

Diagnose Foliar na Cultura da batata

Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo
Universidade Federal de Santa Maria
jeronimo@pq.cnpq.br

SUMÁRIO

- 1. Contexto da nutrição mineral na cultura da batata**
- 2. Estratégias de manejo da nutrição mineral**
- 3. Métodos de diagnóstico nutricional**
- 4. Determinações feitas em batata**
- 5. Estratégias de adubação**
- 6. Prospectivas**

1. Contexto da produção da batata no Brasil

- Redução da produção nas pequenas propriedades (RS, SC, PR)**
- Aumento da produção em grandes áreas, com elevada tecnologia e produtividade (MG, SP, BA, GO)**
- Doses elevadas de adubação**

Riscos da adubação excessiva

- Nitrogênio:** retardamento da maturação da lavoura
crescimento foliar exagerado
lixiviação do N não absorvido
queda de produtividade
- Cátions: Potássio:** desbalanço na relação K:Ca:Mg
- Salinização do solo em áreas de baixa precipitação**

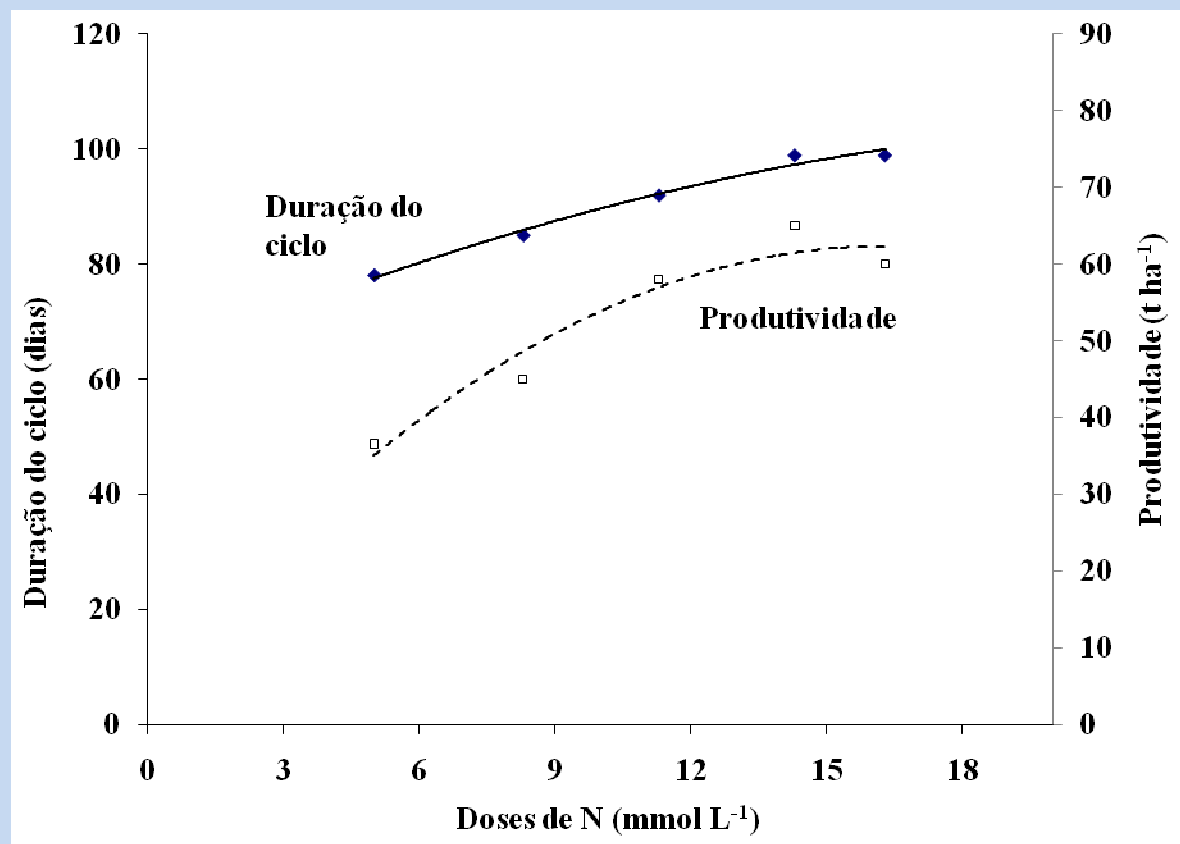


Figura 1 – Duração do ciclo de produção e produtividade de tubérculos de uma lavoura de batata da Cv. Asterix sob diferentes disponibilidades de nitrogênio.

Adubação do solo x nutrição da planta

- **Adubação do solo:** estocagem temporária
interações físicas e biológicas
- **Nutrição da planta:** doses corretas
momento correto
local correto

Solo como substrato para o crescimento das raízes

Ajustar a oferta pela adubação com a demanda da lavoura

2. Estratégias de manejo

Adubação em resposta a um diagnóstico nutricional

Sintomas de deficiências ???



Nitrogênio



Fósforo



Potássio

Wallace. T. **The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptoms.**
London: University of Bristol, 1943.

**Um método de diagnóstico deve ser eficaz antes que a
produtividade seja reduzida**

- Diagnosticar o estado nutricional**
- Interpretar o diagnóstico**
- Traduzir o diagnóstico em doses de adubação**

Por que o nitrogênio é o elemento-chave no diagnóstico nutricional?

- **Tem relação com a fotossíntese e o crescimento foliar**
- **Inicia a sequência dos eventos do crescimento**
- **É absorvido em quantidades elevadas**
- **Tem baixa estabilidade no ambiente**

