

# MODELOS FENOLÓGICOS PARA ESTIMAR LA DURACIÓN DEL PERÍODO ENTRE CORTES DE CULTIVARES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) CON REPOSO INTERMEDIO

Antonio de la CASA<sup>1</sup>, Gustavo OVANDO & Angel RODRÍGUEZ

## 1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo ontogénico de los cultivos está controlado por factores ambientales, entre los cuales la temperatura del aire y el fotoperíodo pueden ser considerados los principales (Daughtry *et al.*, 1984). La influencia de la temperatura del aire sobre la tasa de desarrollo ha permitido establecer para distintas especies el tiempo requerido para alcanzar una determinada fase y describir la marcha completa del proceso de desarrollo. Selirio y Brown (1979) asumieron en el modelo SIMFOY que el tiempo de desarrollo de la alfalfa es una función de los grados días de crecimiento por encima de 5°C, requiriendo una acumulación de 550 °días para alcanzar la floración. Boletta *et al.* (1986) realizaron la evaluación de distintos métodos de sumas térmicas en alfalfa y señalan que los mejores resultados en los métodos residuales se obtienen cuando la temperatura base es de 5°C y 10°C.

Major *et al.* (1991) establecieron que el tiempo a floración se acorta en forma lineal a medida que aumenta la duración del período luminoso de un ciclo diario, característica propia de las especies con respuesta a días largos, y alcanza su mínima expresión a partir de un fotoperíodo de alrededor de 17 hs. Estos resultados son obtenidos bajo condiciones de temperatura constante de 25 °C, lo que supone una acción térmica no limitante.

El objetivo del trabajo es evaluar la influencia de la temperatura y la duración del día con respecto al tiempo entre cortes de un grupo de variedades de alfalfa con reposo intermedio, a fin de obtener un modelo capaz de estimar la oportunidad de tales eventos y la prolongación de cada subperíodo. En los modelos de suma de temperatura para estimar la tasa de desarrollo, obtener un valor de la temperatura base de crecimiento característico para este conjunto de genotipos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Se emplearon registros de producción de materia seca por corte para el período entre 1990 y 1994 del primer ensayo correspondiente a los grupos de variedades con reposo intermedio (CARI/90) y sin reposo (CASR/90) que proceden de la red de ensayos territoriales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (Spada, 1992, 1993, 1994). El conjunto evaluado corresponde a las 16 variedades del ensayo denominado Cultivares de Alfalfa con Reposo Intermedio Serie 1990 (CARI90). Los cortes se efectuaron cuando la mayoría de las variedades participantes de cada ensayo alcanzaba el 10% de floración, o cuando los rebrotes desde la corona median aproximadamente 5 cm.

Debido a que el primer corte de cada ciclo carece de la referencia inicial a partir de la cual el cultivo retoma la actividad de crecimiento, el procesamiento de los cálculos se efectuó para dos grupos: uno con el total de la información (20 casos) y otro excluyendo la correspondiente al primer corte (quedando 17 casos). Para el primer grupo se adoptó el criterio de comenzar las acumulaciones térmicas 60 días antes del corte inicial de cada ciclo (Sanderson y Wedin, 1989).

<sup>1</sup> Climatología Agrícola, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. cc 509-Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina. delacasa@agro.uncor.edu

La acción fotoperiódica se evaluó por medio de la duración del día correspondiente al final del período (Nf) entre cortes (Villa Nova *et al.*, 1999).

La influencia relativa de los factores involucrados en el desarrollo de la alfalfa: temperatura, fotoperíodo y su interacción, fueron evaluados por correlación y regresión a través de un análisis de varianza, y por su intermedio se discriminaron los términos significativos que fueron incluidos en el modelo de predicción.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### a) Acción térmica.

Los Coeficientes de Variación de cada procedimiento de suma térmica se presentan en la Figura 1. Excepto para los cortes del ciclo 93/94, que presentan menor diferencia de variabilidad entre los distintos métodos, se aprecian porcentajes inferiores a los que produce la acumulación de días calendario cuando la temperatura base (Tb) toma valores de 0°C y 5°C.

