

RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO COM BASE NA LEITURA DE CLOROFILA ICF

RECOMENDATION OF NITROGEN FERTILIZATION IN THE CORN CROP USING THE CHLOROPHYLL ICF READING

FURLANI JUNIOR, E.¹; ARF, O.¹

¹ Universidade Estadual Paulista-UNESP, Av. Brasil, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP
e-mail: enes@agr.feis.unesp.br

Resumo

A cultura do milho é uma das principais fontes de renda do Agronegócio brasileiro, sendo que para a safra 2007/2008 houve uma produção acima de 50 milhões de toneladas. A adubação nitrogenada é uma etapa muito importante dentro do sistema de produção do milho, tanto no aspecto de quantificação de doses, como na definição do momento de aplicação. O presente estudo teve o objetivo de avaliar o Medidor Portátil de Clorofila Falker Clorofilog, no que diz respeito à sua calibração com doses, teores foliares de nitrogênio e produtividade, além de estabelecer uma curva de recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do milho. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. O experimento apresentou 6 tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura (60, 100, 120, 140 e 160 kg de N ha⁻¹). Pode-se concluir que existe uma boa correlação entre doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, com leituras ICF, teores foliares de nutrientes e produtividade de grãos. Concluiu-se também que é possível estabelecer uma curva de recomendação da adubação nitrogenada para milho, com base na leitura ICF no momento da adubação nitrogenada em cobertura.

Abstract

The Corn Crop is one of the most important economics sources in the Brazilian Agribusiness, and in the growing of 2007/2008 the total amount production was higher than 50 million of tons. The nitrogen fertilization is one important step of the production system of corn, since in the aspect of to quantify the levels and to define the application moment. This

experiment was developed with the main objective to evaluate the Portable Chlorophyll meter Falker Clorofilog in the aspects of calibration with nitrogen levels, leaf content of nitrogen and yield, and to establish the curve of nitrogen application in corn. The experimental design was the randomized completely blocks with four replications. The nitrogen levels were six (0, 60, 100, 120, 140 and 160 kg of N ha⁻¹). It was concluded that exists well correlations with nitrogen levels and leaf content, chlorophyll readings (ICF) and yield of grains. It was possible to establish one curve for nitrogen levels recommendation for corn using the ICF readings.

Introdução

A cultura do milho é uma das principais fontes de renda do Agronegócio brasileiro, sendo que para a safra 2007/2008 houve uma produção acima de 50 milhões de toneladas, o que representa 6,4 % da produção mundial (Bozza, 2007). Deve-se destacar que a produção mundial é de quase 800 milhões de toneladas e os Estados Unidos são responsáveis por 42% dessa produção. Nos últimos anos, devido à forte demanda da China e ao fato de que os Estados Unidos tem desviado uma grande parte da sua safra para a produção de etanol, houve uma alta nos preços internacionais desse produto. O Brasil tem condições climáticas que propiciam o cultivo de mais de uma safra, o que tem sido ponto favorável no sistema produtivo dessa cultura. Por outro lado, a redução dos custos é uma preocupação continua e que deve ser estudada com critério. Embora os preços do milho tenham aumentado, o custo com os fertilizantes também acompanhou essa alta, tendo ocorrido um incremento na procura de técnicas para maximizar o uso e minimizar os custos de produção com esses insumos. A adubação nitrogenada é uma etapa muito importante dentro do sistema de produção do milho, tanto no aspecto de quantificação de doses, como na definição do momento de aplicação. Nos últimos anos, várias técnicas de identificação de deficiência de nitrogênio tem sido propostas. Foram testados gabaritos com tonalidades de verde e associação de doses adequadas em, medidores portáteis de clorofila (MPC), análise de tecido foliar e avaliação do teor de nitrato no solo. Dentre essas técnicas, a utilização do medidor portátil de clorofila tem sido amplamente utilizada, principalmente em ensaios de calibração e avaliação de deficiência, por outro lado, de acordo com Rambo (2004), não existem trabalhos que utilizem o medidor de clorofila para

indicar a quantidade de N a ser aplicada. Alguns autores apontam que, entre as vantagens do MPC pode-se destacar a preservação dos tecidos vegetais, avaliação indireta e precisão no diagnóstico (PELTONEN et al, 1995). Recentemente, Reis et al (2006) desenvolveram um estudo com o objetivo principal da geração de uma curva de recomendação de adubação nitrogenada com base no índice SPAD. Nos Estados Unidos, a técnica mais utilizada é a do índice de suficiência, baseada na comparação com parcelas de referência (PELTONEN et al, 1995) e indicação das doses de N a serem aplicadas. Esse método é interessante, contudo tem apresentado problemas, principalmente no sentido de não respeitar o princípio básico da curva de resposta e poder indicar valores de N superiores àqueles que deveriam ser utilizados. A maioria dos trabalhos tem utilizado o MPC Minolta SPAD 502, que é produzido no Japão e em outros países. O presente estudo teve o objetivo de avaliar o MPC Falker Cloroflog, no que diz respeito à sua calibração com doses, teores foliares de nitrogênio e produtividade, além de estabelecer uma curva de recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do milho.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. As coordenadas geográficas do local são: 51°22' de longitude Oeste de Greenwich e 20°22' de latitude Sul com altitude de 336 m. A precipitação média anual é de 1370 mm e a temperatura média anual é de 23,5°C, sendo os meses mais quentes janeiro e fevereiro (25,7°C) e mais frios, junho e julho (20,5°C). A umidade relativa do ar média é de 70-80 % nos meses mais chuvosos. De acordo com Köppen, o tipo climático é Aw, caracterizado como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo do local, foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro epi-eutrófico álico, textura argilosa e de acordo com a nova nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação (Embrapa, 1999), o solo é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado (LVd). Com a

devida antecedência ao plantio, foi efetuada a amostragem de solo, com o intuito principal de verificar a necessidade de calagem (junho-julho).