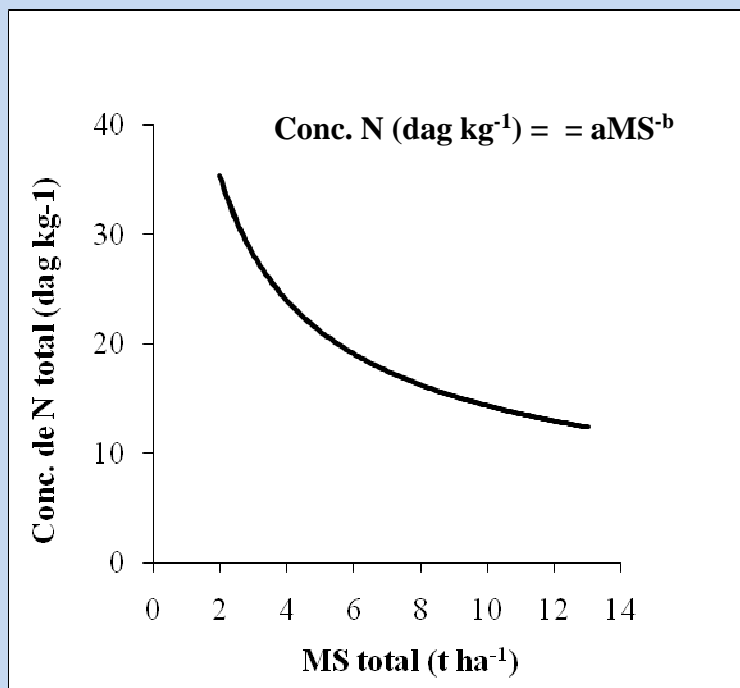
3. Métodos de diagnóstico nutricional

3.1 Normas DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System, América do Norte)

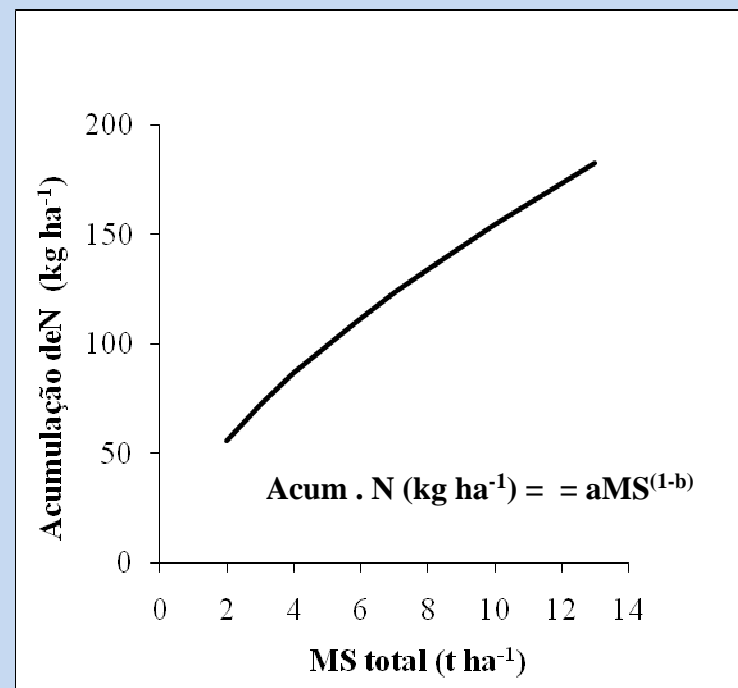
- *Baseadas em critérios de produtividade
- *Buscam teores foliares ótimos
- *Pequena preocupação com os excessos
- *Difícil tradução do diagnóstico em doses de adubação

3.2 Curva crítica de diluição (Europa)

- *Baseada em critérios de sustentabilidade
- *Busca os teores críticos
