

## **Determinação do Índice de Clorofila em Populações de Milho Crioulo em Diferentes Partes da Folha**

Rogério Leschewitz<sup>1</sup>, Velci Queiróz de Souza<sup>2\*</sup>, Bráulio Otomar Caron<sup>2</sup>, Juliane Borella<sup>3</sup>, Ivan Ricardo Carvalho<sup>4</sup>, Carlos Busanello<sup>5</sup>, Maicon Nardino<sup>6</sup>, Maurício Ferrari<sup>7</sup> e Rafael Bellé<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [leschewitz@hotmail.com](mailto:leschewitz@hotmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [velciq@gmail.com](mailto:velciq@gmail.com).

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [julianeborela@yahoo.com.br](mailto:julianeborela@yahoo.com.br).

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [ivan\\_ricardo\\_21@hotmail.com](mailto:ivan_ricardo_21@hotmail.com).

<sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [carlosbuzza@yahoo.com.br](mailto:carlosbuzza@yahoo.com.br).

<sup>6</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [nardinoagronomia@yahoo.com.br](mailto:nardinoagronomia@yahoo.com.br).

<sup>7</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [mauricioferrari@hotmail.com](mailto:mauricioferrari@hotmail.com).

<sup>8</sup> Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, RS, [rafaelbelle1990@hotmail.com](mailto:rafaelbelle1990@hotmail.com).

**RESUMO:** O teor de clorofila nas folhas de milho é relevante no estudo de práticas visando o aumento de produção. O objetivo deste trabalho foi determinar os índices de clorofila em diferentes genótipos de milho crioulo, além de analisar a variação nos diferentes terços foliares da planta. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen – CESNORS - RS. Os acessos foram coletados no município de Seberi – RS. Foram utilizados 20 acessos na avaliação. A semeadura foi efetuada no dia 17/09/2011, e a adubação nitrogenada na fase vegetativa no estádio V6. As avaliações foram realizadas sete dias após a aplicação de nitrogênio, com o auxílio de um clorofilômetro ClorofiLOG® modelo CFL 1030, na parte central do limbo foliar, nas partes inferior, médio e superior da última folha aberta. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os resultados demonstram variação quanto ao índice de clorofila e quanto aos níveis nos diferentes terços foliares, aliado a outras características desejáveis podem vir a ser selecionados em programas de melhoramento genético. Nos terços foliares notou-se o maior índice de clorofila nos terços médio e superior.

**Palavras chave:** *Zea mays* L, *Poaceae*, fotossíntese, Clorofilômetro, ClorofiLOG®.

### **Introdução**

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das principais fontes de renda do Agronegócio brasileiro, sendo composta atualmente por genótipos comerciais e locais. O milho crioulo é caracterizado por ser de baixo custo, suportando baixos níveis de investimento de insumos. Estas raças, apesar de serem menos produtivas que as cultivares comerciais, possui grande variabilidade genética, e adaptação em diferentes locais, além do agricultor possuir condições de obter a sua própria semente. Assim, aparecem como opção para cultivos sob baixo nível de investimento tecnológico (NASS & PATERNIANI, 2000). O milho crioulo é tradicionalmente cultivado pelas comunidades rurais, que hoje vêm passando por movimentos de resgate das práticas agrícolas, aliadas ao baixo custo de produção, via exploração da rusticidade dos materiais genéticos.

O conhecimento de processos fotossintéticos das plantas nos últimos anos fez com que aumentasse o rendimento das culturas (RICHARDS, 2000). Dessa forma, a fotossíntese é

caracterizada como um processo fisiológico no qual faz a captura de energia solar e posterior transformação bioquímica, esses compostos orgânicos oriundos dessa transformação resultam em alimentos, fibras celulose e energia, bem como de matérias primas para todos os produtos vegetais. A produtividade vegetal é tida como a diferença entre a energia produzida durante a fotossíntese e a energia gasta durante o processo respiratório (GOOD e BELL, 1980; LARCHER, 2000). Considerando estas informações, pode-se então ver a importância do estudo da fotossíntese, e principalmente, do aparelho fotossintético, suas características e o que compõe, bem como, a influência dos mesmos sobre a formação de fotoassimilados, que são fatores ligados a produtividade vegetal (FLOSS, 2004).

A eficiência fotossintética de uma cultura é proveniente de fatores genéticos e ambientais como luz, temperatura, gás carbônico, água disponível e nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta, este processo é definido pela conversão de radiação solar (DURÃES et al. 2005; LOOMIS et al., 1971). Neste contexto, destacam-se os cloroplastos os quais são organelas intracelulares com uma estrutura fotossintetizadora chamada de clorofila, estas estruturas são responsáveis pela captura da luz usada na fotossíntese. As clorofilas são essenciais para conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH. Assim, as clorofilas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas, e consequentemente com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes.