Foi utilizado o híbrido simples de milho AG 8088, de ciclo precoce, florescimento de 64 a 69 dias, maturação fisiológica de 118 a 125 dias, colheita 125 a 145 dias (25% de umidade), arquitetura semi-ereta, grão duro de coloração alaranjada, stay green e empalhamento bons (Agrocere, 2008). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. O experimento apresentou 6 tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura (0, 60, 100, 120, 140 e 160 kg de N ha⁻¹) na forma de Uréia. O espaçamento adotado foi de 0,9 m entre linhas de semeadura, com uma população de 55000 plantas ha⁻¹. A semeadura foi realizada em 01/12/2007, com adubação básica de semeadura da ordem de 90 kg de P₂O₅ ha⁻¹; 50 kg de K₂O ha⁻¹ e 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, de acordo com as recomendações de Raij et al (1997). As doses de N em cobertura foram efetuadas aos 18 dias após a emergência das plantas. A emergência do milho ocorreu em 09/12/2007. Cada parcela foi constituída de 6 linhas com o comprimento de 6 m, com um total de 24 parcelas.

Foram efetuadas cinco avaliações dos índices do MPC Falker Cloroflog (índices ICF) de 25 até 53 dias após a emergência das plantas de milho. As avaliações foram realizadas na folha C (primeira com o colar visível) e C-1 (anterior à primeira com o colar visível), tendo sido avaliadas quatro plantas por parcela e cinco leituras por folha, no terço mediano. O equipamento possui uma escala de medição de 0 a 100 ICF, resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (Falker, 2007).

Foi efetuada a coleta de folhas das parcelas, de acordo com as recomendações de Malavolta et al (1997), tendo sido efetuada a análise química de tecido vegetal para determinação do teor foliar de nitrogênio, conforme a metodologia proposta por Bataglia et al (1983). A recomendação da adubação nitrogenada com base nas leituras ICF foi efetuada com a utilização de uma metodologia adaptada do trabalho de REIS et al., (2006).

Resultados e Discussão

A primeira parte desse trabalho consistiu na verificação da calibração do equipamento às doses crescentes de nitrogênio. Assim sendo, realizaram-se avaliações de leituras ICF

durante o desenvolvimento da planta de milho, dos 25 aos 53 dias após a emergência da cultura. Pode-se verificar que em todas as amostragens, houve efeito significativo das doses sobre as leituras ICF, observando-se efeitos lineares em todas as avaliações e efeitos quadráticos somente em três, sendo que os coeficientes de determinação com melhor ajuste somente foram verificados para regressão quadrática aos 46 e 53 dias após a germinação. A avaliação do ponto de máximo, permitiu verificar que a planta aumenta as leituras ICF até a dose de 140 kg de N ha⁻¹ até os 53 dias após a emergência (Tabela 1). A avaliação precoce é importante, visto que o potencial de produção é definido por ocasião da emissão da 4^a folha, podendo se estender até a 6^a folha (Fancelli, 1997).

Tabela 1. Valores de produtividade de milho, teores foliares de nutrientes, leituras ICF e valores de p>F no ano agrícola 2007/2008.

| Fatores (p>F) | Produtividade Kg ha ⁻¹ | Teor de N g kg ⁻¹ | Índice CL (d.a.e.) | | | | |
|------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 25 | 32 | 39 | 46 | 53 |
| Doses (D) | 0,0015 | 0,0438 | 0,012 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,004 |
| Folha (F) | - | - | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| D * F | - | - | 0,633 | 0,885 | 0,765 | 0,948 | 0,632 |
| Tukey (F) | | | | | | | |
| C-1 | - | - | 71,53a | 74,04a | 73,39a | 70,37a | 74,31a |
| C | - | - | 66,49b | 68,11b | 66,79b | 62,55b | 67,52b |
| D.M.S. | - | - | 2,93 | 2,01 | 2,89 | 2,54 | 2,74 |
| Regressão (D) | | | | | | | |
| p>F (linear) | 0,0001 | 0,0043 | 0,0007 | 0,0008 | 0,0003 | 0,0001 | 0,001 |
| p>F (quadrática) | 0,6346 | 0,6229 | 0,6681 | 0,0462 | 0,5026 | 0,0016 | 0,019 |
| r ² | 0,9099 | 0,7532 | 0,8673 | 0,3707 | 0,9432 | 0,6827 | 0,7565 |
| R ² | 0,9337 | 0,8089 | 0,8783 | 0,4774 | 0,9686 | 0,9424 | 0,8756 |
| 0 | 6981,2 | 20,35 | 63,16 | 65,47 | 64,14 | 57,37 | 61,09 |
| 60 | 8029,7 | 21,33 | 68,52 | 74,76 | 68,19 | 66,77 | 71,45 |
| 100 | 8104,0 | 23,45 | 69,80 | 68,72 | 71,61 | 67,48 | 71,99 |
| 120 | 8706,2 | 24,50 | 69,68 | 71,78 | 71,68 | 69,93 | 71,32 |
| 140 | 8468,0 | 24,34 | 69,58 | 72,94 | 71,52 | 70,46 | 76,63 |
| 160 | 8837,0 | 23,20 | 73,33 | 72,78 | 73,41 | 66,76 | 73,02 |
| Equação | 7129+10,94x | 20,46+0,024 | - | - | - | - | - |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade

Verificou-se também a relação das doses de N com os valores dos teores foliares de nitrogênio, podendo-se verificar que o mesmo foi afetado pelas doses crescentes desse

nutriente, sendo que houve incremento até a dose de 120 kg de N ha⁻¹ (Tabela 1). Por outro lado, a produtividade de grãos de milho foi afetada até a dose de 160 kg de N ha⁻¹.

A recomendação das doses de nitrogênio, de acordo com os valores de leitura ICF, estão contidos na figura 1, podendo-se verificar que caso a leitura ICF seja, por exemplo, de 60, dever-se-á aplicar 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio. O valor obtido por ocasião da leitura na época da adubação de cobertura será utilizado na curva de leitura e verificar-se-á a quantidade de N a ser aplicada, preferencialmente de forma parcelada. Esse sistema é mais eficiente do que aquele que utiliza o índice de suficiência, pois o mesmo, além de não utilizar uma curva de resposta e eventualmente superestimar as necessidades de N, pode até subestimar as mesmas, como descrito por Sawyer (2007), que obteve valores indicativos de adubação, no máximo de 112 kg de N ha⁻¹ nos Estados Unidos.