- *Grande preocupação com os excessos/sustentabilidade
- *Traduz o diagnóstico em dose de adubação
- *Permite o parcelamento da adubação no decorrer do ciclo



Diluição



Extração

Figura 2 – Representação esquemática das curvas de diluição e de extração de nitrogênio na cultura da batata.

Por que o nitrogênio na planta dilui com o crescimento?

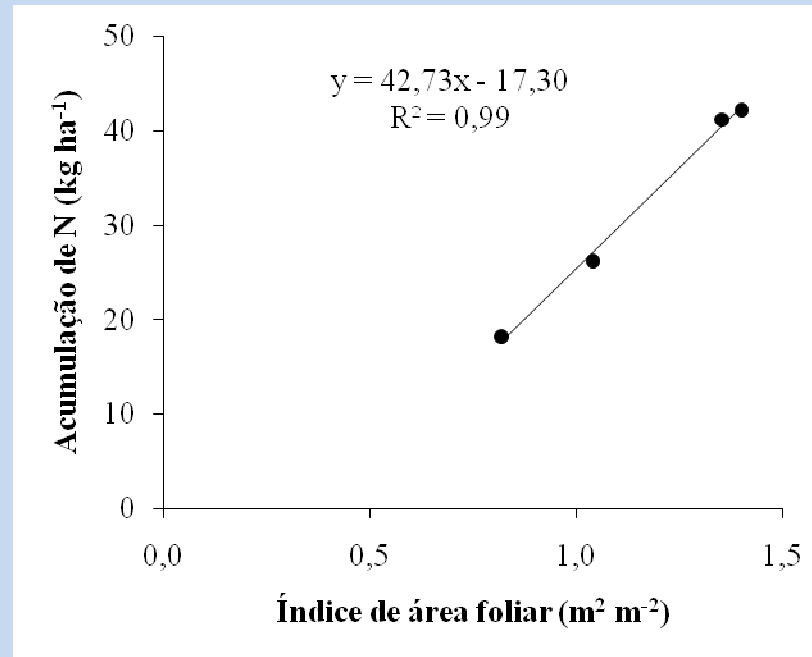


Figura 3 – Relação entre a acumulação de N na planta e o crescimento do IAF de uma lavoura de batata da cultivar Asterix.

