

ISSN 0104-1347

## Emissão de folhas de alface em função da soma térmica

### Emission of leaf of lettuce in relation to the degree-days

Cleomar Cezar Hermes<sup>1</sup>, Sandro Luis Petter Medeiros<sup>2</sup>; Paulo Augusto Manfron<sup>2</sup>, Braulio Caron<sup>3</sup>,  
Sandro Felisberto Pommer<sup>4</sup> e Cleusa Bianchi<sup>5</sup>.

**Resumo** - Experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar o filocrono da alface no subperíodo emergência-transplante. Os ensaios foram conduzidos na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, no período de setembro de 1999 à abril de 2000, sendo conduzidas três épocas, em ambiente de estufa. O filocrono foi considerado como sendo a soma térmica ( $\Sigma GD$ ) necessários para a emissão de folhas sucessivas, utilizando-se apenas amostras com coeficiente de variação (c.v.) inferior a 30%. Os resultados evidenciam que o filocrono da alface para o subperíodo emergência-transplante é de 45,1GD, podendo este valor ser empregado para a previsão do número de folhas da alface cv. Regina.

**Palavras-chave:** alface, soma térmica, emissão de folhas, filocrono.

**Abstract:** The experiment was conducted at Eco-physiology and hidroponia Center for Research of the Department of Fitotecnia, at the Federal University of Santa Maria, from September 1999 to April 2000, including six successive cultures during this period. This study aims at determining the phyllochron of lettuce in emergence-transplanting subperiod. The phyllochron was determined at the emergence-transplanting period through the day-degree necessary to the emission of successive leaves, using only samples with a coefficient of variation lower than 30%. The results show that the lettuce's phyllochron at the emergence-transplanting subperiod was 45,1GD.

**Key words:** lettuce, degree-days, emission of leaf, phyllochron.

#### Introdução

O ambiente juntamente com o componente genético, são os grandes responsáveis pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas, como crescimento, floração e senescência. A ação do fotoperíodo e temperatura do ar, são os fatores determinantes nas mudanças dos estádios de desenvolvimento das plantas, sendo que para diversas espécies de interesse agrícola, a temperatura do ar é o

principal elemento do ambiente condicionante do desenvolvimento, interferindo tanto na emissão de folhas quanto na mudança dos estádios fenológicos.

A existência de uma relação linear entre o número de folhas e a temperatura do ar, acumulada através da soma térmica ( $\Sigma GD$ ), tem confirmado que a temperatura é o principal fator que controla a taxa de emissão de folhas em trigo (BAKER et al., 1986). O número final de folhas e a taxa de emissão de fo-

<sup>1</sup>Engº Agrº M. Sc. Aluno PPG - Agronomia - UFSM - Área de Concentração: Produção Vegetal.

<sup>2</sup>Engº Agrº Prof. Dr. Departamento de Fitotecnia - UFSM. Endereço para correspondência: UFSM-CCR-Depto de Fitotecnia- 97105-900- Santa Maria-RS. E-mail: sandro@ccr.ufsm.br

<sup>3</sup>Engº Agrº Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia (Doutorado) - UFSM.

<sup>4</sup>Aluno do Curso de Graduação em Agronomia - Bolsista BIC/FAPERGS.

<sup>5</sup>Aluno do Curso de Graduação em Agronomia - Bolsista PIBIC/CNPq.

lhas, são dois parâmetros importantes utilizados para caracterizar o desenvolvimento das culturas, especialmente em forrageiras (FRANK & BAUER, 1995).

A taxa de emissão de folhas tem sido descrita através dos termos: “*plastrochron*”, “*auxochron*” e “*phyllochron*”. Apesar de ser mais utilizado, o termo “*phyllochron*” é definido de diferentes formas. KLEPPER *et al.* (1982) referem-se ao termo “*phyllochron*”, que corresponde em português ao filocrono, como sendo o intervalo entre a emissão de duas folhas sucessivas sobre o primórdio vegetativo de gramíneas. Já WILHELM & MCMASTER (1995) sugerem que o filocrono seja definido como o intervalo entre estádios similares de desenvolvimento de folhas sobre o ápice. No entanto, RICHMAN & KLEPPER (1995) conceituam filocrono como sendo o intervalo de tempo entre a constatação visual da ponta da lâmina da folha de sucessivos fitômeros. DOFING (1999) refere-se ao filocrono como sendo o intervalo de tempo para completar a alongação de folhas sucessivas em cevada.

