



ALFALFA Y FESTUCA TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES EN SU EMERGENCIA

ALFALFA AND FESCUE TEMPERATURES AND RAINFALLS ON THE EMERGENCY

Beatriz Martín
Marta Costanzo
Roberto Refi
Sergio Montico

Originales
Recepción: 12/10/2000
Aceptación: 02/05/2001

RESUMEN

En este trabajo se estudia la influencia de temperaturas y precipitaciones en la etapa de emergencia de alfalfa y festuca bajo condiciones naturales. El experimento se desarrolló en el campo de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR (Zavalla, Santa Fe, Argentina) sobre un suelo Argiudol vértico. Se sembraron mezclas forrajeras compuestas por festuca y alfalfa en partes iguales en distintas fechas (marzo-junio). Se registraron las temperaturas media, máxima y mínima diarias del aire, las amplitudes térmicas diarias, las sumas térmicas y las precipitaciones acumuladas desde 10 días antes de cada siembra hasta cada plenitud de la fase de emergencia.

Se empleó un análisis de regresión múltiple del tipo stepwise ($p < 0.05$). Se establecieron modelos de regresión para explicar la emergencia de alfalfa y festuca utilizando como variables ambientales significativas la temperatura media diaria, la amplitud térmica y las precipitaciones acumuladas. Estos elementos de juicio contribuyeron para definir diversos tipos de comportamiento para alfalfa y festuca. Los resultados permitirán orientar las decisiones de densidad de siembra de cada especie para lograr las proporciones planteadas como objetivo en la pastura en cada fecha de siembra.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to determine the environmental influence on the duration of the period germination-emergence on alfalfa and fescue growing in mixture. A field trial was carried out at Zavalla (Santa Fe, Argentina) and consisted of sowing a tall fescue-alfalfa mixture at different seeding date (March-June). The emergence of alfalfa was compared with fescue in 15 field sowings covering a range of temperature and rainfalls. Counts were made daily for 2 or 3 days. To maximum emergence, rate of emergence and time to first emergence, were statistically analyzed. Plant response variables over all treatments were significant ($p < 0.05$) for temperature and water availability for number of sowings.

Key words

temperature • rainfalls • seedlings
emergence • alfalfa • fescue

Palabras clave

temperatura • lluvias • emergencia de
plántulas • alfalfa • festuca

INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas en el sur de Santa Fe (Argentina) son destinados a pasturas base-alfalfa que sostienen la producción animal y mejoran las propiedades físico-químicas de los suelos. La principal época de siembra es el otoño (desde principio de marzo hasta mediados de junio) cuando se dan combinaciones de humedad y temperatura más adecuadas para una rápida germinación y desarrollo de las plántulas. Numerosos trabajos realizados en la zona y en el país muestran una baja eficiencia de la implantación (1). Entre los factores que inciden sobre la misma se destacan los ambientales, la tecnología de implantación y los genotipos de las especies que componen las mezclas forrajeras (2, 4, 6, 7).

Cada paso del desarrollo de la implantación de las especies dependerá del éxito logrado en el evento precedente; por esta razón, el buen establecimiento de la pastura sólo será posible después de que la máxima cantidad de plántulas haya emergido y explorado el ambiente edáfico sin inconvenientes. En el establecimiento de mezclas forrajeras, que asocian gramíneas tipo C3 y leguminosas tipo alfalfa, es importante que los individuos emergidos mantengan la proporción planificada de cada especie debido a que el recurso será utilizado durante un período de 3-4 años y un desbalance inicial comprometería la productividad final del sistema ganadero. El estudio del estadio de la emergencia es relevante en la determinación de la composición de las pasturas. Esta etapa es sensible a un complejo conjunto de influencias genéticas, climáticas y posicionales. Con relación a los requerimientos meteorológicos, estudios en ambientes controlados han destacado la acción de la temperatura y la humedad, incluyendo el efecto de interacción de ambos factores.

