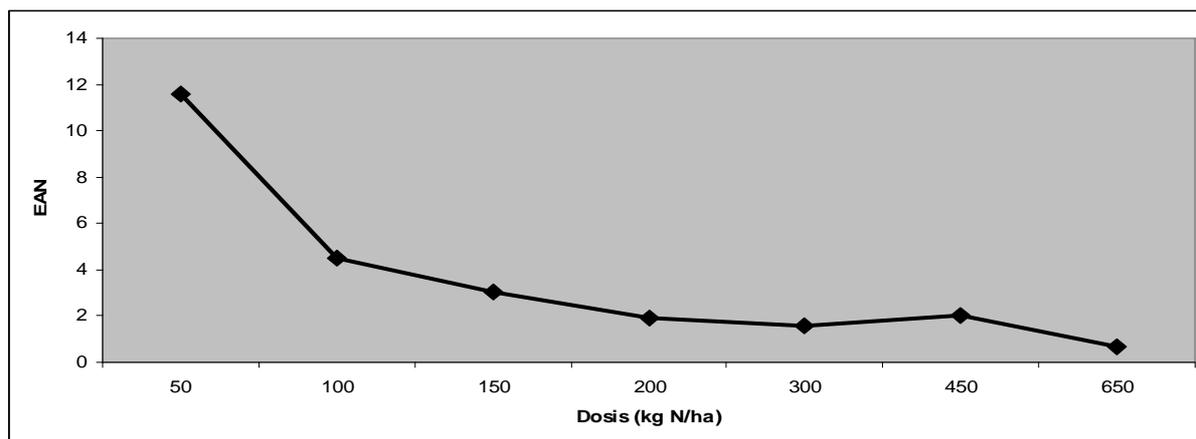


Figura 5. Eficiencia agronómica de uso del nitrógeno (EAN; kg MS/kg N aplicado) en centeno cv. Quehué INTA según la dosis de fertilizante (kg N/ha).

En la **Figura 6** se presenta la ERN (kg de incremento en el N acumulado por kg de N aplicado) promedio para ambas localidades en función de la dosis de fertilizante utilizado. El comportamiento de ERN con el aumento en la dosis de N fue diferente (Interacción localidad*nitrógeno; $p < 0,05$) entre localidades. Los tratamientos de 50 y 100 kg/ha fueron los únicos que presentaron diferencias entre localidades; los valores variaron entre 2,3 y 4,3 kg N/kg N aplicado, y entre 0,68 y 2,07 kg N/kg N aplicado en General Villegas y Santa Rosa, respectivamente. En promedio, se obtuvo una ERN de 0,67 y 1,76 kg N/kg N aplicado en Santa Rosa y General Villegas, respectivamente. La diferencia en la ERN entre localidades podría deberse a las condiciones meteorológicas que acompañaron al verdeo invernal y al nivel inicial de N en el perfil de suelo. El mayor nivel de precipitaciones registrado durante el

desarrollo del cultivo en Gral. Villegas, pudo haber determinado una mejor asimilación del N proveniente del fertilizante. El tratamiento de 50 kg/ha se diferenció ($p < 0,05$) con los demás dando el mayor valor promedio de ERN (3,18 kg N/kg N aplicado) considerando ambas localidades. Los restantes tratamientos promediaron valores entre 0,38 y 1,5 kg N/kg N aplicado.