FRANK e BAUER (1995) e VAN ESBROECK (1997), definem como filocrono o intervalo de tempo, expresso em soma térmica, necessário para a emissão de folhas sucessivas em trigo, cevada e gramíneas forrageiras.

A emissão de folhas é um componente que influencia o índice de área foliar da planta e a soma térmica necessária para a emissão de folhas sucessivas pode ser um parâmetro utilizado para a determinação do número de folhas em modelos de simulação. Em função disto, o objetivo do trabalho foi determinar a taxa de emissão de folhas de alface no subperíodo semeadura transplante em função dos graus dia acumulados.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

A produção de mudas de alface, cultivar Regina do tipo lisa, foi realizada em estufa plástica modelo arco-pampeana e coberta com Policloreto de vinil (PVC) com espessura de 230µm, com aproximadamente 80% de transmissividade, aditivado contra raios ultravioletas,. A temperatura do ar foi regis-

trada por um termohigrógrafo instalado em um abrigo meteorológico a 1,5m do solo, no interior da estufa.

A semeadura foi efetuada em bandejas de 288 cavidades preenchidas com substrato comercial. Depois da semeadura, as bandejas foram colocadas em uma lâmina de água (“piscina”) com solução nutritiva proposta por CASTELLANE e ARAÚJO (1995), diluída a 25%.

O período experimental prolongou-se de outubro de 1999 à fevereiro de 2000, sendo conduzidos três cultivos sucessivos nesse período (Tabela 1).

FRANK & BAUER (1995) definem filocrono como o número de graus dia (GD), contabilizados através da soma térmica, entre o surgimento da folha *n* e a folha *n+1*. Baseado nesta definição, considerou-se a medição do filocrono a partir da emissão da primeira folha definitiva (folha *n*), após as duas folhas cotiledonares, contabilizando-se os graus-dia para a emissão de folhas sucessivas (filocrono).

Os graus-dia (GD) para cálculo da soma térmica na determinação do filocrono foram obtidos usando-se a temperatura média diária do ar (TM) e a temperatura base (Tb) da alface para o subperíodo emergência-transplante conforme a equação 1, citada por FRANK & BAUER (1995). De acordo com BRUNINI *et al.* (1976), a Tb da alface é de 6°C para o subperíodo emergência-transplante. Para a obtenção da TM, em °C, (eq. 2), as temperaturas máximas (Tmáx) e mínimas (Tmín) diárias foram extraídas dos gráficos do termohigrógrafo. A soma térmica é representada pelo acúmulo de graus-dia (ΣGD) no período considerado:

$$GD = TM - Tb \quad (1)$$

$$TM = (Tmáx + Tmín)/2 \quad (2)$$

Para a estimativa do filocrono, utilizou-se o procedimento descrito a seguir. Após a emergência

**Tabela 1.** Datas da semeadura, emergência, emissão da primeira folha (1° folha) e transplante da alface, das semeaduras 1 (Sem 1), 2 (Sem 2) e 3 (Sem 3) em experimentos conduzidos durante o período out/99 a fev/00. Santa Maria-RS.

	Sem 1	Sem 2	Sem 3
Semeadura	08/10/99	18/12/99	19/01/00
Emergência	13/10/99	19/12/99	21/01/00
1° folha	17/10/99	20/12/99	24/01/00
Transplante	03/11/99	07/01/00	08/02/00

(Tabela 1), 60 plântulas na primeira e segunda sementeiras e 40 plântulas na terceira sementeira, foram identificadas através de um marcador de madeira, fixado na cavidade da bandeja das mudas, contendo o respectivo número da planta selecionada ao acaso. Realizou-se o acompanhamento diário das plantas marcadas, registrando-se o dia da emergência de cada folha dessas plântulas. Considerou-se a emergência da folha quando essa tornou-se visível no primórdio vegetativo da planta. O acompanhamento das plântulas foi realizado desde a emergência até o ponto em que as mudas atingissem 5 a 6 folhas definitivas com comprimento maior que cinco centímetros, correspondendo a cerca de 8 a 9 folhas visíveis, quando efetuou-se o transplante.