Curva crítica de diluição: limite onde cessa a resposta do nutriente em produtividade

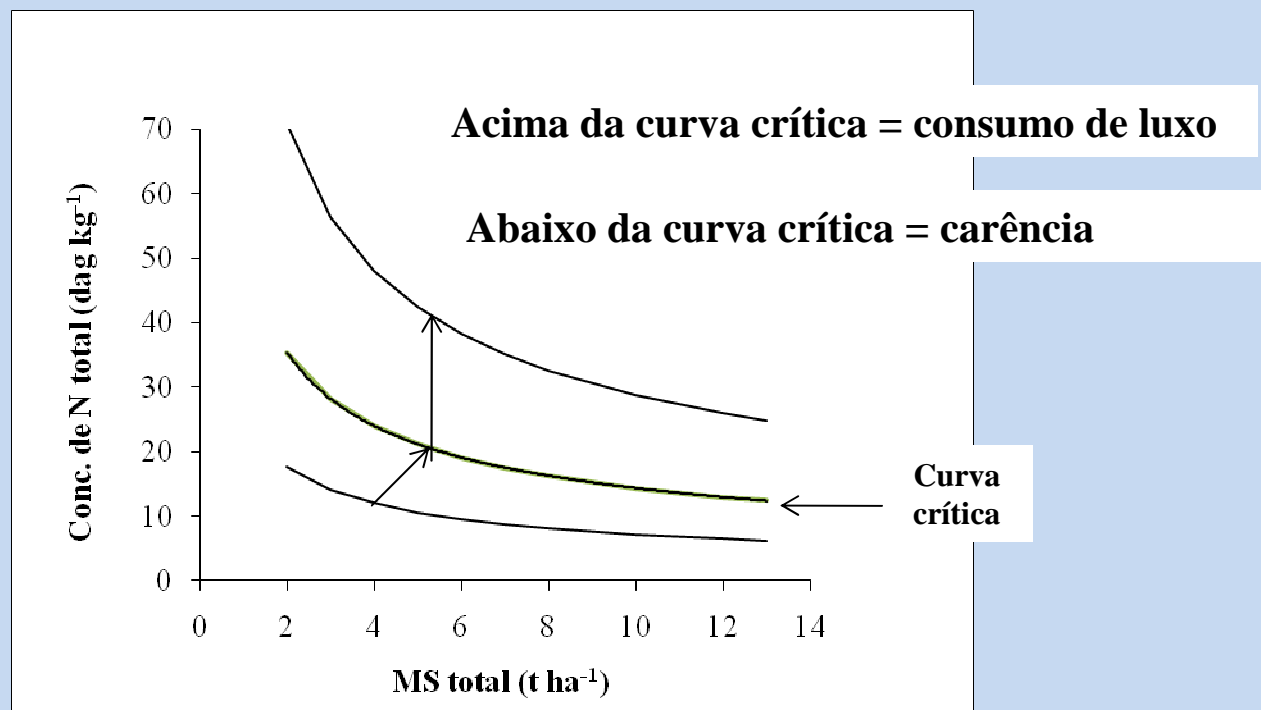


Figura 4 – Representação esquemática das curvas mínima, de diluição e máxima de diluição do N durante o período de crescimento de plantas de batata da cv. Asterix.