Bajo estas premisas se hipotetiza que las variaciones en la emergencia de alfalfa y festuca se deben a las diferentes condiciones meteorológicas del otoño, pudiéndose predecir con información climática los cambios que presentarán las proporciones de las especies. En consecuencia, se planteó como objetivo el estudio de la influencia de las temperaturas y las precipitaciones en la etapa de emergencia, bajo condiciones naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el campo experimental J. F. Villarino, Facultad de Ciencias Agrarias, Zavalla, Santa Fe (latitud S 33° 01', longitud O 60°53'), provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol vértico. El clima de la región es templado y la precipitación media anual es de 1000 mm. Desde comienzos del otoño de 1995 y durante 5 años sucesivos se sembró en 15 diferentes oportunidades una mezcla forrajera compuesta por *Medicago sativa* L., cv "CUF 101" o Araucana (grupo genético 9, de corta latencia invernal) y *Festuca arundinacea* Schreb, cv "El Palenque MAG". Previo a la siembra se trabajó el suelo con labranza vertical utilizando cincel, luego rastra de discos de doble acción y rastra de dientes para preparar la cama de siembra. La misma se realizó en líneas separadas a 20 cm. Las densidades empleadas fueron de 500 semillas viables/m² para cada especie.

El tamaño de las parcelas fue de 15 m². En ellas se marcaron 10 unidades de muestreo de 58 cm de longitud, dispuestas al azar, para realizar los conteos de las plántulas. Las emergencias (desarrollo de la primera hoja entera en alfalfa y 1 cm de exposición de la primera hoja de la gramínea) fueron registradas cada 2 ó 3 días hasta lograr la plenitud de la fase (máxima densidad de plantas emergidas). Se registraron las temperaturas diarias del aire en casilla meteorológica: media (T°), máxima (T° máx) y mínima (T° mín); las amplitudes térmicas diarias (A°); las sumas térmicas (ST°) y las precipitaciones acumuladas desde 10 días antes de cada oportunidad de siembra hasta cada plenitud de la fase de emergencia (P).

Los valores absolutos del número de individuos emergidos se ajustaron a la siguiente ecuación (7):

$$TAE = N^{\circ} (1 - e^{-K(T^{\circ}-T)})$$

donde:

- TAE = tasa acumulativa de emergencia
- N° = número máximo de plántulas emergidas
- T0 = tiempo en que emergió la primera plántula desde la siembra (días)
- T = tiempo transcurrido al lograr el número máximo de plántulas emergidas
- K = velocidad de emergencia en el período T del N°.

Se empleó un análisis de regresión múltiple de stepwise (p < 0,05) (9) para determinar las variables relacionadas significativamente con los valores de TAE, K y % de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los promedios de las variables analizadas, para el período otoñal de los 5 años estudiados y los valores climáticos de la zona.

Tabla 1. Variables climáticas en la estación meteorológica de Zavalla (períodos: del ensayo 1995/99 y valores climáticos 1981/99)

| | Marzo | | Abril | | Mayo | | Junio | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 81/99 | 95/99 | 81/99 | 95/99 | 81/99 | 95/99 | 81/99 | 95/99 | |
| T° (°C) | máx | 25.8 | 27.2 | 23 | 23.1 | 18.8 | 20.6 | 13.9 | 15.8 |
| | mín | 15 | 15.7 | 11.2 | 11.9 | 7.9 | 9.34 | 5.6 | 5.5 |
| | media | 20.6 | 20.2 | 17.1 | 17.5 | 14 | 15 | 9.2 | 10.7 |
| Amplitud | 10.8 | 11.5 | 5.9 | 5.58 | 4.8 | 11.3 | 4.7 | 10.3 | |
| Lluvias | 113 | 111 | 107 | 81.4 | 40 | 44.6 | 34.5 | 16.3 | |

Como resultado del método estadístico de selección stepwise, utilizado con niveles de significancia de 0.05, se definió como modelo de regresión más apropiado para explicar la emergencia de alfalfa a aquel que incluye a las variables meteorológicas temperaturas máximas, mínimas, medias y lluvias acumuladas; amplitud térmica y lluvias acumuladas para la de festuca (ecuaciones 1 y 2).