Um medidor portátil de clorofila (MINOLTA, 1989) permite medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha sem destruí-la, constitui uma alternativa para estimar o teor relativo desse pigmento na folha, além de ser utilizado com sucesso para diagnosticar o estado nitrogenado de culturas como milho, batata, trigo, entre outras. (DWYER et al., 1991; ARGENTA et al., 2001).

O teor de clorofila nas folhas é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, e está diretamente relacionada com o potencial de atividade fotossintética das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Portanto sua quantificação é relevante no estudo de práticas culturais e de manejo. Tendo em vista a importância de se conhecer os teores de clorofila das culturas o presente estudo teve por objetivo determinar os índices de clorofila em diferentes genótipos de milho crioulo, bem como analisar o efeito dos diferentes terços foliares na variação do mesmo.

### **Material e Métodos**

A avaliação das populações foi conduzida no ano agrícola 2011/2012, sendo o experimento realizado na área experimental do Laboratório de Melhoramento Genético e

Produção de Plantas – LMGPP da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen - CESNORS, Rio Grande do Sul. Os acessos de milho crioulo foram coletados no município de Seberi - RS (Latitude: 27°28'20,1532" S e Longitude: 53°24'10,2973" W), no período de 08/02/2010 a 26/02/2010, totalizando 92 acessos coletados, dentre os quais 20 foram utilizados na avaliação.

A semeadura foi efetuada em um Latossolo vermelho aluminoférrico no dia 17 de setembro de 2011, sendo cada acesso composto por três repetições de uma planta cada, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 1 m entre fileiras. Como adubação de base usou-se 300 kg.ha<sup>-1</sup> de adubo químico na fórmula 05-20-20; A adubação nitrogenada foi feita com 135 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, quando o dossel encontrava-se no estágio vegetativo V6.

Os tratos culturais realizados foram capina manual e aplicação de duas doses de inseticida com princípio ativo metamidofós, durante os estádios V3 e V5 durante a condução do experimento.

As avaliações indiretas de clorofila foram realizadas sete dias após a aplicação de nitrogênio, sendo mensuradas com o auxílio de um clorofilômetro da marca comercial ClorofiLOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola, o qual expressa os resultados em um índice próprio denominado ICF: Índice de Clorofila Falker (FALKER, 2008). As leituras foram feitas no terço inferior, médio e superior da última folha totalmente aberta em cada planta de avaliação.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F a 5 % de probabilidade de erro, através do pacote estatístico Genes (CRUZ, 1997).

### **Resultados e Discussão**

Os índices de clorofila Falker obtidos revelam a inexistência de interação significativa entre genótipos e os terços da folha (Tabela 1), os resultados foram submetidos ao teste de Skott-Knott ( $p < 0,05$ ), onde se comparou cada genótipo de milho crioulo com seus respectivos índices, posteriormente compararam-se os índices de clorofila Falker dentro de cada terço foliar.

Em relação às diferentes populações de milho crioulo frente aos diferentes índices de clorofila, observou-se a superioridade da população 14 em relação às outras populações, porém esta não demonstrou diferença significativa dos acessos: 12, 18, 05, 17, 20, 13 e 19. Possivelmente o acesso 14 pode apresentar melhor adaptação às condições climáticas, onde proporcionou melhores condições nutricionais, as quais possibilitaram que a cultura

demonstrasse maior metabolização, e produção de cloroplastos (TAIZ & ZEIGER, 2004). Portanto o índice de clorofila Falker pode ser um parâmetro de avaliação das boas condições que a planta se encontra.

Comportamento semelhante é observado na população 02 (Tabela 2) que apresentou média inferior à população 14, mas não diferiu estatisticamente entre às populações 02, 16, 03, 11, 10, 16, 07, 08, 01, 15, 09, e 04, onde houve a redução gradativa das médias; Esta redução do índice de clorofila pelas populações pode estar ligada a constituição genética dos acessos, os mesmos podem apresentar parâmetros particulares quanto à adaptação as condições regionais, ou até mesmo possuírem maior rusticidade em sua constituição (ARAÚJO & NASS, 2002), e não responderem ao aporte de nitrogênio disponibilizado à cultura, estas populações podem possuir menor eficiência no aproveitamento nutricional e este fato influenciar no índice de clorofila.