A obtenção da curva de recomendação da adubação nitrogenada com a utilização do MPC Falker Clorofilog foi possível devido à excelente correlação entre doses e leituras (tabela 1), doses e teor foliar de N (figura 2) e doses e produtividade de grãos (tabela 1). A recomendação é válida para as condições em que foi desenvolvido o trabalho, sendo que para utilização em outros cultivares de milho, ou sistemas de produção é necessário o desenvolvimento de índices de equivalência (IE) propostos por Santos (2006).

Conclusões

Pode-se concluir que existe uma boa correlação entre doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, com leituras ICF, teores foliares de nutrientes e produtividade de grãos.

Concluiu-se também que é possível estabelecer uma curva de recomendação da adubação nitrogenada para milho, com base na leitura ICF no momento da adubação nitrogenada em cobertura.

Referências

AGROCERES. Descrição de cultivares. www.sementesagroceres.com.br, milho AG 8088, 2008.

BATAGLIA, O.C., FURLANI, A.M.C., TEIXEIRA, J.P.F., FURLANI, P.R., GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, Boletim técnico 78, 48 p., 1983.

BOZZA, G. Estimativa de safra de milho nos EUA. FAEP, Boletim Técnico 974, Setembro, 2007

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 1999. 412p

FALKER. Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – Clorofilog CFL 1030, Manual de instruções, 32p., 2007.

FANCELLI, A.L. & D. DOURADO-NETO. Tecnologia da produção de milho. ESALQ/USP, Departamento de Agricultura, Piracicaba. 174p., 1997.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba, Potafós, 319 p., 1997.

PELTONEN, J., VIRTANEN, A., HAGGREN, E. Using a Chlorophyll meter to optimize fertilizer application. Journal of Agronomy and crop science, Berlin, v. 174, n. 5, p. 309-318, 1995.

RAIJ, B.V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim técnico 100, Campinas, 285 p., 1997.

RAMBO, L., SILVA, P.R.F., ARGENTA, G., SANGOIT, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.5, p. 1637-16456, 2004.

REIS, A. R. dos, FURLANI JUNIOR, E. , BUZETTI, S., ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência nutricional do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. Bragantia, Campinas, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

SAWYER, J. Measuring the nitrogen status. Department of Agronomy, Iowa State University, IC, 498(10), p. 151-152, 2007.

SANTOS, D.M.A. Adubação nitrogenada e recomendação com medidor portátil de clorofila em algodão. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira , 54 P., 2006.

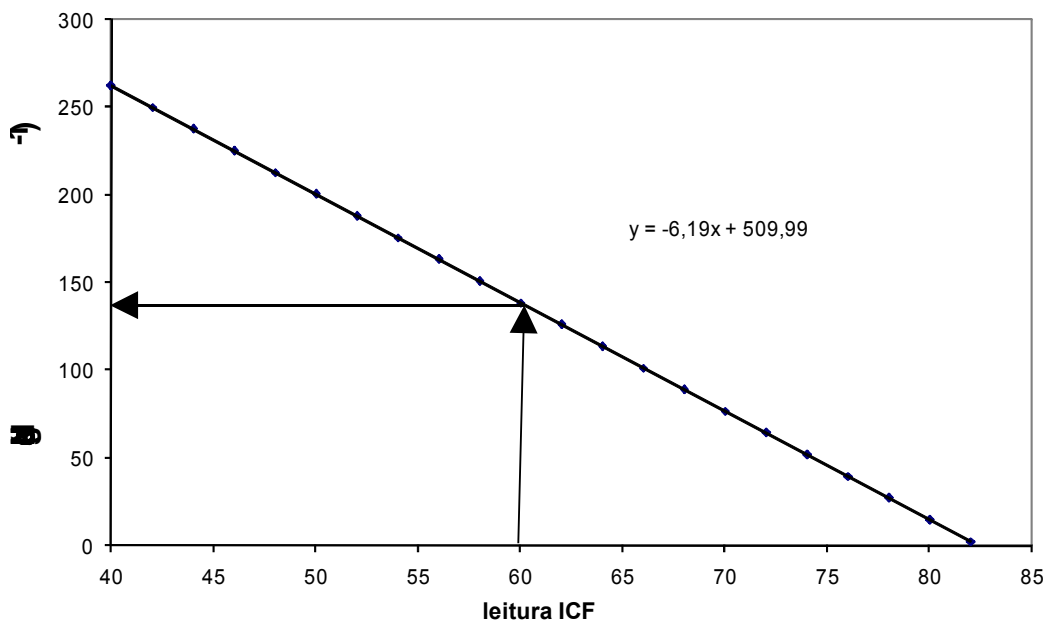


Figura 1. Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com base na leitura ICF..

