

## EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN DESPUÉS DEL ROLADO Y SIEMBRA DE PASTOS NATIVOS EN LA RIOJA

### VEGETATION TREND AFTER ROLLER CHOPPING AND NATIVE GRASS SEEDING IN LA RIOJA

Blanco L.<sup>1</sup>, P.R. Namur<sup>1</sup>, C. Ferrando<sup>1</sup>, A. Rettore<sup>1</sup>,  
P. Namur<sup>1</sup>, R. Ávila<sup>1</sup>, J. Molina<sup>1</sup> & E. Oriente<sup>1</sup>

#### RESUMEN

En Los Llanos de La Rioja, el rolado y siembra de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es una estrategia difundida para recuperar la productividad de aéreas altamente degradadas. La siembra de especies nativas surge como una posible estrategia alternativa. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto a mediano plazo del rolado y rolado + siembra de especies nativas sobre la producción de forraje, eficiencia de uso de las precipitaciones, densidad y cobertura de gramíneas y cobertura de leñosas en sitios degradados de ambientes críticos de la región. Se evaluaron 4 tratamientos T0=testigo, T1=Rolado, T2= Rolado+siembra de *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi y T3=Rolado+siembra de *Trichloris crinita* y *Pappophorum vaginatum* Phil. en tres ambientes degradados. T1, T2 y T3 produjeron importantes incrementos ( $p<0,05$ ) en la producción de forraje, la densidad y cobertura de gramíneas perennes respecto a T0. El impacto del rolado con o sin siembra produjo una disminución inicial del  $68\pm 13\%$  de la cobertura de leñosas, y una posterior tasa de recuperación anual del  $7\pm 2\%$ . Los resultados de este estudio sugieren que especialmente el rolado+siembra de especies nativas sería una estrategia alternativa promisoría para recuperar rápidamente la capacidad forrajera del estrato herbáceo en áreas degradadas de ambientes críticos de Los Llanos de La Rioja.

**Palabras clave:** Rehabilitación pastizal, Tratamiento mecánico, Siembra de nativas, Producción forrajera, Cobertura gramínea, Cobertura leñosa.

#### ABSTRACT

In La Rioja plains, roller chopping and buffelgrass seeding is a widespread strategy for forage recuperation of degraded rangelands. Native grass species seeding arises as a possible alternative strategy. The purpose of this study was to evaluate the medium time impacts of roller chopping and roller chopping + native species seeding on grass forage yield, cover and density and woody cover in degraded sites of critic environments of the mentioned region. Four treatments were evaluated, T0=control, T1=Roller chopping, T2= Roller chopping+*Trichloris crinita* (Lag.) Parodi seeding and T3= Roller chopping+*Trichloris crinita* (Lag.) Parodi and *Pappophorum vaginatum* Phil. seeding on three degraded environments. T1, T2 y T3 produced important increments ( $p<0.05$ ) on grass forage grass, total perennial grass cover and density respect to T0. Initial impacts of roller chopping with and without seeding produced  $68\pm 13\%$  diminution of woody cover with an annual recuperation rate of  $7\pm 2\%$ . Results of this study suggest that, especially roller chopping + native grass seeding would be a promising alternative strategy for rapid recuperation of grass forage capacity of degraded areas at La Rioja plains.

**Key words:** Rangeland rehabilitation, Mechanical treatment, Native grass seeding, Forage yield, Grass cover, Woody cover.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA La Rioja (Ruta Nacional N° 38 km 267. 5380. Chemical, La Rioja).

\* [lblanco@correo.inta.gov.ar](mailto:lblanco@correo.inta.gov.ar)