De acordo com GOMES (1990), para ensaios agrícolas de avaliação de rendimento de grãos, os experimentos podem ser classificados quanto ao coeficiente de variação (c.v.) em baixos ( $cv < 10\%$ ), médios ( $cv$  entre 10 a 20%) e altos ( $cv$  entre 20 a 30%). Entretanto, não se encontrou um critério de classificação de  $cv$  para a emissão de folhas em alface, adotando-se então aquele citado por GOMES (1990). Assim, procedeu-se o cálculo do filocrono de todas as plantas amostradas nas três sementeiras, descartando-se as plantas que apresentavam c.v. maior que 30%. Após, as plantas foram reagrupadas em três grupos. O grupo 1 correspondeu às plantas que apresentaram c.v. menor que 10% ( $cv_{10}$ ) na análise do filocrono, o grupo 2 foi composto pelas plantas que apresentaram c.v. menor que 20% ( $cv_{20}$ ) e o grupo 3 correspondeu às plantas cujos os c.v. das somas térmicas foi menor que 30% ( $cv_{30}$ ).

Após, adotou-se como filocrono da alface, desde a emergência até o transplante, o valor médio da soma térmica necessária para a emissão de duas folhas sucessivas.

## Resultados e discussão

A partir do critério do coeficiente de variação (c.v.), as plantas foram agrupadas de acordo com o nível de c.v. (Tabela 2). Observa-se que não houveram plantas no grupo  $cv_{10}$  para as sementeiras 1 e 2, devido a maior variabilidade decorrente da heterogeneidade das amostras destas sementeiras.

As Figuras 1, 2, e 3 representam a emissão de folhas em função dos GD acumulados das sementeiras 1, 2 e 3, nos três níveis de coeficiente de variação analisados.

A sementeira 1, tanto em nível do  $cv_{20}$  (Figura 1b), representado por valores de 8 plantas (Tabela 2), quanto em nível do  $cv_{30}$  (Figura 1a), representado por valores de 40 plantas, apresentaram valores iniciais e finais de soma térmica bastante próximos. Assim, o aumento do número de plantas determinou uma pequena oscilação nos valores de GD, sendo que se verificaram plantas que emitiram a nona folha com 297 GD e as mais tardias com 360 GD. Tanto no grupo  $cv_{20}$  quanto no  $cv_{30}$ , a emissão da nona folha variou pouco, apresentando uma amplitude de 63 GD.

Na sementeira 2, o menor valor da soma térmica para a emissão da nona folha foi de 341 GD para os níveis do  $cv_{20}$  e 30 (Figura 2b e 2a). Em nível do  $cv_{20}$  da sementeira 2 (Figura 2b), representado pelos valores obtidos de 12 plantas (Tabela 2), o valor máximo calculado de soma térmica foi de 414 GD, apresentando amplitude de 73 GD, enquanto que ao nível do  $cv_{30}$  (Figura 2a), representado pelos valores obtidos de 36 plantas, a amplitude registrada foi de 100 GD com valor máximo de 441 GD.