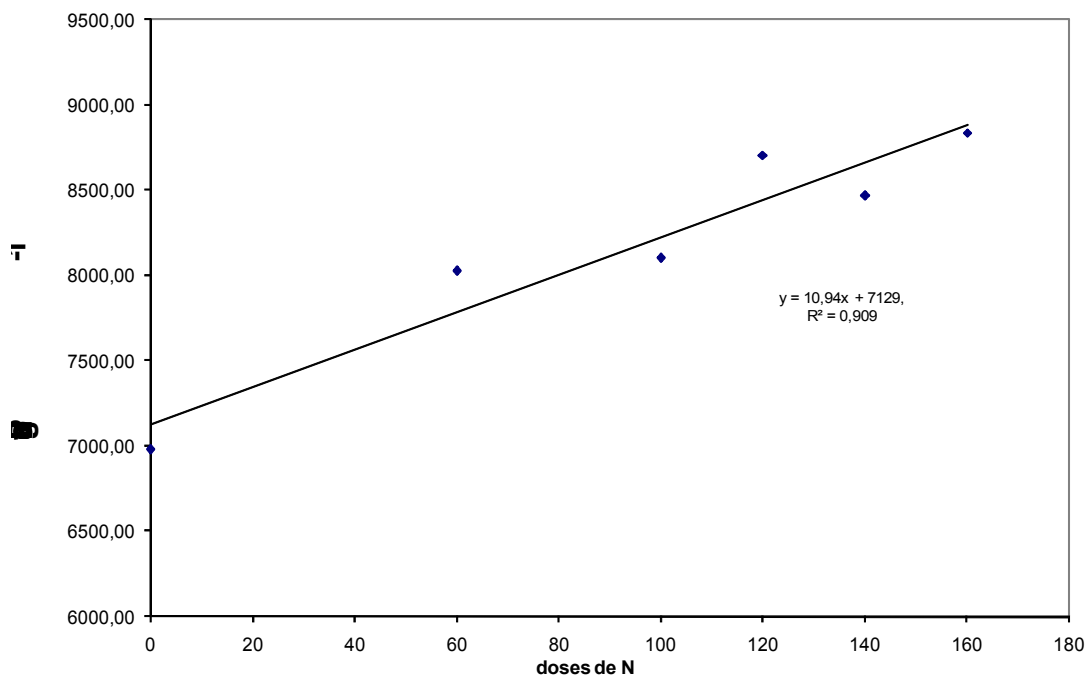


Figura 2. Produtividade do milho em função de doses crescentes de Nitrogênio (kg ha^{-1})

Projeto Milho/Clorofilog Falker/Unesp

Semeadura: 01/12/2007

Emergência: 09/12/2007

Adubação básica: 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato Simples

50 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de Potássio

Espaçamento: 0,9m entre linhas, com população de 55000 plantas ha⁻¹

Híbrido: AG 8088(HS)

Adubação em cobertura realizada em 26/12/2007 às 17:00 h (fonte Uréia), Milho com cinco folhas totalmente desdobradas.

Pode-se verificar que nas figuras 01 (25 dias após a emergência) a 05, que as maiores leituras CL foram obtidas na folha C-1 (abaixo da folha C), quando comparado com a folha C (primeira com o colar visível), constatando-se que à medida em que se aumentaram as doses de N, houve incremento significativo nas leituras de clorofila.