As populações 09 e 04, que apresentaram os menores índices de clorofila nas mesmas condições de cultivo, por expressarem estas características às populações podem expressar menor potencial produtivo, e por não apresentarem a resposta esperada, servem como informações na seleção de acessos programa de melhoramento genético.

Em relação ao índice de clorofila Falker nos diferentes terços da folha (Tabela 3) observa-se que o terço superior e médio da folha não apresentam diferença estatística, mas expressam superioridade ao terço inferior da folha. Possivelmente este fato está ligado à maior concentração de pigmentos de clorofila na extremidade da folha, e com isso os índices de clorofila tendem a aumentar quando as amostragens foliares forem realizadas perto do ápice do limbo foliar (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Teores de clorofila nos terços inferiores da folha tendem a serem menos expressivos, por sofrerem interferência da arquitetura foliar e do arranjo do dossel, causando a sobreposição das folhas e possível sombreamento (GIL et al., 2002). Outro parâmetro que pode ser apontado é a angulação foliar da planta, à medida que o ângulo formado entre o colmo e a folha é menor, o terço inferior da folha recebe menos radiação incidente, com isso justifica-se o menor teor de clorofila neste local, influenciando diretamente no índice de clorofila Falker.

### **Conclusões**

Os resultados revelam que não houve interação significativa quanto ao índice de clorofila entre genótipos e os terços da folha, porém apresenta genótipos com superioridade de índice dentro dos acessos coletados, os quais podem ser selecionados com essa característica

em programas de melhoramento genético desta espécie.

Em relação as partes da folha notou-se a expressividade do índice de clorofila nos terços médio e superior, o que destaca a busca por acessos com arquitetura foliar ereta.

#### **Literatura Citada**

ARAÚJO, P. M. de; NASS, L.L., Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo, *Scientia Agricola*, v.59, n.3, p.589-593, jul./set. 2002

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da e BORTOLINI, C.G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, 31(3): 715-722, 2001.

CRUZ, C.D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV. 1997. 442p.

DWYER, L.M.; TOLLENAAR, M. e HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science** , 71:505-509, 1991.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; GAMA, E. E. G.; OLIVEIRA, A. C. Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e à eficiência fotossintética. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 355-361, 2005.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. Manual do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLOG CFL 1030, Porto Alegre, 2008. 4p.

FLOSS, E.L. *Fisiologia das plantas cultivadas*: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2004. 528 p.

GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.

GOOD, N.E.; BELL, D.H. Photosynthesis, plant productivity, and crop yield. In: *The Biology of Crop Productivity*. London: Academic Press, 1980. p.3 – 51.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A.; HALL, A.E. Agricultural productivity. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.22, 1971, p.431-468.

MINOLTA CAMERA Co. Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. p. 22, 1989.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 581-587, 2000.

RICHARDS, R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany*, Canberra, v. 51, 2000, p. 447-458.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*, Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

**Tabela 1.** Resumo da análise da variância do índice de clorofila em populações de milho crioulo em diferentes partes da folha, na região norte do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen. 2011.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Parte da folha	2	9,705	0,5601*
População	19	344,170	< 0,0001 <sup>ns</sup>
Parte da folha X População	38	65,807	< 0,0001 <sup>ns</sup>
Erro	118	17,133	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,532		
<b>CV</b>	7,599		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. **ns**: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2.** Comparação dos Índices de Clorofila Falker (ICF), nos diferentes genótipos de milho crioulo, na região norte do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen. 2011.

<b>Acessos</b>	<b>ICF</b>
<b>01</b>	51.88 b
<b>02</b>	54.72 b
<b>03</b>	54.33 b
<b>04</b>	50.19 b
<b>05</b>	57.63 a
<b>06</b>	53.21 b
<b>07</b>	52.88 b
<b>08</b>	52.4 b
<b>09</b>	50.31 b
<b>10</b>	53.46 b
<b>11</b>	53.7 b
<b>12</b>	58.47 a
<b>13</b>	55.83 a
<b>14</b>	59.28 a
<b>15</b>	50.61 b
<b>16</b>	54.37 b
<b>17</b>	56.6 a
<b>18</b>	58.03 a
<b>19</b>	55.46 a
<b>20</b>	56.02 a
<b>CV (%)</b>	7.599

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Comparação entre as diferentes partes da folha e seu desempenho frente ao índice de Clorofila Falker (ICF) na região norte do Rio Grande do Sul. Frederico Westphalen. 2011.

<b>Partes da folha</b>	<b>ICF</b>
<b>Superior</b>	56.5167 a
<b>Médio</b>	55.0533 a
<b>Inferior</b>	51.835 b
<b>CV (%)</b>	7.599

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.