- (1) $TAE = 623.12 + 38.76 \times T^{\circ} \text{ máx} + 61.14 \times T^{\circ} \text{ mín} - 99 \times T^{\circ} + 1.07 \times P$
 R2 = 60 %, n = 150
- (2) $TAE = 564.28 - 33.8 \times A^{\circ} + 1.05 \times P$
 R2 = 66 %, n = 150

Este elemento de juicio, integrado a los datos de los rangos de temperatura y amplitudes térmicas que se observa en la bibliografía para que ambas especies cumplan con los estadios de germinación y emergencia, permitió agrupar los porcentajes de emergencia en 3 tipos de comportamiento para alfalfa y 4, para festuca (tablas 2 y 3).

Tabla 2.

| | Tipo | Emergencia (%) |
|---------|------|----------------|
| Alfalfa | CA 1 | = < 20 |
| | CA 2 | = 20-50 |
| | CA 3 | = > 50 |
| Festuca | CF 1 | = < 20 |
| | CF 2 | = 20-50 |
| | CF 3 | = 50-70 |
| | CF 4 | = > 70 |

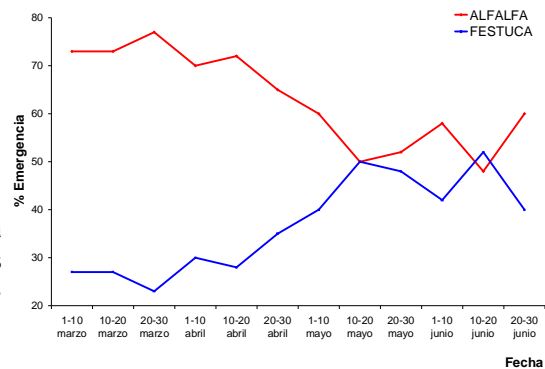
Tabla 3. Tipos de comportamiento de alfalfa y festuca y sus relaciones con las variables climáticas.

| | Alfalfa | | | Festuca | | | |
|--------------------------------|---------|-------|-------|---------|------|-------|-------|
| | CA1 | CA2 | CA3 | CF1 | CF2 | CF3 | CF4 |
| % emergencia | 12 | 38.7 | 70.6 | 10.6 | 36.5 | 63 | 80 |
| N° de plántulas/m ² | 60 | 193.6 | 352.8 | 53 | 183 | 314 | 400 |
| Tasa de emergencia (N°/día) | 3.2 | 12.2 | 20.6 | 2.1 | 7.5 | 17 | 24 |
| TAE (N°) | 46.7 | 219.5 | 319 | 35 | 205 | 282 | 383.6 |
| T° máx (°C) | 19 | 21 | 19.8 | 26.5 | 22.6 | 20.4 | 18.5 |
| T° mín (°C) | 6.9 | 10 | 10 | 11.7 | 11 | 10 | 9 |
| T° (°C) | 13 | 15 | 14.5 | 17.5 | 16 | 15 | 13 |
| ST° (°C) | 229 | 372.5 | 284 | 431.6 | 444 | 323.6 | 271 |
| A° (°C) | 13 | 11.7 | 9.9 | 14.8 | 11.6 | 10.4 | 9.5 |
| P (mm) | 31.7 | 58 | 52.7 | 20 | 36 | 47 | 45 |
| Días desde la siembra | 27 | 26 | 15 | 27.5 | 26.6 | 30 | 19 |

Las precipitaciones en los períodos otoñales evaluados y las del otoño climático regional no son limitativas para lograr la imbibición de las semillas de alfalfa y de festuca. Estas influirían positivamente en la etapa de emergencia de ambas especies ($p < 0,05$). La alfalfa en estado cotiledonal y hasta la primera hoja unifoliada es muy sensible a las bajas temperaturas: $< 7^{\circ} \text{C}$ (5). Por otra parte, cuando las T° máximas superan los 19°C y las mínimas los 11°C se observa los mayores % de emergencia, altas tasas acumulativas y cortos períodos de tiempo desde la siembra hasta el estado de plántula. Por el contrario, festuca presenta óptimos de emergencia con temperaturas más bajas (6) destacándose la incidencia de las amplitudes térmicas necesarias para su germinación: $9-12^{\circ} \text{C}$ (3).