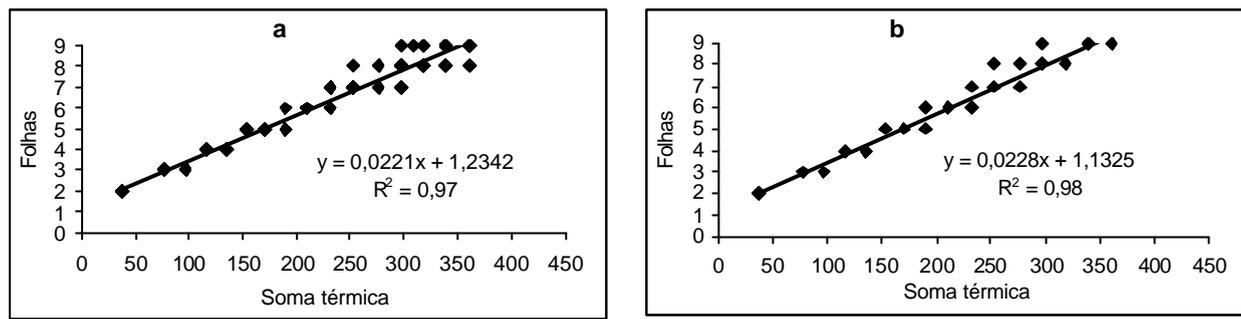
Para a sementeira 3 ao nível do  $cv_{30}$  (Figura 3a), o menor valor de soma térmica calculada para a emissão da nona folha das 33 plantas de alface amostradas foi de 303 GD e o maior de 375 GD, com amplitude de 72 GD. Ao nível do  $cv_{20}$  (Figura 3b), o menor valor de soma térmica observado para as 17 plantas de alface amostradas foi de 325 GD e o maior de 375 GD, com amplitude de 50 GD.

Apenas a sementeira 3 apresentou plantas com c.v. inferior a 10% (Figura 3c), sendo que as seis plantas amostradas (Tabela 2) tiveram resposta similar, registrando um valor final de 349 GD para a emissão da nona folha. Devido ao baixo valor do  $cv$ , os valores soma térmica são bastante próximos, sendo representados por um único ponto na Figura 3c.

Nas Figuras 1, 2 e 3 observa-se uma nítida tendência de aumento da variação da soma térmica

**Tabela 2.** Número de plantas utilizadas para a obtenção do filocrono nas sementeiras 1, 2, e 3 em cada nível de coeficiente de variação ( $cv$ ) analisado. Santa Maria, RS.

Grupos	Sementeira 1	Sementeira 2	Sementeira 3
$cv_{30}$	40	36	33
$cv_{20}$	8	12	17
$cv_{10}$	-----	-----	6



**Figura 1.** Emissão de folhas em alface, cv. Regina, em função da soma térmica acumulada no subperíodo emergência-transplante: (a) plantas da sementeira 1 com c.v. inferior a 30%, (b) plantas da sementeira 1 com c.v. inferior a 20%. Santa Maria, - RS.

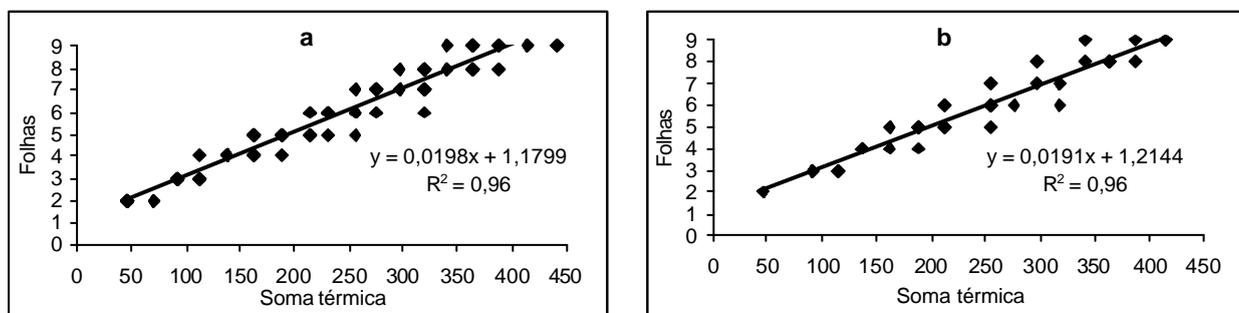
com o aumento do número de folhas emitidas. Isto pode ser constatado através dos valores de GD necessários para a emissão da segunda folha que são bastante próximos para todas as plantas, situando-se em torno de 50 GD, sendo representadas por apenas um ponto nas figuras, salvo a tendência da Figura 2a que apresentou valores iniciais diferenciados, pois os pontos não ficaram sobrepostos.

