

Uso do clorofiLOG como ferramenta para recomendação de adubação nitrogenada

Rev C – Agosto 2024

O uso eficiente do nitrogênio (N) é fundamental para a **obtenção de altas produtividades** em diversas culturas agrícolas e medir o teor de clorofila nas folhas é uma forma prática de avaliar indiretamente a quantidade de N absorvida pelas plantas. Contando com esse tipo de medição é possível determinar a necessidade de aplicação de nitrogênio em cobertura com base na quantidade de adubo inicial já absorvida pela planta. Com esse manejo mais eficaz de nitrogênio, além de impedir que adubações deficientes diminuam a produtividade, é possível **reduzir custos com adubações excessivas, evitar que os tecidos fiquem tenros** - diminuindo a suscetibilidade à pragas e doenças - e também **reduzir a contaminação do ambiente**.

Neste documento é descrita uma metodologia de uso do clorofiLOG baseada na comparação de dados da lavoura com zonas de referência.

Esta forma de trabalho **diminui a influência de variações locais e garante a comparação com dados significativos** para cada lavoura.



O que é a clorofila e por que medi-la

A clorofila, pigmento que confere a cor verde às plantas, é **proporcional à quantidade de nitrogênio absorvida pela planta**. É através do processo que ocorre dentro da molécula de clorofila - a fotossíntese - que as plantas obtêm a energia necessária para crescer, desenvolver folhas e produzir grãos. No entanto **o nitrogênio aplicado no solo pode ser perdido de diversas formas para o ambiente**, como por lixiviação, desnitrificação, volatilização e enxurradas, tornando-se indisponível para a absorção das plantas. Desta forma, **ao fazer a medição do teor de clorofila nas folhas, pode-se inferir o teor de nitrogênio realmente aproveitado pela planta**, sendo uma informação crucial para a determinação da dose de nitrogênio a ser aplicada em cobertura.

O **ClorofiLOG** faz **medições não destrutivas e instantâneas** em três faixas da frequência de luz, não se fazendo necessário o envio de amostras a laboratórios ou depender da emissão de laudos de concentração de N das folhas para a tomada de decisão. Desta forma, não há custos associados ao processo de medição, tornando possível fazer as medições quantas vezes forem necessárias.

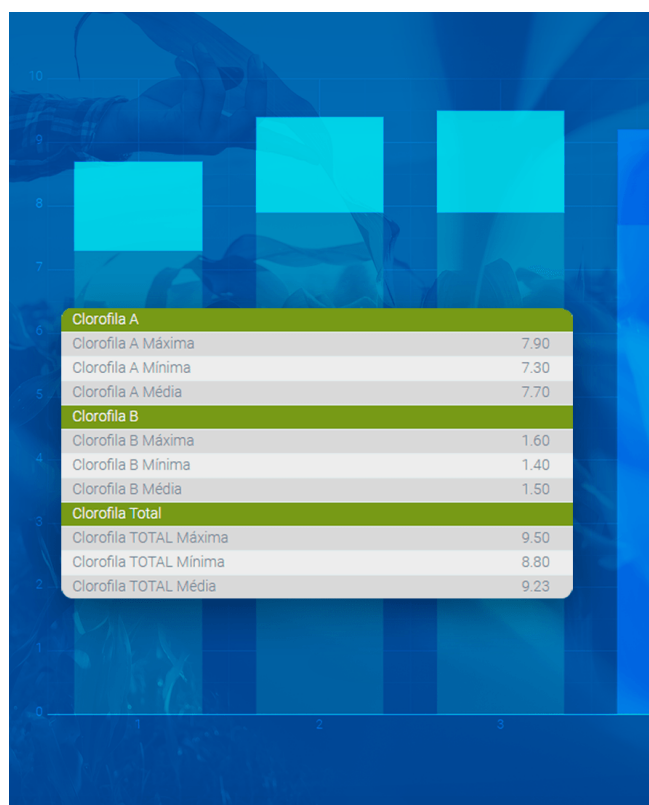
Metodologia de medição

É importante realizar o acompanhamento das lavouras em fases do desenvolvimento em que ainda seja possível corrigir deficiências sem que estas causem perdas de produtividade. O momento deve ser adequado para cada cultura e práticas de manejo adotadas.

No entanto, deve-se **evitar leituras em estádios de desenvolvimento muito iniciais**, quando a planta ainda está sob forte influência da adubação inicial aplicada na semeadura.

Como referência para o milho, por exemplo, existem muitas bibliografias internacionais indicando medições a partir do estágio de 6 folhas completamente expandidas. Para o algodão indica-se medições a partir da 5ª folha da haste principal e para a cana-de-açúcar a partir da folha +1 (primeira folha com aurícula visível).