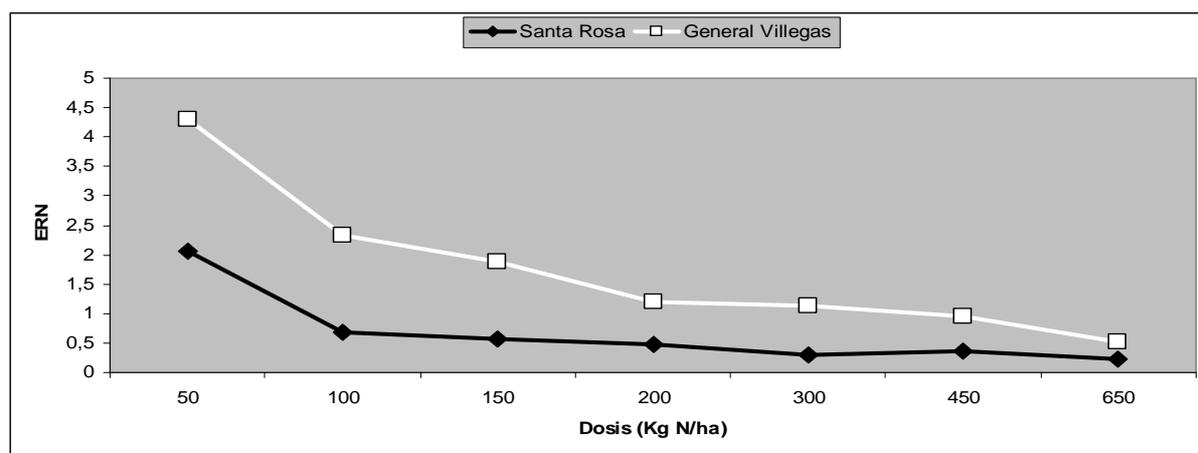


Figura 6. Eficiencias de recuperación de uso del nitrógeno (ERN; kg N/kg N aplicado) en centeno cv. Quehué INTA según la dosis de fertilizante (kg N/ha), en dos localidades.

En la **Figura 7** se presenta la EFN (kg de incremento en la MS acumulada por kg de incremento en el N recuperado) promedio en función de la dosis de fertilizante utilizado. No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) de EFN tanto entre localidades como entre dosis de fertilizante, aún cuando la diferencia a favor del tratamiento con 50 kg N/ha fue de 11,2 kg MS/kg N recuperado con respecto a la media de los restantes tratamientos.

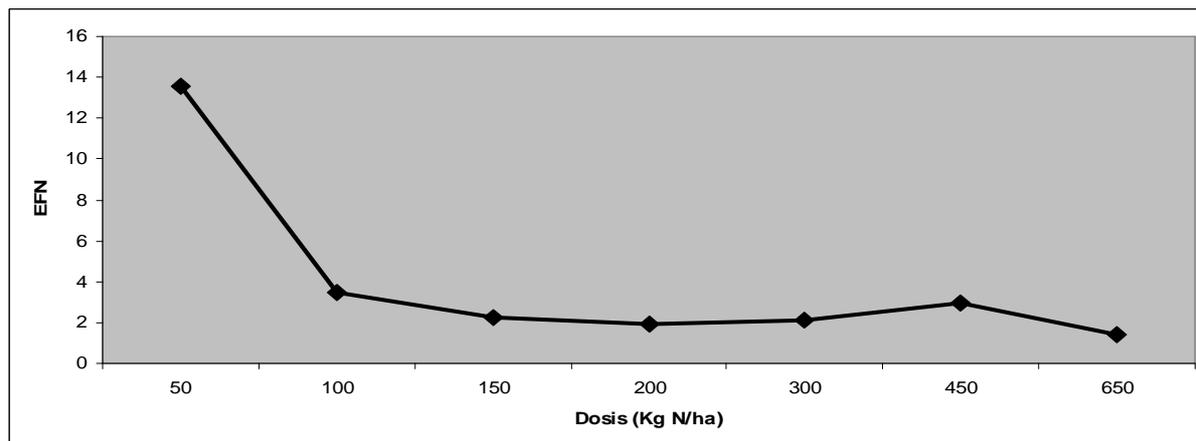


Figura 7. Eficiencia fisiológica de uso del nitrógeno (EFN; kg MS/kg N recuperado) en centeno cv. Quehué INTA según la dosis de fertilizante (kg N/ha).

CONCLUSIONES

La respuesta en la acumulación de MS a la fertilización con nitrógeno fue moderada, con escasas diferencias entre las dosis de nitrógeno aplicadas. La fertilización incrementó en forma sustancial la concentración proteica de la materia seca con respecto al testigo (0 kg N/ha), en una de las dos localidades evaluadas. Mientras que, dentro de los tratamientos fertilizados los aumentos en la dosis de N determinaron pequeños incrementos en el porcentaje de PB.

Las diferencias en la EAN se presentaron sólo a nivel de tratamientos (fertilización); en cambio, en la ERN se presentaron diferencias entre tratamientos y entre localidades. Las mayores respuestas en ambas eficiencias se obtuvieron a bajas dosis de N (50 y 100 kg N/ha). Mientras que, la EFN se mantuvo estable entre localidades y niveles de fertilización.