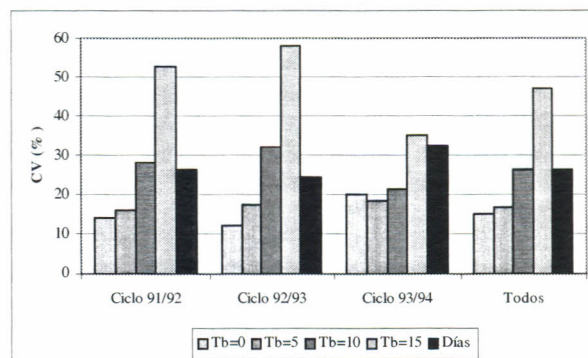


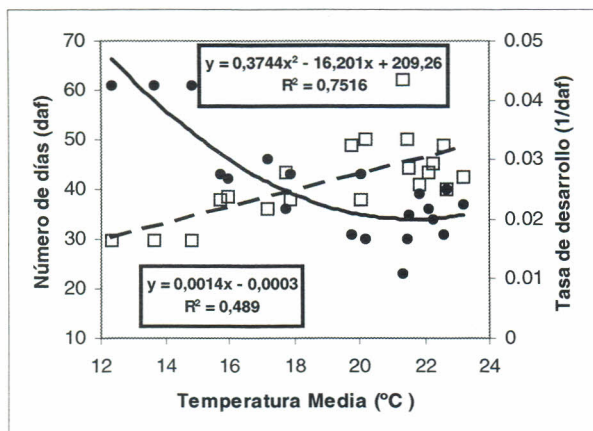
Figura 1: Coeficientes de Variación de los métodos de suma de temperatura con respecto a la acumulación de días calendario. Se incluyen resultados parciales por ciclo y los correspondientes a todas las muestras.

El método directo de suma de temperatura es el procedimiento que produce menor variabilidad, seguido por el método residual con Tb=5°C. Estos resultados difieren parcialmente con los obtenidos por Boletta *et al.* (1986), quienes obtienen mejores resultados a partir de cálculos con temperatura base de 5°C y 10°C, tanto para cultivares con y sin reposo invernal. Selirio y Brown (1979) utilizan en el modelo SINFOY una acumulación similar al promedio de 543 °días (+/-90 °días) que se determinó en este estudio para el método residual con Tb=5°C.

La relación entre la temperatura media del subperíodo entre cortes y el número de días a floración (daf) se aprecia en la Figura 2. Por su parte, la asociación entre la tasa de desarrollo (1/daf) y la temperatura media del subperíodo entre cortes produce una función de ajuste lineal cuya extrapolación hasta el eje térmico de abscisa permite deducir que la temperatura base corresponde a un valor próximo a 0°C.

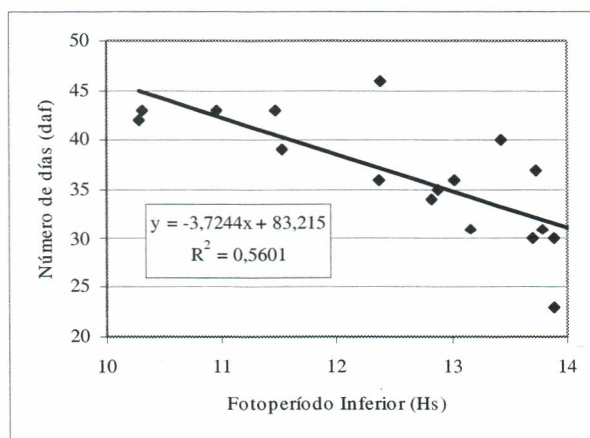
### b) Acción fotoperiódica.

El comportamiento de días largos de la alfalfa se manifiesta por un aumento de la velocidad de desarrollo a



**Figura 2:** Relación de la temperatura media del periodo entre cortes sucesivos con el número de días a floración y la tasa de desarrollo (1/daf)

medida que se incrementa el fotoperíodo (Major *et al.*, 1991). Comparadas con las tasas de disminución del tiempo a floración en función al fotoperíodo que obtuvieron Major *et al.* (1991), entre  $-20,5$  y  $-5,08$   $d h^{-1}$ , se aprecia que para los genotipos de reposo intermedio la sensibilidad fotoperiódica es menos acentuada ( $-3,7$   $d h^{-1}$ ) (Figura 3). Esta diferencia se puede atribuir al propio material genético evaluado, como así también a la influencia que la temperatura del aire ejerce sobre el desarrollo.