## INTRODUCCIÓN

En la región de Los Llanos de La Rioja (5.000.000 de hectáreas), localizada en el centro - norte de la Argentina, la cría extensiva de ganado bovino y caprino es la principal actividad productiva. En esta región, la vegetación nativa es la principal fuente de forraje para los animales domésticos (Anderson *et al.*, 1980). De acuerdo a Blanco *et al.* (2005a), la capacidad de carga actual de la región se encuentra un 50% por debajo de su potencial. La disminución de cobertura de gramíneas forrajeras nativas, el incremento del estrato arbustivo y el proceso de erosión del suelo debido al sobrepastoreo, son tópicos que en la actualidad adquieren especial relevancia. El rolado y siembra simultánea de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) es la principal estrategia utilizada para lograr la rápida restauración de la cobertura de pastos y la capacidad de carga de áreas degradadas (Blanco *et al.*, 2002). Respecto a la aplicación de esta estrategia existe variada información (Blanco *et al.*, 2002, 2005b, Ferrando *et al.*, 2012a). También existe información sobre el efecto de la práctica de rolado sin siembra sobre atributos de la vegetación (Namur *et al.*, 2010). En base a estudios realizados recientemente sobre gramíneas nativas (Quiroga *et al.*, 2011; Namur *et al.*, 2011), se plantea actualmente la alternativa de rehabilitación de áreas degradadas mediante el rolado y siembra de gramíneas nativas. Sin embargo, en la actualidad se cuenta con escasa información regional referida a este tema (Namur *et al.*, 2010). El objetivo de este trabajo fue evaluar a nivel regional el impacto a mediano plazo (4 años) del rolado y siembra de gramíneas nativas perennes sobre la producción de forraje, eficiencia de uso de las precipitaciones, densidad y cobertura del estrato graminoso, y la cobertura de leñosas en sitios degradados de ambientes críticos de la mencionada región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, de carácter regional, fue conducido en Los Llanos de La Rioja (29° 32' S, 65° 67' W). El clima es semiárido caracterizado por veranos cálidos e inviernos suaves. Enero es el mes de mayor temperatura promedio (26°C) y julio

es el más frío (11°C) (Morello *et al.*, 1985). El período libre de heladas es de 289 días (19 de agosto al 4 de junio). La precipitación media anual disminuye de 450 mm al este a 200 mm al oeste, ocurriendo el 80% entre noviembre y marzo. Los suelos son aridisoles y entisoles, con variaciones locales en cuanto a textura. La vegetación presenta una fisonomía de arbustal continuo con árboles aislados y pastos en parches (Morello *et al.*, 1985). Los principales géneros de leñosas incluyen *Larrea*, *Aspidosperma*, *Prosopis* y *Mimozyanthus* y los de gramíneas perennes incluyen *Pappophorum*, *Trichloris*, *Setaria*, *Aristida*, *Chloris* y *Neobouteloua*. La estación de crecimiento se extiende de septiembre a abril en especies leñosas y de noviembre a marzo en pastos, concordante esta última con la distribución estacional de las precipitaciones. Las evaluaciones se realizaron en sitios degradados de tres ambientes críticos: Peri-salinas (Establecimiento "Pana", 30° 36' S, 65° 35' W), Barreales (Establecimiento "El Cebollar", 29° 11' S, 66° 25' W) y Planicie Disectada Occidental (Establecimiento "La Yesera", 30° 59' S, 66° 55' W). El diseño experimental fue de bloques completos al azar, utilizando como factor de bloqueo el ambiente (n=3). Los tratamientos fueron: Rolado+ siembra de *Pappophorum vaginatum* Phil. y *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (T3), rolado+siembra de *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (T2), rolado sin siembra (T1) y testigo (T0). El tamaño de la unidad experimental fue de 0,5 ha. La densidad de siembra fue de: 903 g ha<sup>-1</sup> para *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (TRI) y 4.600 g ha<sup>-1</sup> para *Pappophorum vaginatum* Phil. (PAP), correspondiendo a 200 semillas viables m<sup>-2</sup>. Los tratamientos se aplicaron el 27/12/07 en La Yesera, el 24/01/08 en Pana y el 18/02/08 en El Cebollar. Se instaló 1 transecta fija de 20 m para cada tratamiento en cada sitio. En cada transecta se estimó densidad y cobertura de PAP, TRI y de otras gramíneas perennes, y cobertura de leñosas (COBLEÑ) mediante el método de "cobertura de copa" (Daubenmire, 1959) y producción de forraje (PROGRA) en 10 marcos de 0.5 m<sup>2</sup> mediante el método de "la cosecha". Con la información de PROGRA y precipitación de cada año se calculó la eficiencia de utilización de la precipitación (EUP=PROGRA/precipita-

ciones,  $\text{kg mm}^{-1}$ ). Las evaluaciones se realizaron durante mayo de los años 2008, 2009, 2010 y 2011. En cada ambiente se registraron las precipitaciones para cada estación de crecimiento, octubre – marzo (Tabla 1). Para cada año, los datos de densidad y cobertura de PAP, TRI y gramíneas perennes totales (GRA), PROGRA y EUP se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar, considerando a cada ambiente como una repetición, ya que el estudio es a nivel regional, no a nivel de cada ambiente.  $P < 0,05$  fue establecido para reportar diferencias significativas entre tratamientos. Mediante regresión lineal ( $y = \beta_0 + \beta_1 x$ ) considerando como variable dependiente la cobertura (%) y como variable regresora el año, se evaluó la tendencia de la COBLEÑ para cada tratamiento. Los valores  $\beta_0$  y  $\beta_1$  entre tratamientos se analizaron mediante análisis de varianza.  $P \leq 0,10$  se estableció para reportar diferencias significativas.