Las pequeñas respuestas obtenidas, por efecto de la fertilización, en todas las variables analizadas, con la excepción del porcentaje de PB en la materia seca, podrían obedecer a que

las precipitaciones registradas durante el periodo de evaluación fueron marcadamente inferiores a los registros históricos, en ambas localidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Dobermann A.R. 2005. Nitrogen use efficiency – state of the art. Agronomy – Faculty Publications. Paper 316, University of Nebraska, Lincoln, USA. 16 p.
- E.E.A. Gral. Villegas. 2002. Utilización de verdeos invernales. Centro Regional Bs. As. Norte. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. 18 p.
- Ferri, C.M.; Hernández, O.A. y Frecentese, M.A. 1995. Comportamiento de verdeos invernales en Santa Rosa La Pampa. I. Distribución estacional y rendimientos acumulados de materia seca. Rev. Fac. Agr. (UNLPam) 8:1-9.
- Ferri, C.M. y Stritzler, N.P. 1996. Comportamiento de verdeos invernales en Santa Rosa, La Pampa. II. Estimación de la degradabilidad ruminal in sacco. Rev. Fac. Agr. (UNLPam) 9:17-24.
- Frasier, I.; Fernández, R. y Quiroga, A. 2007. Valoración de especies invernales como cultivos de cobertura. Póster Publicación técnica N° 71. E.E.A. INTA Anguil.
- Méndez, D.; Davies, P. y Frigerio, K. 2006. Producción de verdeos invernales en el noroeste bonaerense. Memoria técnica 2011-2012. E.E.A. INTA Gral Villegas. pp 139-140.
- Méndez, D. 2013. Verdeos de invierno: haciendo números. Memoria técnica 2012-2013. E.E.A. INTA Gral. Villegas. pp 119-122.
- Novoa, R. and Loomis, R.S. 1981. Nitrogen and plant production. Plant and Soil 58:177-204.
- Pordomingo, A.; Jonas, O.; Otamendi, H. y Quiroga, A. 2001. Producción y calidad de verdeos de invierno en siembra directa. V Congreso Nacional de Trigo, Córdoba.

- Quiroga, A.R. 1997. Verdeos de invierno: fertilización y productividad. Horizonte agropecuario N° 52 Centro regional INTA La Pampa San Luis.
- Quiroga, A.R.; Fernández, R. y Saks, M. 2006. Verdeos de invierno: Requerimientos de agua y nutrientes. Experiencias de fertilización en la región Semiárida Pampeana E.E.A. INTA Anguil. INPOFOS Informaciones agronómicas del Cono Sur N° 29. pp 20-22.
- Romero, L. y Bruno, O. 2000. Fertilización de cultivos forrajeros. INTA Rafaela. Producir XXI. Año 9. N° 104. 22 p.
- Romero, N. y Ruiz, M. 2011. Verdeos de invierno: perfiles nutricionales. E.E.A. INTA Anguil. 19 p.
- Ruiz, M.; Romero, N.; Urquiza, C. y Pordomingo, A. 2006. Verdeos de invierno: ensayos comparativos de rendimiento de cultivares y líneas experimentales bajo corte. Investigación en producción animal. Región Subhúmeda y Semiárida Pampeana. pp 15-16.
- Scianca, C.; Pérez, M.B.; Barraco, M. y Lardone, A. 2011. Cultivos de cobertura en sistemas de producción orgánica: producción de materia seca e impacto sobre algunas propiedades edáficas y poblaciones de malezas. Memoria técnica 2010-2011. E.E.A. INTA Gral. Villegas. pp 38-45.
- Torroba, J.P. 1984. Invernada. Cuaderno de actualización técnica N° 35. Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. 104 p.
- Vallejo, A.; Souto, R. y Quiroga, A.R. 2002. Siembra directa y fertilización en sistemas ganaderos de la región semiárida. E.E.A. INTA Anguil. Boletín de divulgación técnica N° 74. 22 p.

Viglizzo, E.F. 1982. Los potenciales de producción de carne en la región Pampeana Semiárida. Actas primeras jornadas técnicas sobre producción animal en la región Pampeana Semiárida. pp 233-269.