À medida em que aumentou a emissão de folhas, ocorreu uma maior variação da soma térmica calculada para a emissão das folhas subsequentes, sendo esta tendência mais nítida a partir da quinta folha na maioria das sementeiras (Figuras 1 a 3). Esta tendência torna-se efetiva para a nona folha, principalmente no caso da situação apresentada na Figura 2a. A maior variabilidade da soma térmica pode ser atribuída a três causas. Primeiro, podem existir as diferenças genéticas entre as plantas, as quais tornam-se mais evidentes com o passar do ciclo; segundo, devido ao erro experimental cometido no momento da visualização da folha, o qual pode ter sido realizado posteriormente ao momento da emissão, uma vez que

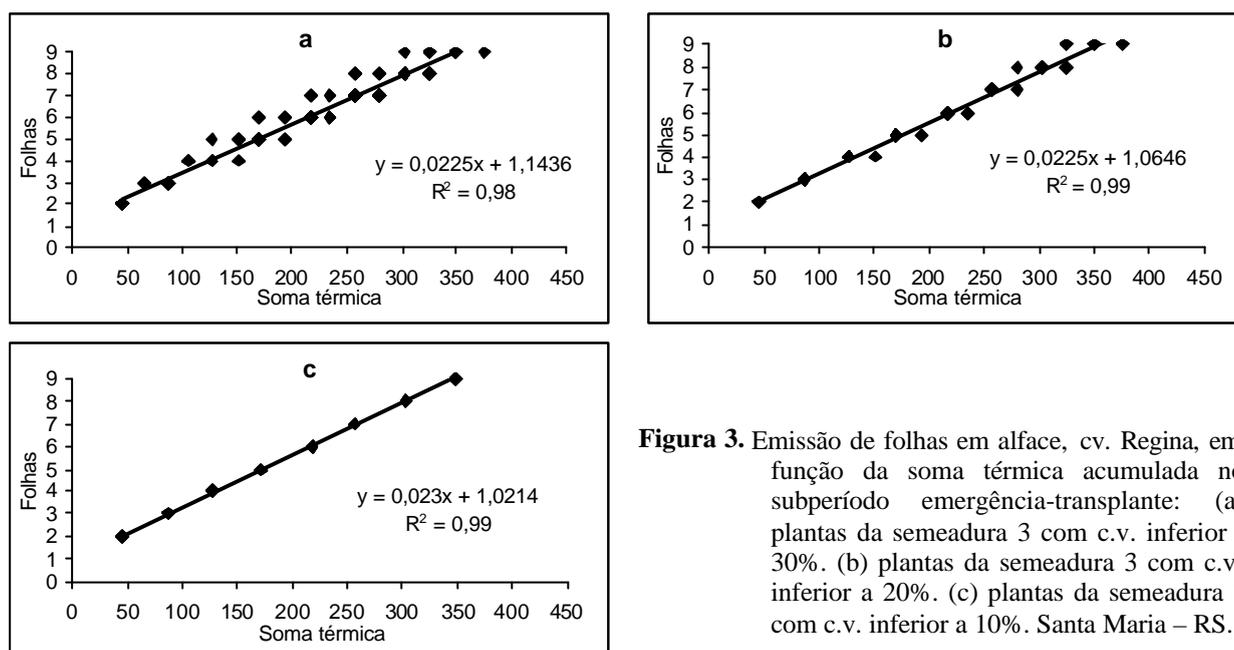
as determinações foram feitas uma vez por dia. O terceiro fator que pode ter influenciado é a localização da planta selecionada na bandeja de isopor, podendo ocorrer alguma variação na umidade, temperatura, aeração e espaço físico entre as plantas.

Nas três sementeiras analisadas, observou-se uma tendência linear da emissão de folhas em função da soma térmica (Figuras 1, 2 e 3). Os altos valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), comprovam a linearidade da tendência evidenciando que a emissão de folhas em alface está intimamente relacionada com a temperatura do ar, representada pelo acúmulo de GD.

A Tabela 3 apresenta a análise estatística dos valores médios de soma térmica necessárias para a emissão da segunda à nona folha das plantas situadas nos três níveis de c.v. em cada sementeira. Observa-se nessa tabela que os valores de soma térmica apresentaram diferenças significativas para uma mesma folha entre as sementeiras, porém os valores médios de GD para cada folha nos níveis do cv20 e cv30, não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Somen-



**Figura 2** Emissão de folhas em alface, cv. Regina, em função da soma térmica acumulada no subperíodo emergência-transplante: (a) plantas da sementeira 2 com c.v. inferior a 30%, (b) plantas da sementeira 2 com c.v. inferior a 20%. Santa Maria - RS.