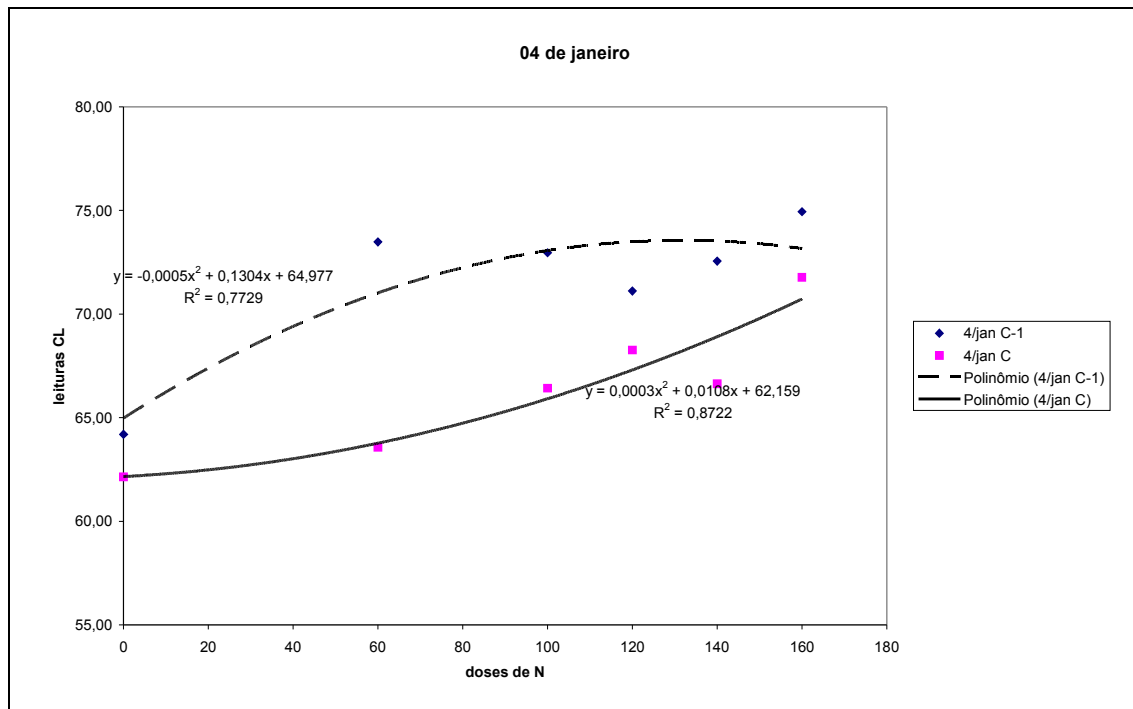


Figura 01. Segunda avaliação da leitura de clorofila

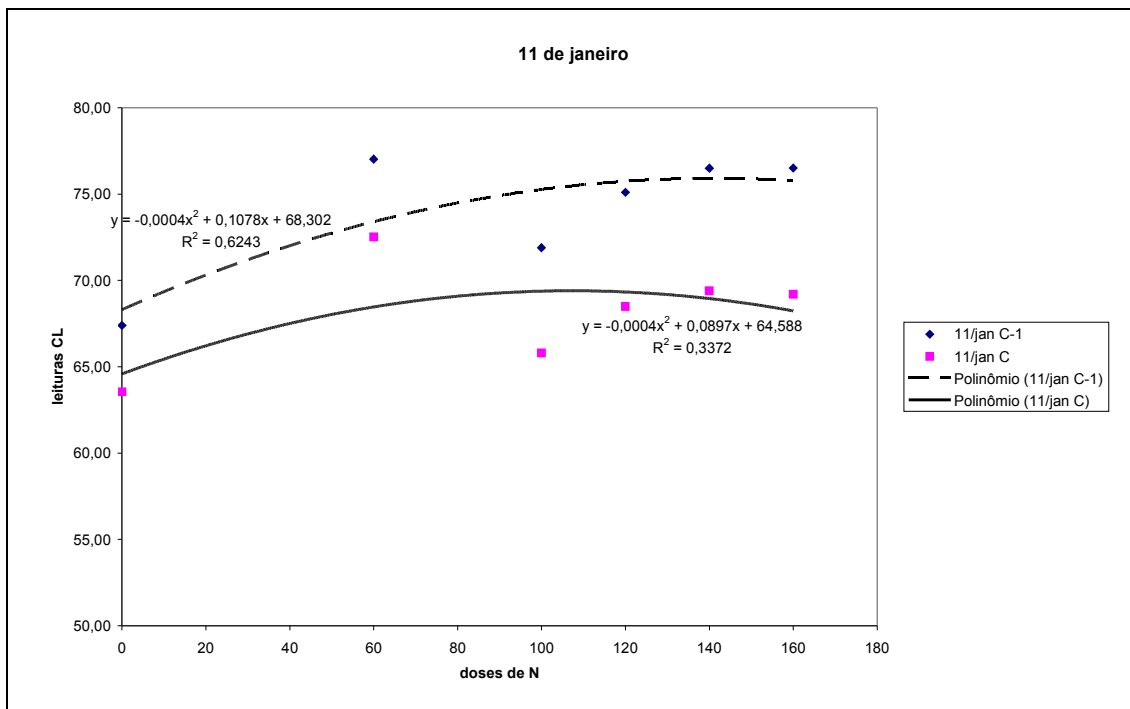


Figura 02. Terceira avaliação da leitura de clorofila

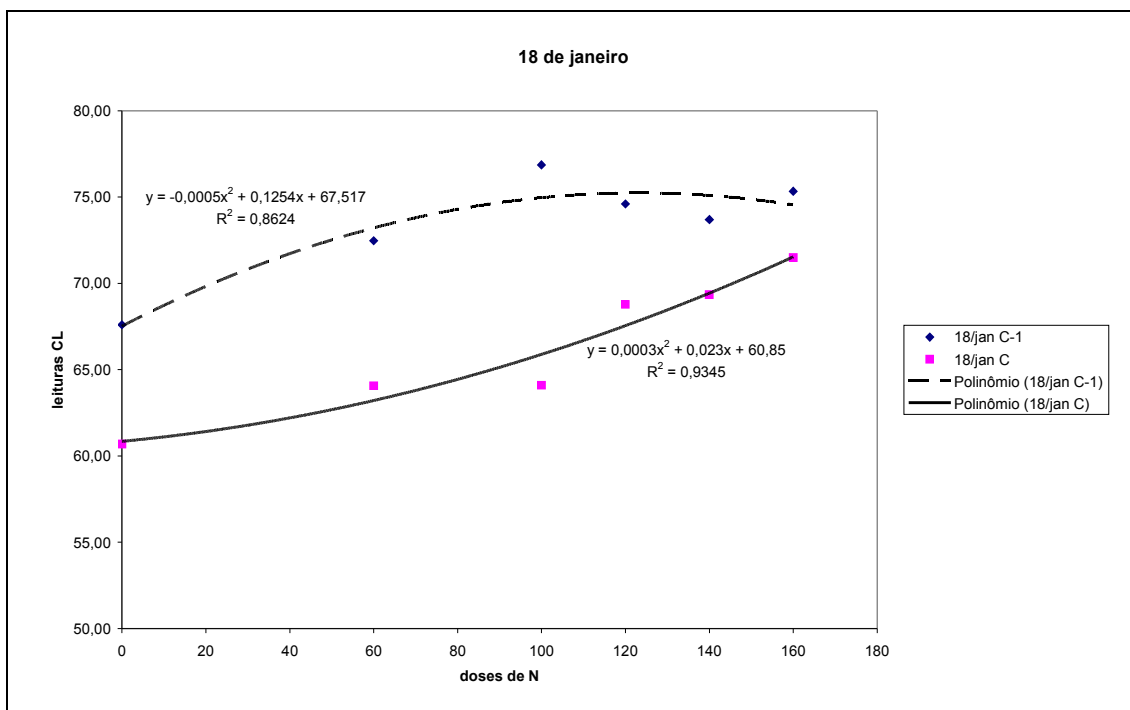


Figura 03. Quarta avaliação da leitura de clorofila

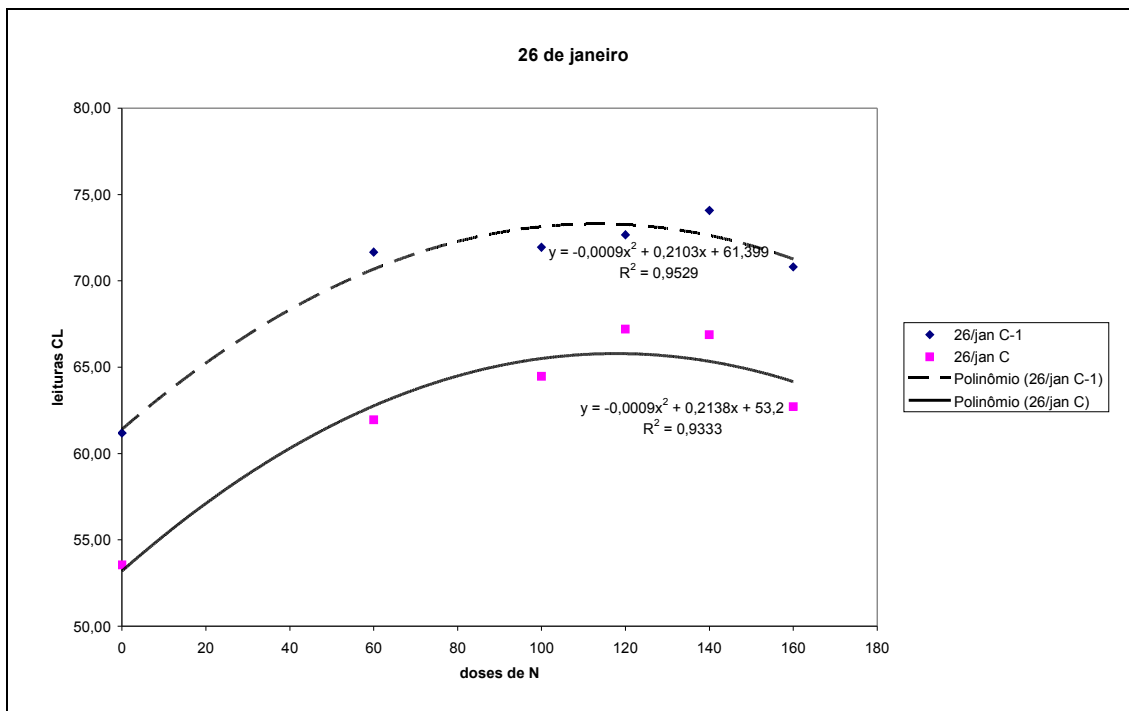


Figura 04. Quinta avaliação da leitura de clorofila

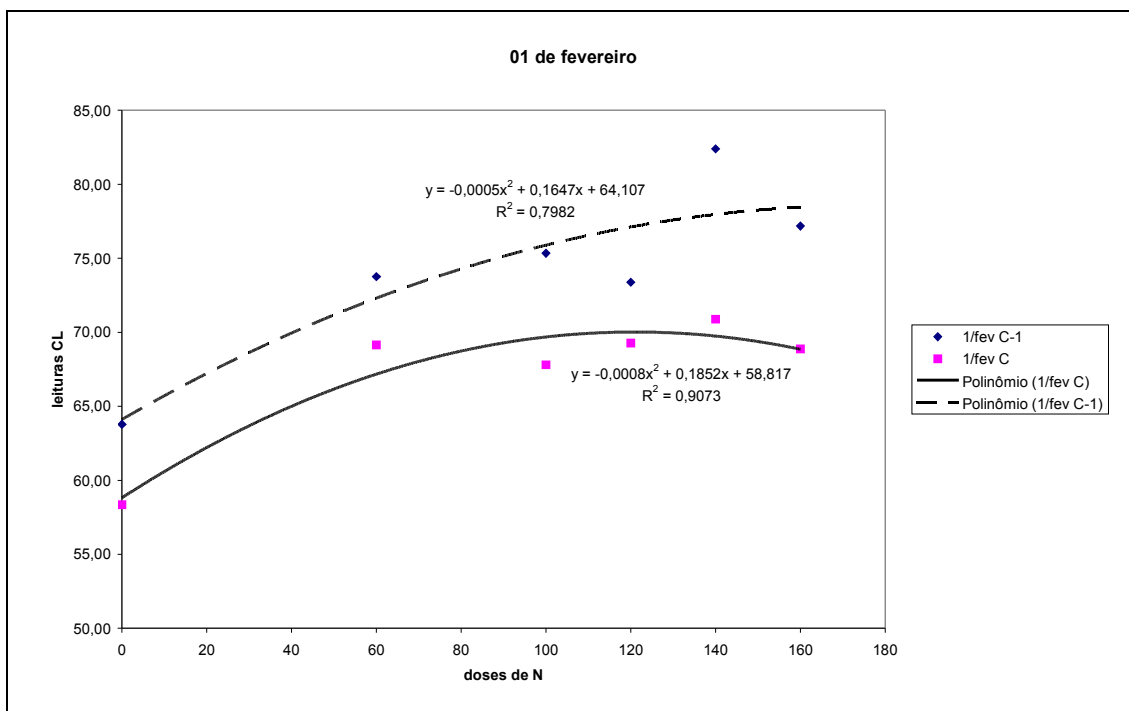


Figura 05. Sexta avaliação da leitura de clorofila