Alguns fatores influenciam naturalmente as medições, como o híbrido utilizado, as condições ambientais e fatores que causam estresse à cultura, entre outros. Por esta razão, é impossível estabelecer uma



referência universal de valores adequados de medição de clorofila. A referência de valor deve ser ajustada para cada situação específica como explicado à seguir.

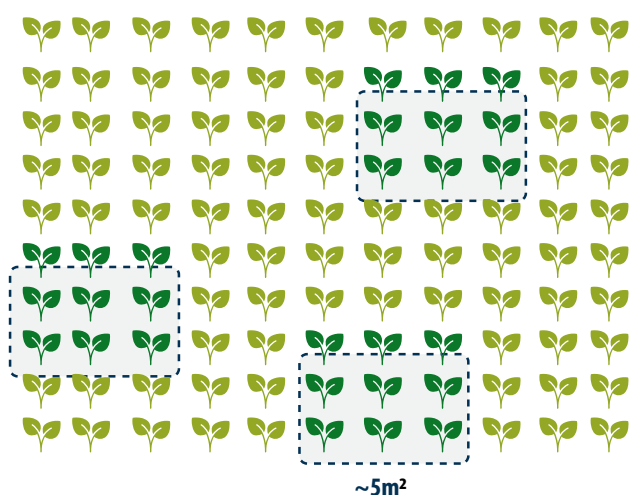
Definição de referências



Estabelecer uma referência local, indicativa para a lavoura de interesse, é o método mais simples e seguro para balizar uma posterior interpretação das medições de clorofila. Para determinar uma área de referência, **escolha entre as áreas mais representativas da lavoura**, não estando elas submetidas a estresses como grande competição com plantas daninhas ou estando em áreas de cabeceira, que tendem a ser mais compactadas.

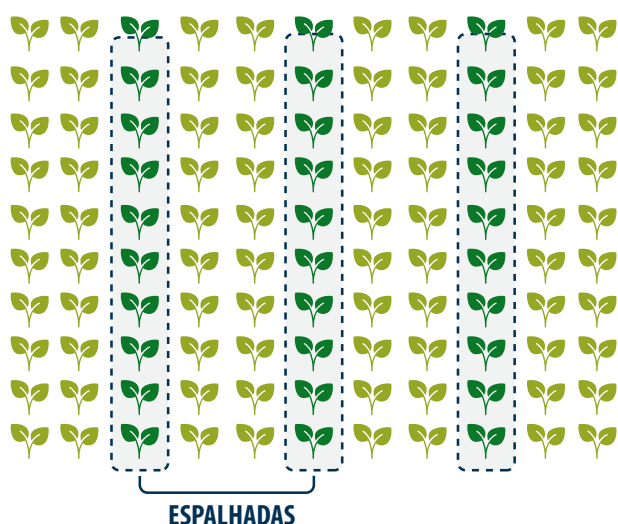
REFERÊNCIA LOCAL

EM PEQUENAS ÁREAS



REFERÊNCIA LOCAL

EM LINHAS DE PLANTIO

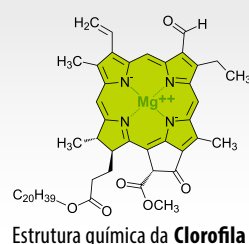


As áreas de referência local podem ser tanto pequenas áreas como linhas de plantio. Quando optando pelas pequenas áreas, devem ser escolhidas pelo menos duas por talhão, com aproximadamente 5m² cada. Ou, em se optando por linhas, devem ser escolhidas entre 3 a 5 linhas espalhadas pelo talhão.

Nas áreas de referência devem ser feitas adubações com doses maiores (1,5 - 2x) do que as necessidades da cultura determinada por manuais agrônômicos. Desta forma, nos certificamos de que as plantas não sofrerão com qualquer deficiência de N e que desenvolverão as máximas concentrações de clorofila possíveis de acordo com as variáveis locais.

DEFINIÇÃO DE REFERÊNCIAS

O princípio é a criação de **áreas de referência com a aplicação de grandes quantidades de N**, o suficiente para garantir o máximo desenvolvimento possível de concentrações de clorofila.