Curvas críticas de diluição variam:

- Com a cultivar: relação parte aérea:raízes;tubérculos;**
- Com a produtividade;**
- Com a duração do período de crescimento e desenvolvimento da cultura;**
- Com as condições ambientais: radiação solar, disponibilidade de água.**

4. Determinações feitas em batata, cv. Asterix

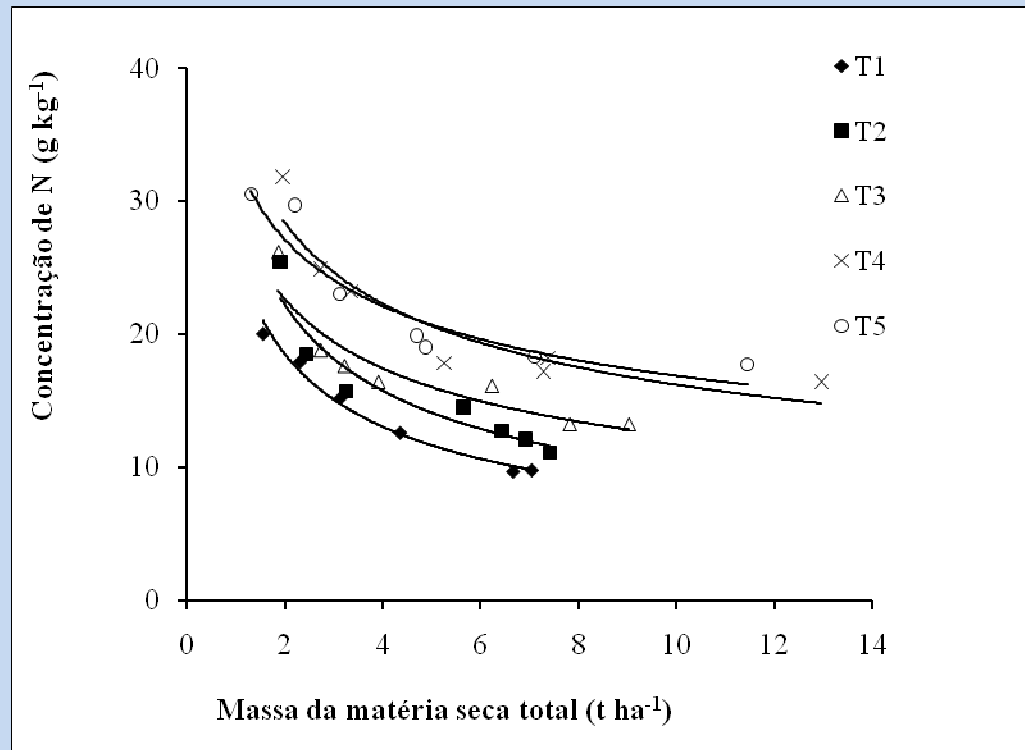
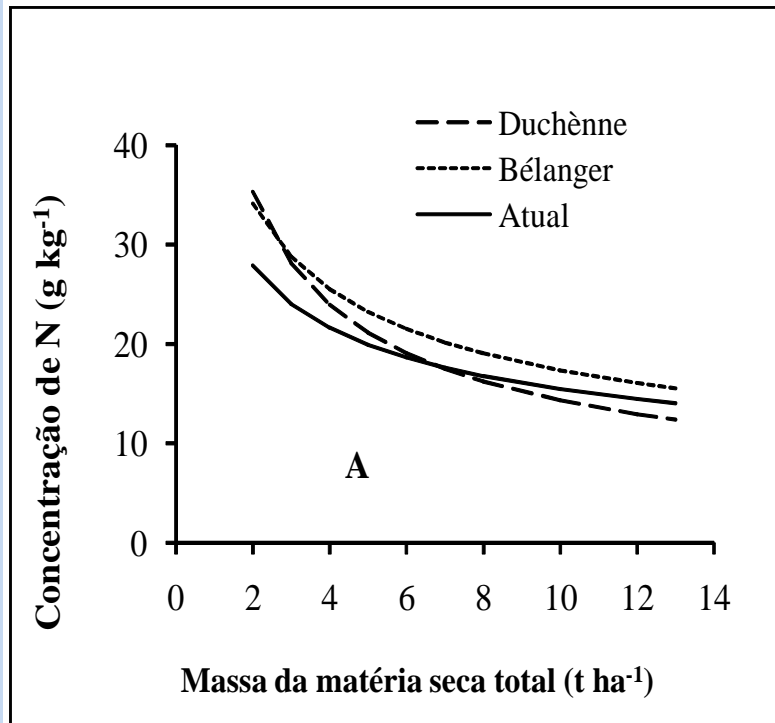


Figura 5. Curvas de diluição do N durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento de plantas de batata da cv. Asterix. (ANDRIOLO et al., 2006).