## RESULTADOS

En la Tabla 2, se observa que el rolado (T1) generó un incremento inicial significativo ( $p < 0,05$ ) en la densidad de GRA respecto a T0 y que ese incremento se mantuvo en el tiempo. Si bien en la cobertura de GRA no se detectó ( $p > 0,05$ ) diferencias en el primer año entre T1 y T0, si se detectó ( $p < 0,05$ ) en los restantes 3 años. Respecto a la densidad y cobertura de PAP y TRI, el rolado (T1) no produjo incrementos respecto a T0. El agregado de semilla de TRI (T2) generó similares ( $p > 0,05$ ) efectos que T1 respecto a T0 en la densidad y cobertura de PAP, TRI y GRA. El rolado y siembra de TRI+PAP generó incrementos ( $p < 0,05$ ) adicionales a los de T1 y T2 respecto a T0 ( $p < 0,05$ ) en la densidad y cobertura de PAP y en la densidad de GRA en los años 2009 y 2010. El rolado con o sin siembra (T1, T2, T3) produjo un incremento ( $p < 0,05$ ) notable respecto a T0 en la PROGRA desde el primer año. Si bien la PROGRA de T3 fue mayor ( $p < 0,05$ ) a la de T1 en los años 2009 y 2010 y a la de T2 en el 2009, fueron similares ( $p > 0,05$ ) en el 2011. La EUP no mostró diferencias ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos en el primer año, pero si fue mayor ( $p < 0,05$ ) en T1, T2 y T3 respecto a T0 en los restantes años. La EUP de

T3 fue mayor ( $p < 0,05$ ) a la de T1 y T2 en los años 2009 y 2010, pero no ( $p > 0,05$ ) en el 2011.

La regresión de la COBLEÑ en función del año no fue significativa ( $p = 0,1503$  para  $\beta_1$ ) en T0, pero si en T1, T2 y T3 a nivel de  $p \leq 0,10$  para  $\beta_1$  (Tabla 3). El impacto del rolado con o sin siembra (T1, T2 y T3) produjo una disminución inicial significativa ( $p < 0,05$  para  $\beta_0$ ) del  $68 \pm 13\%$  de la cobertura de leñosas respecto T0. La evolución de la misma fue diferente (Valor de  $p$  para  $\beta_1 < 0,05$ ) entre T0 y los otros tratamientos (T1, T2 y T3) sin diferencias (Valor de  $p$  para  $\beta_1 > 0,05$ ) entre ellos, recuperándose a una tasa del  $7 \pm 2\%$  anual (T1, T2 y T3) mientras que en T0 permaneció constante.

## DISCUSIÓN

El impacto inicial de la aplicación del rolado sin siembra y su evolución posterior sobre la densidad y cobertura de plantas de GRA encontrado en este estudio fue similar a lo reportado por Namur *et al.* (2010). Lo anterior podría estar asociado a la existencia de un importante banco de semillas y cambios microambientales (suelo, luz, agua, nutrientes), hechos no evaluados en el presente estudio. El agregado de semilla de TRI + PAP generaron incrementos adicionales en la densidad y cobertura de gramíneas perennes totales al cabo de 4 años, aunque estadísticamente no fueron detectados. Estudios realizados de rolado + siembra simultanea de buffel reportaron similares tendencias a la de este estudio (Blanco *et al.*, 2002; Ferrando *et al.*, 2012a). Tanto el rolado con siembra como sin siembra produjeron un gran incremento en PROGRA, lo que es coincidente con lo reportado por Blanco *et al.* (2002), Ferrando *et al.* (2012a) y Namur *et al.* (2010), si bien en los dos primeros estudios mencionados la especie sembrada fue buffel. Este gran incremento en la PROGRA estaría en gran parte asociado al incremento en la cobertura del mismo. También, la eficiencia en el uso de las precipitaciones fue incrementada notablemente por los tratamientos mencionados. Namur *et al.* (2011) reportaron eficiencias de 4,5 kg de materia seca por mm de lluvia en un estudio realizado sobre TRI. Respecto al impacto inicial sobre la COBLEÑ, en el presente estudio (dis-