**Figura 3.** Emissão de folhas em alface, cv. Regina, em função da soma térmica acumulada no subperíodo emergência-transplante: (a) plantas da sementeira 3 com c.v. inferior a 30%. (b) plantas da sementeira 3 com c.v. inferior a 20%. (c) plantas da sementeira 3 com c.v. inferior a 10%. Santa Maria – RS.

te a sementeira 3 apresentou diferença estatística entre os valores médios de soma térmica para o nível de cv10. Para esse nível verifica-se que na Tabela 3 que existe uma diferença significativa da soma térmica entre as folhas, com exceção das folhas seis e nove que foram estatisticamente iguais. Apesar de existir uma diferença estatística, constata-se que os valores de soma térmica são bastante próximos, oscilando em torno da média de 43,7GD. A amplitude verificada foi de 7,5GD, que para as épocas estudadas correspondeu, aproximadamente, a soma térmica acumulada na metade de um dia.

Uma das hipóteses que poderiam explicar as diferenças encontradas entre os valores de soma térmica tanto dentro como entre cada sementeira seria a metodologia aplicada, na qual observa-se a emissão de folhas uma vez por dia. Apesar de ter havido algumas diferenças significativas entre os valores de filocrono, as amplitudes verificadas para cada folha, entre as sementeiras não foram elevadas. Somente a folha seis da sementeira 3 que apresentou uma maior amplitude, com valor de 19,8GD para o nível do cv20 e de 20,5GD para o nível do cv30 (Tabela 3).

Observa-se também na Tabela 3 que as diferenças verificadas nos valores de filocrono entre folhas de uma mesma sementeira e de uma mesma folha para as três épocas de sementeiras foram aleatórias, ou seja, não seguem uma ordem crescente ou de-

crescente em relação ao número de folhas ou mesmo em relação à sementeira.

Entre as sementeiras, somente ao nível do cv20, a média geral do filocrono da sementeira 2, com valor de 50,7GD, apresentou diferença estatística em relação às sementeiras 1 e 3, as quais apresentaram valor de 42,9 e 43,8, respectivamente (Tabela 3). Além disso, observa-se que a média da sementeira 2 ao nível do cv30, apesar de não apresentar diferença estatística das demais sementeiras, também foi elevado, com valor de 49,3GD.

Os maiores valores de soma térmica na sementeira 2 (Tabela 3) podem ser atribuídas às altas temperaturas do ar ocorridas neste período (Tabela 4), as quais determinaram um ressecamento mais intenso do substrato das bandejas no período da tarde. Nesse período, as bandejas passavam fora da lâmina de água da “piscina” e assim, as plantas podem ter sofrido deficiência hídrica. De acordo com BAKER et al. (1986) o estresse hídrico pode ter impacto no filocrono de gramíneas. Em virtude dos resultados obtidos, pode-se inferir que a deficiência hídrica também tenha influência sobre o filocrono de outras espécies, entre as quais a alface.

Após ter sido detectado o problema de ressecamento do substrato, as bandejas passaram a receber uma irrigação intermediária durante o período da tarde, não influenciando portanto o filocrono



**Tabela 4.** Média das temperatura máximas (T<sub>máx</sub>), mínimas (T<sub>mín</sub>) e médias (T<sub>méd</sub>) diárias do ar durante o subperíodo emergência-transplante de três épocas de semeadura da alface. Santa Maria, RS.

Temperatura do ar (°C)	Semeadura 1	Semeadura 2	Semeadura 3
T máx	33,2	36,3	34,6
T mín	18,9	22,2	22,3
T méd	26,0	29,2	28,4

SKINNER, R. H., NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

VAN ESBROECK, G.A., HUSSEY, M.A., SANDERSON, M.A. Leaf Appearance Rate and Final Number of Switchgrass Cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 864-870, 1997.

WILHELM, W.W., MACMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.