A Figura 06 apresenta os valores médios de leitura Cl de 18 até 52 dias após a emergência do Milho, podendo-se constatar que sempre os maiores valores de leitura foram obtidos na folha C-1, devendo a mesma ser empregada para recomendação da adubação com base na leitura do equipamento.

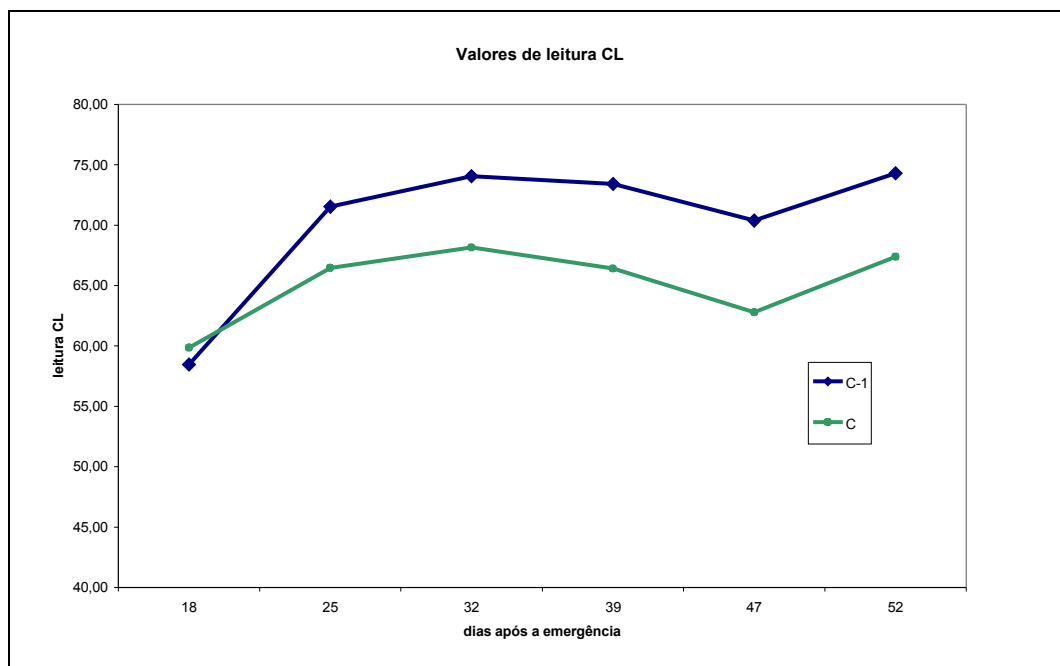


Figura 06. Avaliação de leitura de clorofila em folhas C (primeira com o colar visível) e C-1 (folha anterior à primeira com o colar visível).