minución del 68%) parece haber sido superior al reportado por Ferrando *et al.* (2012a) (disminución del 50%). La dinámica de recuperación anual del estrato leñoso en el presente estudio (7%) parece haber sido levemente superior al reportado por Ferrando *et al.* (2012a) (5%). Finalmente, la importancia de mantener la diversidad vegetal, en especial los árboles, por su importante rol en la estabilidad de los ecosistemas y por su aporte a la dieta animal han sido expresados por Mazzarino *et al.* (1991) y Ferrando *et al.* (2012b).

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio sugieren que el rolado y siembra simultánea de especies nativas, en especial cuando se combinan *Trichloris crinita* y *Papophorum vaginatum*, puede ser una estrategia alternativa promisoriosa a la siembra de “buffel grass” para recuperar la cobertura y productividad de forraje graminoso y consecuentemente para incrementar la capacidad de carga y mejorar la estabilidad del sistema.

## BIBLIOGRAFIA

- Anderson D.L., J.A. del Águila, A. Marchi, J.C. Vera, L.E. Oriente & A.E. Bernardón. 1980. Manejo Racional de un Campo en la Región Árida de Los Llanos de La Rioja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp.90.
- Blanco L., C. Ferrando, E. Oriente, F. Biurrun, G. Berone, D. Recalde & P. Namur. 2002. Cobertura y producción de forraje en pasturas de buffel sembradas con dos tipos de rolo en el Chaco Árido. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22(1): 96-97.
- Blanco L., F. Biurrun, & C. Ferrando. 2005a. Niveles de degradación de la vegetación del Chaco Árido. Una Aproximación cuantitativa a partir de imágenes satelitales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie de Publicaciones del Área Investigación EEA La Rioja, La Rioja, Argentina. pp. 12.
- Blanco L., C. Ferrando, N. Biurrun, E. Oriente, P. Namur, D. Recalde & G. Berone. 2005b. Forage production and vegetation attributes on roller-chopping and buffelgrass seeding in Argentina. *Rangeland Ecol. Manag.* 58: 219-224.
- Daubenmire R. 1959. A canopy-coverage method of vegetation analysis. *Northwest Sci.* 33: 43-65.
- Ferrando C., R. Ávila, L. Blanco, P. Namur, J. Molina & P.R. Namur. 2012a. Evolución de la vegetación después del rolado y siembra de *Cenchrus ciliaris* en La Rioja. En: Actas 2° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Ediciones INTA. 9-11/04/ 2012. Santiago del Estero, Argentina. pp 81-86.
- Ferrando C., J. Molina, T. Vera & A. Ricarte. 2012b. Diet Composition of Goats and Cattle on Woody Invaded Buffelgrass Pasture. En: Actas 2° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Ediciones INTA. 9-11/05/ 2012. Santiago del Estero, Argentina. pp 1-8.
- Mazzarino M.J., L. Oliva, A. Nuñez, G. Nuñez & E. Buffa. 1991. Nitrogen mineralization and soil fertility in the Dry Chaco ecosystem. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 515-522.
- Morello J., L.A. Sancholuz & C.A. Blanco. 1985. Estudio Macroecológico de Los Llanos de la Rioja. Buenos Aires, Argentina: Serie del Cincuentenario de la Administración de Parques Nacionales 5: 1-53.
- Namur P.R., L.J. Blanco, C.A. Ferrando, P. Namur, R. Ávila & J. Molina. 2010. Siembra de gramíneas nativas para recuperar la capacidad forrajera en sitios degradados de La Rioja. *Rev. Argent. Prod. Anim.* 30 (1): 399-400.
- Namur P.R., L.J. Blanco & A.R. Sancho. 2011. Respuesta forrajera de *Trichloris crinita* a la disponibilidad hídrica. *Rev. Argent. Prod. Anim.* 31(1): 540.
- Quiroga R.E., L.J. Blanco & P.R. Namur. 2011 Efecto residual del pastoreo simulado por cortes en pasturas de especies nativas. *Rev. Argent. Prod. Anim.* 31(1): 538.

**Tabla 1.** Precipitaciones (mm) ocurridas en las estaciones de crecimiento (octubre a marzo) 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011 en cada ambiente (Peri-Salinadas=Establecimiento “Pana”; Barreales=Establecimiento “El Cebollar”; Planicie Disectada=Establecimiento “La Yesera”).