Se observó que los parámetros climáticos influyeron sobre los T0 en ambas especies (5 a 10 días para alfalfa y 12 a 21 días para festuca). La alfalfa siempre logró emerger más rápido y llegar con antelación a la plenitud de la fase de emergencia que la festuca, cualidad que le permitiría una mayor eficiencia competitiva en esos estadíos. Establecidas las ecuaciones 1 y 2, y reemplazando las variables meteorológicas regresoras por los valores climáticos del período 1975-1994, puede elaborarse un modelo predictivo de la proporción de TAE para cada especie forrajera y para cada década del período otoñal, representado por la siguiente figura:

Emergencia esperada de una mezcla integrada en partes iguales de alfalfa y festuca, sembrada en diferentes meses del otoño



Este modelo teórico permitiría observar cómo las siembras tempranas otoñales (marzo) influirían negativamente sobre la emergencia de festuca, debiéndose reducir levemente las densidades de la alfalfa para lograr mantener la igualdad en las proporciones obtenidas de plantas logradas. Los valores climáticos de mayo permitirían optimizar la emergencia de la festuca y en función de ello se corregiría la densidad de siembra de la alfalfa.

Estos resultados son de utilidad para orientar el proceso de la implantación de mezclas forrajeras al delimitar dentro de una misma especie distintos comportamientos frente a determinadas combinaciones de variables climáticas, permitiendo elaborar nuevas estrategias de siembra con mayor fundamento ecofisiológico.

CONCLUSIONES

- ★ A similares condiciones climáticas, las máximas tasas acumulativas de emergencias hasta lograr la plenitud de la fase fueron opuestas para las especies ensayadas (CA1 vs CF4).
- ★ Los resultados permitirían orientar las decisiones de modificar las densidades de siembra de cada especie para mantener las proporciones planteadas como objetivo en la pastura en cada fecha de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bariggi, C. y Cagnaz, A. 1986. Establecimiento y producción de la alfalfa en la región pampeana. En Investigaciones, tecnología y producción de alfalfa. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. pp. 25-53.
2. Bula, R. J. y Massengale, M. T. 1972. Fisiología del ambiente. En Hanson, C. H. Ciencia y tecnología de la alfalfa. Tomo 1. (Ed). Agropecuaria. Montevideo, pp.217-238.
3. Charles, G. W.; Blair, G. J. and Andrews, A. C. 1991. The effect of soil temperature, sowing depth and soil bulk density on the seedling emergence of tall fescue and white clover. *Australian Journal Agriculture Research* 42, 1261-69.
4. Fasier, G. 1989. Characterization of seed germination and seedling survival during the initial wet-dry periods following planting. *Journal of Range Management* 42 (4): 299-303.
5. Fick, G. W.; Holt, D. A. and Lugg, D. G. 1988. Environmental Physiology and Crop Growth. *Agronomy Monograph N° 29*. Cap. 5. pp.163-194.
6. Hill, M. J.; Pearson, C. J. and Kirby, A. C. 1985. Germination and seedling growth of prairie grass, Tall fescue and Italian ryegrass at different temperatures. *Australian Journal Agriculture Research* 36, 13-24.
7. Hill, M. J. and Luck, R. 1991. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes. *Australian Journal of Agricultural Research* 42, 175-89.
8. Romero, N. A.; Juan, N. A. y Romero, L. A. 1995 Establecimiento de alfalfa en la región pampeana. En *La alfalfa en la Argentina*. (Ed) Hijano, E. H. Y Navarro, A. INTA C. R. Cuyo: 21-36.
9. Statistical Graphics System, 1987. STSC, Inc., Statistical Graphics Corporation.