A figura 7 apresenta a leitura de clorofila média na folha C-1, em função de dias após a emergência, podendo-se verificar que o pico de leitura ocorre ao redor de 40 dias após a emergência.

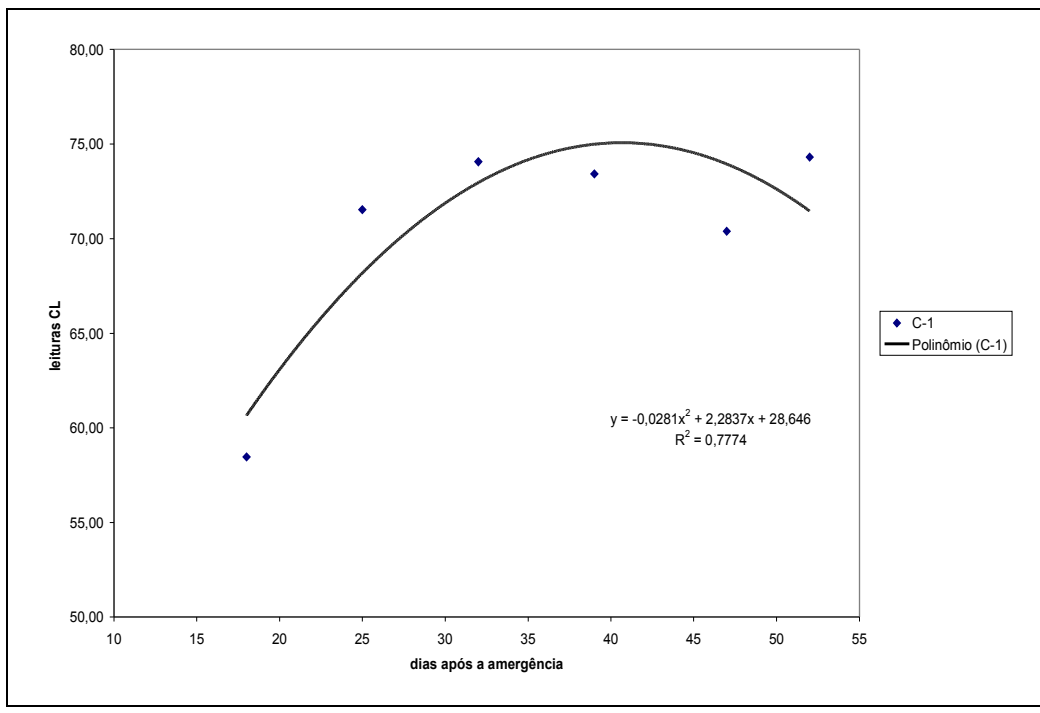


Figura 07. Avaliação dos valores de leitura CL em função de dias após a emergência

As figuras 8 e 9 contêm respectivamente as regressões quadrática e linear, podendo constatar uma boa correlação entre as doses de N aplicadas e as leituras CL.

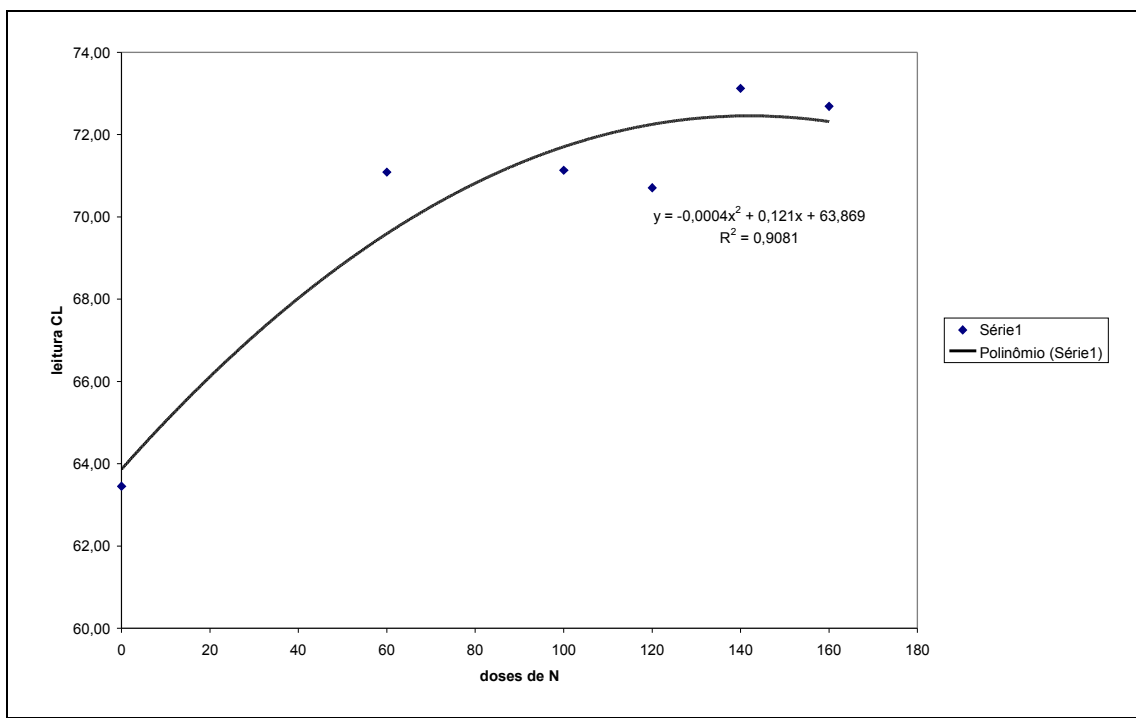


Figura 08. Regressão quadrática para leitura CL em função de doses de N aplicadas