**Figura 3:** Relación del fotoperíodo del día final del subperíodo entre cortes y el tiempo a floración (daf) para 17 casos.

#### c) Modelo fototérmico (MFT).

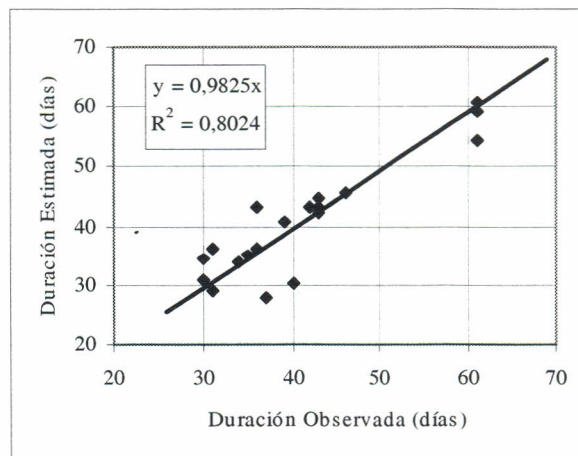
La integración de la temperatura, el fotoperíodo y su respectiva interacción, a partir de variables que se expresaron en forma recíproca individualmente, permite elaborar un modelo para estimar el tiempo entre cortes (Tec). Su expresión es:

$$Tec = -271,96 + 5501,6 \times \frac{1}{Ta} + 3426,5 \times \frac{1}{Nf} - 59524,3 \times \frac{1}{Ta \times Nf}$$

La Tabla 1 presenta el ANAVA de la regresión y en la Figura 4 se compara el tiempo entre cortes observados y estimados por este modelo, sin incluir el tercer corte del último ciclo por su condición de dudoso.

**Tabla 1:** ANAVA de la regresión

(a)	Gl	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor de F
Regresión	3	1739,84	579,95	22,70	4,8E-06
Residuos	16	403,96	25,25		
Total	19	2143,8			



**Figura 4:** Relación entre la duración observada de la extensión del periodo entre cortes y la estimada por el MFT.

#### 4. CONCLUSIONES

Se obtuvo un modelo para estimar la secuencia de cortes de los cultivares de alfalfa con reposo intermedio que emplea información térmica, fotoperiódica y la interacción de ambas. Una expresión equivalente en la faz predictiva se elaboró a partir de la relación entre la duración del periodo entre cortes y la temperatura media, cuyo empleo permite además determinar en alrededor de  $0^{\circ}C$  el valor de la temperatura base.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA.

- Boletta, P.E., L.H. Ochoa y L.R. Acuña, 1986. Requerimientos térmicos de distintos cultivares de alfalfa durante el subperíodo fenológico desde fecha de corte-hasta el estado de yema prefloral o 10% de floración. Convenio INTA-UNSE. 10 p.
- Daughtry, C.S.T., J.C. Cochran y S.E. Hollinger, 1984. Estimating silking and maturity dates of corn for large areas. *Agronomy Journal*, 76:415-420.
- Major, D.J., M.R. Hanna y B.W. Beasley, 1991. Photoperiod response characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 71: 87-93.
- Sanderson, M.A. y W.F. Wedin, 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agronomy Journal*, 81(6): 864-869.
- Selirio, I.S. y D.M. Brown, 1979. Soil moisture-based simulation of forage yield. *Agricultural Meteorology*, 20: 99-114.
- Spada, M.C.; 1992. Avances en alfalfa. Ensayos territoriales. INTA, Año 2-nº2.
- Spada, M.C.; 1993. Avances en alfalfa. Ensayos territoriales. INTA, Año 3-nº3.
- Spada, M.C.; 1994. Avances en alfalfa. Ensayos territoriales. INTA, Año 4-nº4.
- Villa Nova, N.A., L.G. Barioni, C.G. Silveira Pedreira y A. R. Pereira, 1999. Modelo para previsão da produtividade do capim elefante em função de temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 7(1): 75-79.