Curva crítica do N para a cultivar Asterix

Diluição



Extração

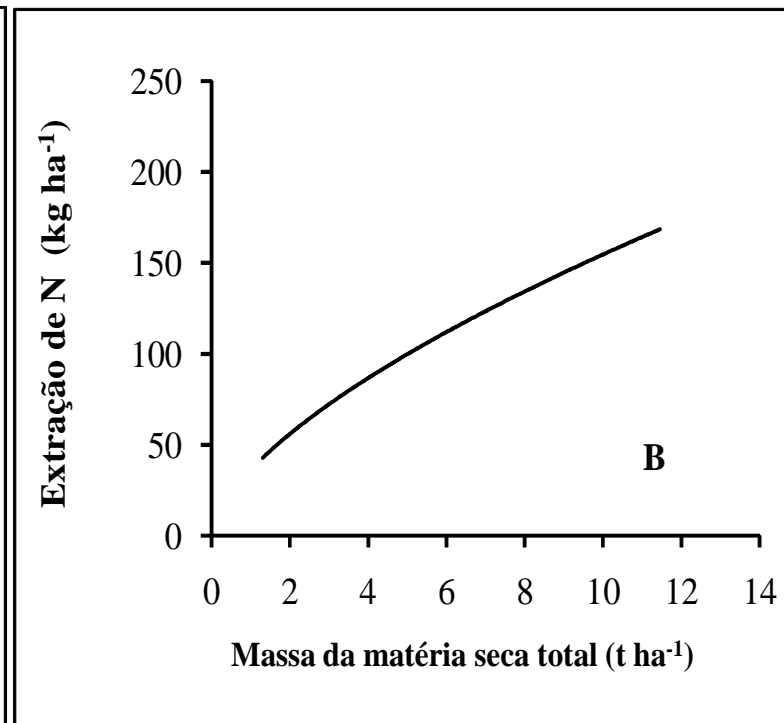


Figura 6. Curvas de diluição e extração do N para a cv. de batata Asterix no RS. (Andriolo et al., 2006).

5. Estratégia de adubação

Tabela 1. Estimativa da acumulação de massa seca e de N durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento da batata, cv. Asterix, para uma produtividade de tubérculos de 52,7 t ha⁻¹ (PAULA, 2005).

Dias após o plantio	Massa seca acumulada (t ha ⁻¹)	Teor de N (gN kg ⁻¹)	Quantidade de N extraído (kg ha ⁻¹)
40	2,0	28,1	55,14
47	2,2	27,1	58,68
54	2,8	24,8	68,45
61	3,7	22,2	83,10
68	5,1	19,8	101,37
75	6,9	17,7	122,35
82	9,1	16,0	145,44

Cálculo da adubação nitrogenada

Exemplo simplificado de cálculo:

- 1. Amostragem da lavoura aos 47 dias após o plantio.**
- 2. Resultado da análise: 24 gN kg⁻¹.**
- 3. Concentração crítica: 27,1 gN kg⁻¹.**
- 4. Deficiência de $(27,1 - 24) = 3,1$ gN kg⁻¹.**
- 5. Deficiência: $(3,1/24) \times 100 = 12,9\%$.**
- 6. Correção: aplicação em cobertura de uma dose igual a 12,9% do N aplicado até o momento.**