**Table 1.** Growing season precipitations (October – March, mm) of 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011 on each environment (Peri-Salinadas=“Pana” Ranch; Barreales=“El Cebollar” Ranch; Planicie Disectada=“La Yesera” Ranch).

Precipitaciones (octubre – marzo)				
Ambiente	2007 -2008	2008 – 2009	2009 – 2010	2010 – 2011
“Pana”	420	261	360	269
“El Cebollar”	560	231	392	590
“La Yesera”	345	242	326	641

**Tabla 3.** Ecuación de regresión lineal ( $y = \beta_0 + \beta_1 x$ ) de la cobertura de leñosas (y, %) en función del año (x), valores de p para  $\beta_1$  y coeficiente de determinación ( $r^2$ ) según tratamiento (T1=rolado sin siembra, T2=Rolado+siembra de *Tricholis crinita* y T3=Rolado+siembra de *Trichloris crinita* y *Papophorum vaginatum*).

**Table 3.** Linear regression equations ( $y = \beta_0 + \beta_1 x$ ) of woody cover (y, %) in function of year (x), p values of  $\beta_1$  and determination coefficient ( $r^2$ ) according to treatment (T1=roller chopping without seeding, T2=roller chopping+seeding of *Tricholis crinita* and T3=roller chopping+seeding of *Trichloris crinita* and *Papophorum vaginatum*).

Tratamiento	Ecuación	Valor de p para $\beta_1$	$r^2$
T1	$y = 1,36 + 9,76 x$	0,1	0,25
T2	$y = 4,22 + 6,22 x$	0,0825	0,27
T3	$y = 3,88 + 6,52 x$	0,0433	0,35

**Tabla 2.** Media  $\pm$  desvío estándar de densidad (plantas m<sup>-2</sup>) de *Papophorum vaginatum* (DENPAP), *Trichloris cinita* (DENTRI) y gramíneas nativas perennes totales (DENGRA), cobertura (%) de *Papophorum vaginatum* (COBPAP), *Trichloris cinita* (COBTRI) y gramíneas nativas perennes totales (COBGRA), producción de forraje de gramíneas (PROGRA, Kg MS ha<sup>-1</sup>) y eficiencia de uso de la precipitación (EUP, kg MS ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>) según año y tratamiento (T0=testigo, T1=rolado sin siembra, T2=Rolado+siembra de *Trichloris crinita* y T3=Rolado+siembra de *Trichloris crinita* y *Papophorum vaginatum*).

**Table 2.** Mean  $\pm$  SD of density (plants m<sup>-2</sup>) of *Papophorum vaginatum* (DENPAP), *Trichloris cinita* (DENTRI) and total perennial native grasses (DENGRA), cover (%) of *Papophorum vaginatum* (COBPAP), *Trichloris cinita* (COBTRI) and total perennial native grasses (COBGRA), grass yield (PROGRA, Kg MS ha<sup>-1</sup>) and precipitation use efficiency (EUP, kg MS ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>) according to year and treatment (T0=control, T1=roller chopping without seeding, T2= roller chopping+seeding of *Trichloris crinita* and T3= roller chopping+seeding of *Trichloris crinita* and *Papophorum vaginatum*).