Fazendo as medições

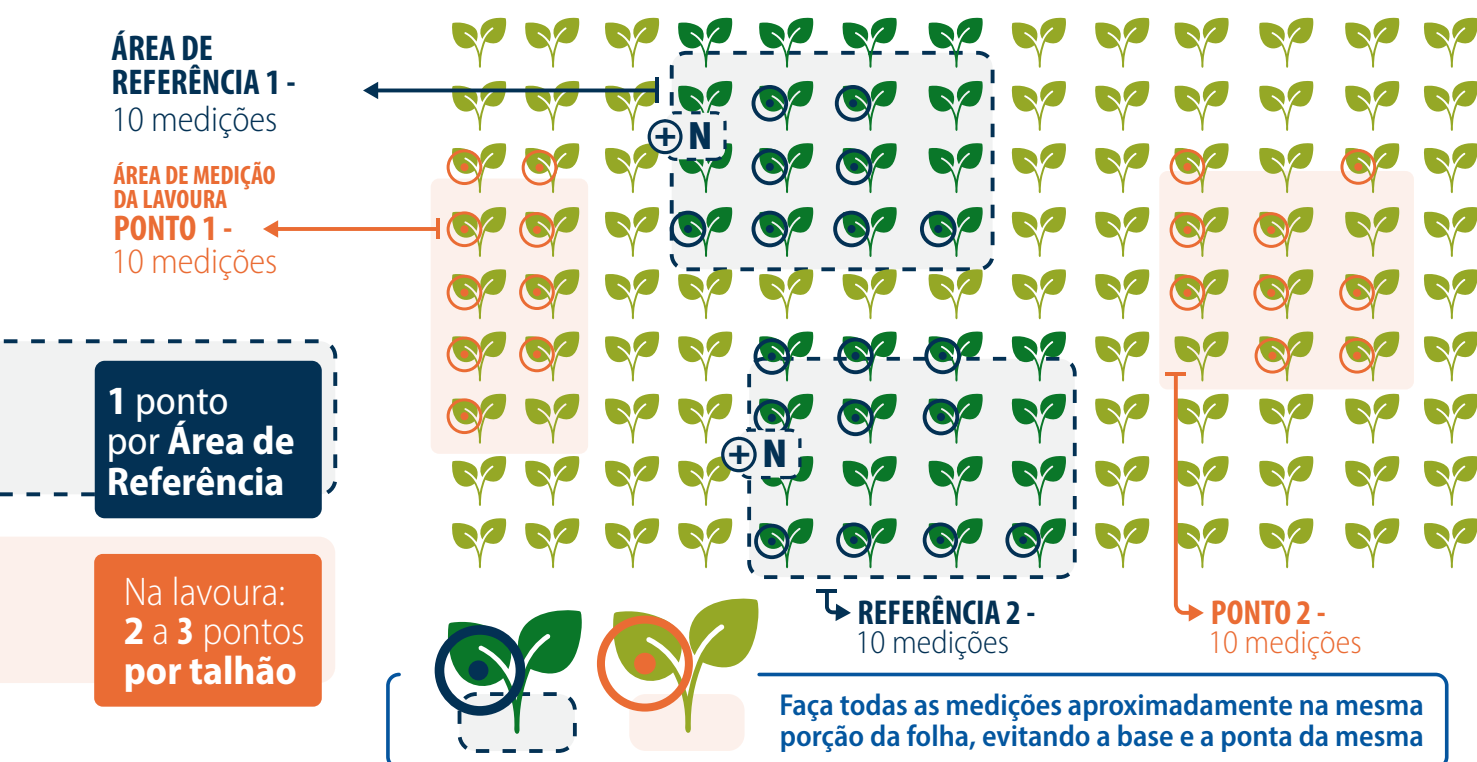
O teor de clorofila varia de uma planta para outra, de uma folha para outra e até mesmo entre diferentes porções de uma mesma folha. Para uma medição mais representativa, alguns cuidados devem ser tomados no momento das medições.

Primeiramente, em todas as folhas procure fazer a medição aproximadamente na mesma porção da folha, na parte intermediária, não muito próximo à ponta nem à base da mesma. Em culturas de folhas largas, evite que a região de medição inclua as ranhuras. Para culturas em que é possível determinar a folha sendo medida, como no caso do milho, em todas as plantas faça a medição na mesma folha. Não faça medições em folhas muito jovens nem em folhas velhas ou do baixeiro. Se existir umidade nas folhas a serem medidas, é recomendável a retirada do excesso antes da medição. Também é importante evitar medições em plantas que não são representativas da situação da lavoura.

Deverão ser feitas medições tanto nas áreas de referência (um ponto para cada área de referência) quanto nas áreas da lavoura a serem avaliadas. **Cada ponto representará a média das medições que o compuseram** - em torno de 10 medições em diferentes plantas na mesma porção da folha - sendo recomendadas de 20 a 30 medições por talhão, ou seja, 2 a 3 pontos.

As medições entre uma folha e outra apresentarão variação e isto é completamente normal. Para a interpretação será utilizada a média das medições (ver **INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**)

Caso se trabalhe com **agricultura de precisão**, é possível fazer o mapeamento do talhão, visto que o equipamento **clorofiLOG CFL2060** possui **GPS integrado**. Dessa forma, cada medição estará associada a uma coordenada geográfica. Caso deseje, também é possível trabalhar com uma grade de amostragem previamente definida com o uso de um GPS auxiliar.