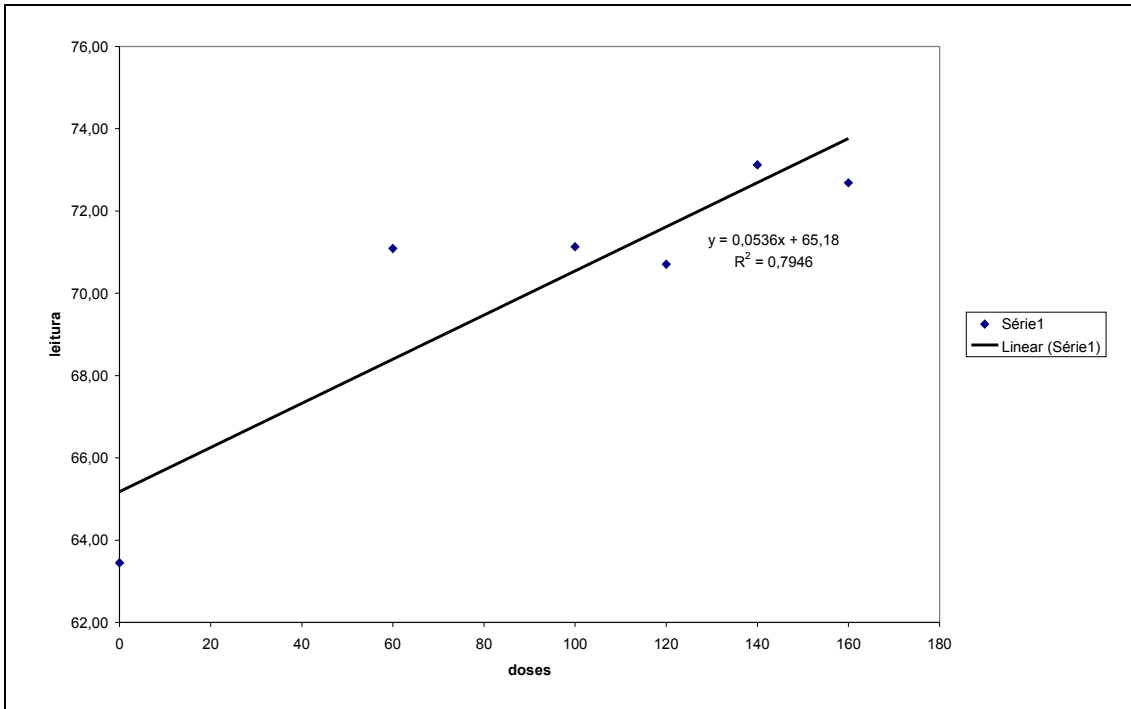


Figura 09. Regressão linear para valores de leitura CL em função de doses de N aplicadas

A figura 10 contém a curva de recomendação da adubação nitrogenada em função da leitura de clorofila do Clorofilog Falker.

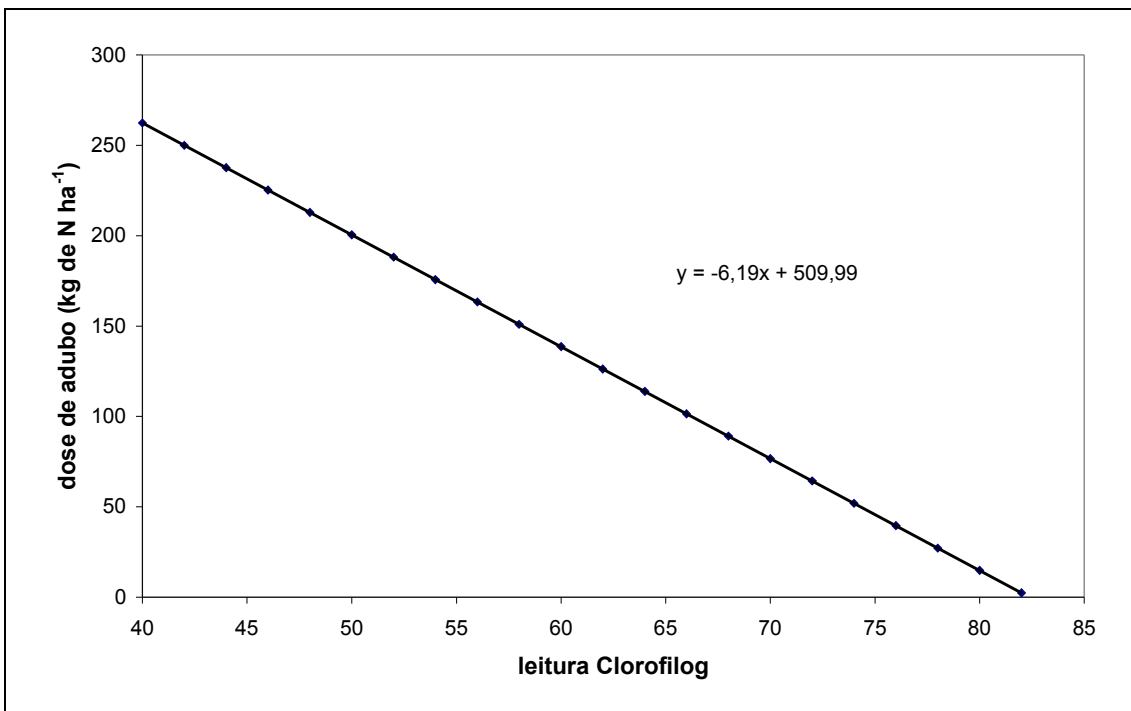


Figura 10. Recomendação da adubação nitrogenada em função da leitura de clorofila (Clorofilog)

Exemplo de recomendação da adubação nitrogenada

Supondo que a leitura CL obtida foi de 48,00

Substitui-se o valor 48 no eixo x da fórmula $y = -6,19x + 509,99$

Então : $y = -6,19 * 48,00 + 509,99$

$Y = 212,87$ kg de N/ha