Variable	Tratamiento	Año			
		2008	2009	2010	2011
DENPAP	T0	0,4 $\pm$ 0,3a	0,1 $\pm$ 0,1 a	0,1 $\pm$ 0,1a	0,2 $\pm$ 0,1a
	T1	0,1 $\pm$ 0,1a	0,6 $\pm$ 0,5a	0,5 $\pm$ 0,4a	1,8 $\pm$ 1,5a
	T2	0,6 $\pm$ 0,5a	0,7 $\pm$ 0,6a	0,8 $\pm$ 0,4a	0,3 $\pm$ 0,2a
	T3	30,0 $\pm$ 23,9b	15,0 $\pm$ 3,5b	8,9 $\pm$ 2,4b	15,3 $\pm$ 10,9b
DENTRI	T0	0,2 $\pm$ 0,2a	0,5 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	0,1 $\pm$ 0,1a	0,3 $\pm$ 0,2a
	T1	0,8 $\pm$ 0,8a	1,4 $\pm$ 1,3ab	0,9 $\pm$ 0,9ab	1,7 $\pm$ 1,6a
	T2	2,9 $\pm$ 1,3a	4,3 $\pm$ 0,8c	2,8 $\pm$ 0,5b	7,1 $\pm$ 3,2b
	T3	3,5 $\pm$ 2,7a	2,6 $\pm$ 2,1bc	2,8 $\pm$ 2,5b	4,1 $\pm$ 3,6b
DENGRA	T0	3,4 $\pm$ 0,9a	1,2 $\pm$ 0,1a	0,8 $\pm$ 0,6a	1,4 $\pm$ 1,2a
	T1	7,2 $\pm$ 1,1b	7,2 $\pm$ 2,6b	8,6 $\pm$ 6,1b	12,5 $\pm$ 6,6b
	T2	11,2 $\pm$ 3,9b	9,6 $\pm$ 5,5b	8,8 $\pm$ 3,8b	21,2 $\pm$ 13,3b
	T3	37,0 $\pm$ 25,2b	20,8 $\pm$ 3,7c	17,2 $\pm$ 7,7c	22,7 $\pm$ 11,6b
COBPAP	T0	1,0 $\pm$ 1,40a	0,1 $\pm$ 0,1a	0,4 $\pm$ 0,3a	1,0 $\pm$ 0,8a
	T1	0,2 $\pm$ 0,1a	2,1 $\pm$ 1,6a	2,4 $\pm$ 1,8a	4,6 $\pm$ 3,7a
	T2	1,8 $\pm$ 1,8a	2,8 $\pm$ 2,5a	3,8 $\pm$ 3,1a	1,9 $\pm$ 1,9a
	T3	24,4 $\pm$ 18,9b	30,1 $\pm$ 13,6b	26,5 $\pm$ 12,3b	32,3 $\pm$ 19,2b
COBTRI	T0	0,3 $\pm$ 0,3a	1,2 $\pm$ 1,0a	0,8 $\pm$ 0,7a	1,6 $\pm$ 1,5a
	T1	1,8 $\pm$ 1,8ab	4,3 $\pm$ 3,9ab	7,4 $\pm$ 6,8b	15,0 $\pm$ 10,6ab
	T2	4,1 $\pm$ 1,4bc	16,4 $\pm$ 3,8b	12,9 $\pm$ 3,5b	33,8 $\pm$ 25,3b
	T3	4,8 $\pm$ 2,9c	7,2 $\pm$ 4,9c	9,3 $\pm$ 7,3b	10,4 $\pm$ 9,6a
COBGRA	T0	6,6 $\pm$ 5,9a	2,1 $\pm$ 0,8a	1,6 $\pm$ 1,4a	5,4 $\pm$ 1,6a
	T1	18,6 $\pm$ 9,0ab	17,0 $\pm$ 5,9b	26,6 $\pm$ 15,8b	35,7 $\pm$ 22,2b
	T2	29,2 $\pm$ 7,3b	29,7 $\pm$ 14,3b	37,9 $\pm$ 12,2b	52,4 $\pm$ 14,8b
	T3	36,0 $\pm$ 18,3b	43,5 $\pm$ 17,1c	44,1 $\pm$ 19,3b	55,0 $\pm$ 21,4b
PROGRA	T0	45 $\pm$ 21a	53 $\pm$ 10a	58 $\pm$ 17a	23 $\pm$ 20a
	T1	463 $\pm$ 400b	767 $\pm$ 303b	966 $\pm$ 427b	1461 $\pm$ 432b
	T2	541 $\pm$ 342b	819 $\pm$ 140b	1047 $\pm$ 360bc	1638 $\pm$ 404b
	T3	437 $\pm$ 43b	1434 $\pm$ 319c	1434 $\pm$ 390c	1601 $\pm$ 428b
EUP	T0	0,1 $\pm$ 0,1a	0,2 $\pm$ 0,1a	0,2 $\pm$ 0,1a	0,1 $\pm$ 0,1a
	T1	1,0 $\pm$ 1,1a	3,1 $\pm$ 1,0b	2,7 $\pm$ 1,2b	2,9 $\pm$ 2,2b
	T2	1,2 $\pm$ 0,9a	3,3 $\pm$ 0,4b	2,9 $\pm$ 1,1bc	3,3 $\pm$ 2,1b
	T3	1,0 $\pm$ 0,2a	5,9 $\pm$ 1,7c	4,0 $\pm$ 1,2c	3,2 $\pm$ 2,1b

Letras distintas denotan diferencias ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos dentro de cada variable y año.