Interpretação dos resultados

Com base nas médias das medições feitas nas áreas de referência e na lavoura, é possível fazer a avaliação do estado nutricional do talhão. Com estes dados, é possível calcular o quão diferente está a área de referência, que tem o maior teor de clorofila possível, da lavoura como um todo.

O método indicado é calcular o percentual do teor de clorofila que existe no campo em relação ao que existe na área de referência. Esta é uma **medição relativa, que elimina muitas das influências externas sobre os níveis de clorofila na folha**. O dado resultante é o **Índice de Suficiência de N (ISN)**, esquematizado abaixo.



A fórmula calcula o valor em termos percentuais. Valores acima de 95% indicam que a lavoura está suficientemente suprida de N. Valores abaixo de 95% indicam deficiência de N. Este valor de Índice de Suficiência de 95% como limiar é indicado pela literatura internacional.

Quando há deficiência, deve-se proceder a aplicação adicional de N, proporcional à deficiência, de acordo com a cultura e com o manejo sendo utilizado. Após a aplicação, o monitoramento deve ser mantido para verificar a recuperação ou melhora na lavoura.



Exemplos de dados

EXEMPLO A

Pontos	Valor Médio das Medições	Índice de Suficiência
ÁREAS DE REFERÊNCIA	56,6	100%
PONTO 1	54,6	96,5%
PONTO 2	53,9	95,2%
PONTO 3	53,4	94,4%
PONTO 4	54,4	96,1%
MÉDIA DA LAVOURA:		95,5%
Conclusão: lavoura com suficiência de N		

EXEMPLO B

Pontos	Valor Médio das Medições	Índice de Suficiência
ÁREAS DE REFERÊNCIA	48,6	100%
PONTO 1	32,3	66,1%
PONTO 2	34,4	70,8%
PONTO 3	35,0	72,0%
PONTO 4	33,7	69,3 %
MÉDIA DA LAVOURA:		69,6%
Conclusão: lavoura com deficiência de N		

Acompanhamento via *software*

Como os dados coletados variam de acordo com as condições climáticas a que a cultura foi submetida e o estágio de crescimento das plantas, dados de uma única data, embora suficientes para informar uma tomada de decisão imediata, não proporcionam o quadro geral de tendências de uma safra ao longo do tempo. Para isso são recomendadas leituras periódicas que permitam a comparação entre dados de diferentes momentos da safra.

O **ClorofiLog CFL2060** oferece a possibilidade de exportação de dados via *Bluetooth* para o **Falker Leaf**, software exclusivo e gratuito disponível nas versões *web* e *app*. Com ele é possível **analisar ao longo do tempo a evolução do Teor de Clorofila Total** (com a possibilidade de discriminação dos teores de clorofila **A** e **B** para fins específicos), calcular as médias entre qualquer ponto do trabalho, exportar planilhas em **csv** e gerar relatórios em **pdf**.



Referências

Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. 1993. NebGuide G93-1171-A

The Early-Season Chlorophyll Meter Test for Corn. Cooperative Extension, College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University. 1997. Agronomy Facts 53.

Using a Chlorophyll Meter to Make Nitrogen Recommendations on Wheat, Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Kentucky. 1997. AGR-170.

DOS SANTOS, A. B. et al. **Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura em arroz irrigado.** 2012. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/899280/uso-do-clorofilometro-como-indicador-da-necessidade-de-adubacao-nitrogenada-em-cobertura-em-arroz-irrigado>

Acesso em: 26 ago. 2024

SANTOS, Danilo Marcelo Aires dos. **Adubação nitrogenada e recomendação com medidor portátil de clorofila em algodão.** 2006. 54 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2006. Disponível em:
<https://repositorio.unesp.br/items/d1118508-cb5f-4b5f-8794-12ac60cc5800>

Acesso em: 26 ago. 2024

OBSERVAÇÃO:

O método apresentado dá indicações da situação nutricional da lavoura. No entanto, eventuais peculiaridades locais devem ser consideradas.

Consulte sempre o seu engenheiro agrônomo.

AGRADECIMENTO:

Este documento foi elaborado com o apoio e revisão do **Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS**, que também participou do projeto de desenvolvimento do equipamento.



SUORTE@FALKER.COM.BR



WWW.FALKER.COM.BR





Empresa pioneira no desenvolvimento de equipamentos *Agtech* no Brasil



Fornecimento de tecnologia **da coleta ao processamento de dados**



Equipamentos amplamente utilizados em **trabalhos acadêmicos** e presentes nas principais instituições de pesquisa



Produtos e soluções **comercializados internacionalmente** e presentes em todo o território nacional



Produtos brasileiros desenvolvidos e fabricados com **tecnologia própria**



Apoio contínuo com os setores de **pós-vendas e sucesso do cliente**