Nitrogênio: porta de entrada para os outros nutrientes

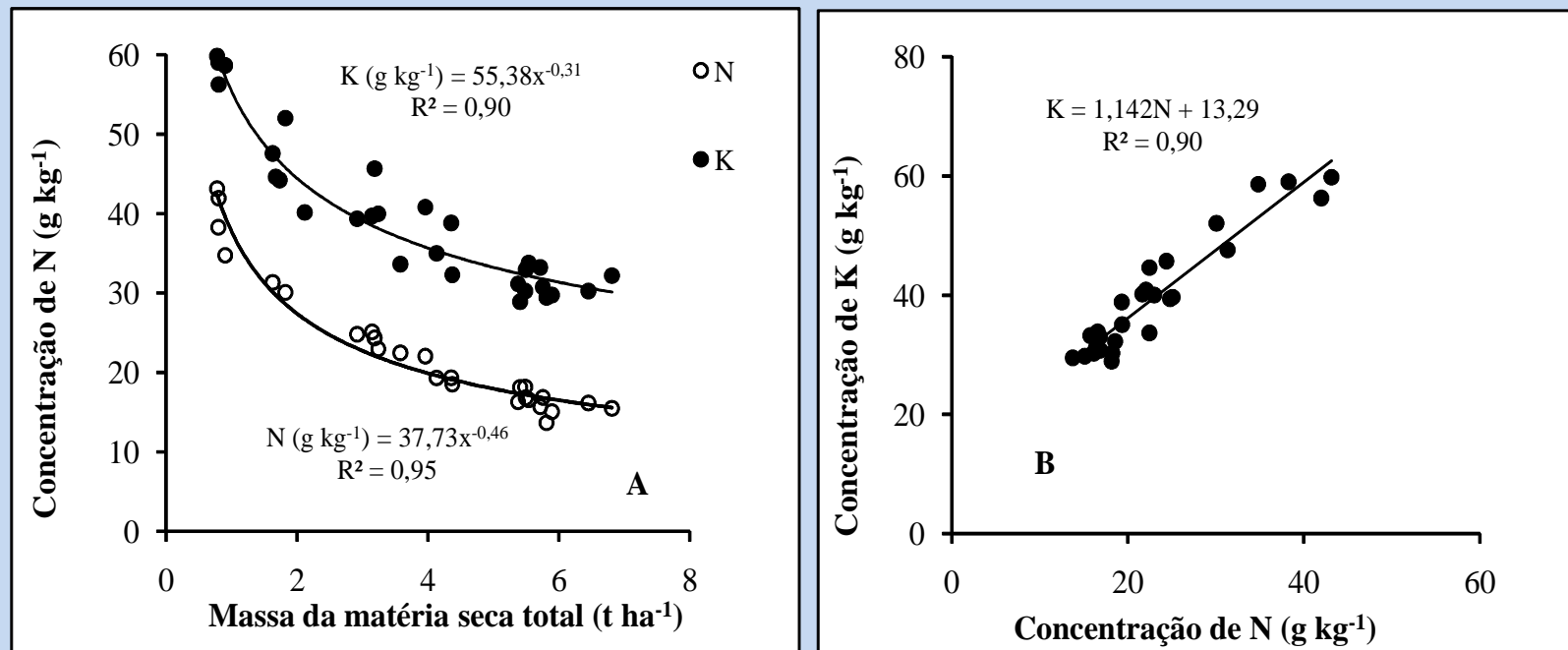


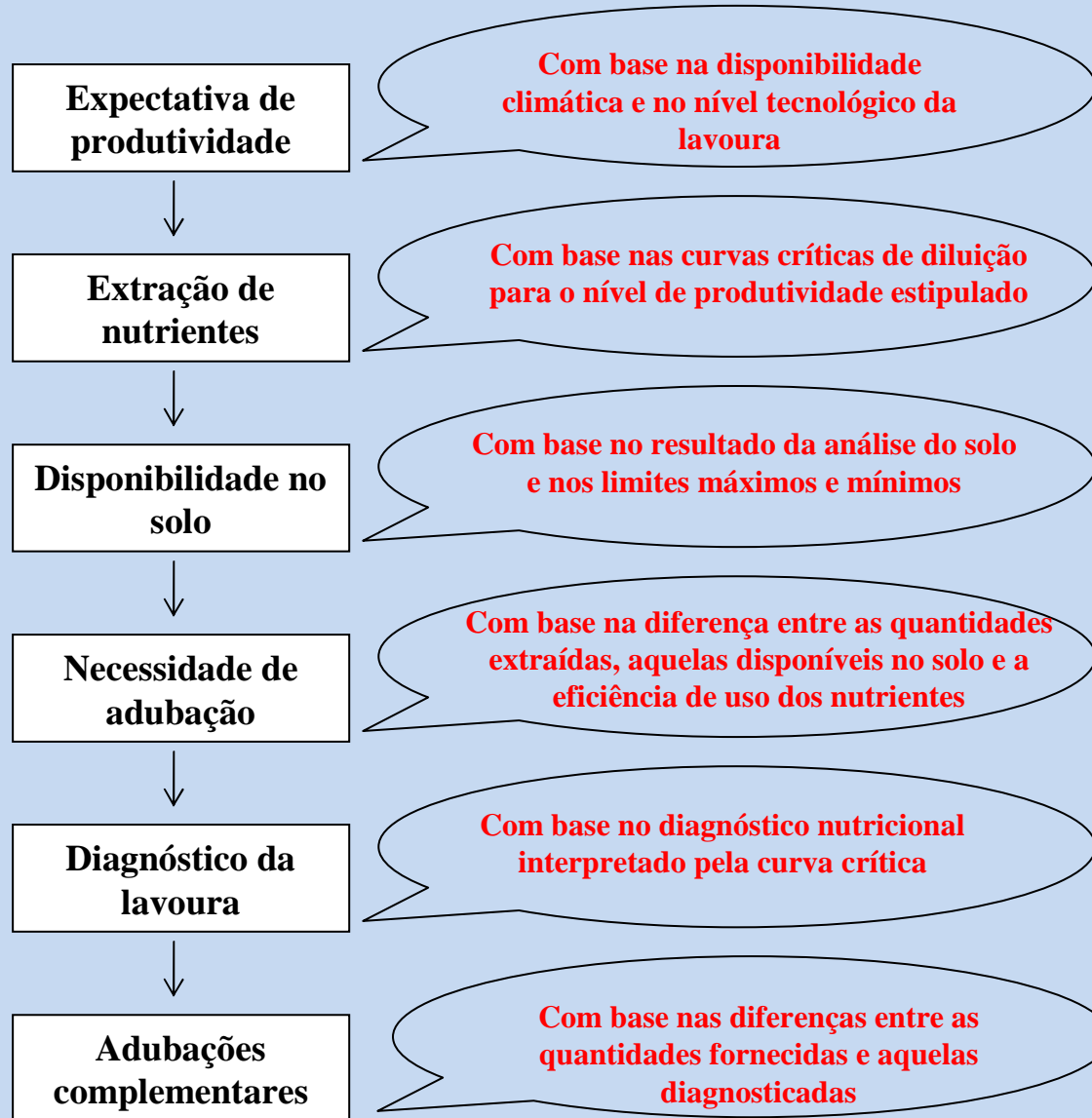
Figura 7. Curvas de diluição do K e do N (A) e relação entre as concentrações desses dois nutrientes (B) no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento de cultura de batata da cultivar Asterix (COGO et al., 2006).

Estratégia de adubação

Tabela 2. Quantidades de N e K extraídas pela cv. Asterix de batata para diferentes níveis de produtividade de tubérculos na safra de primavera no Sul do Brasil (COGO et al., 2006).

Produtividade (t ha ⁻¹)	Quantidades extraídas (kg ha ⁻¹)	
	Nitrogênio	Potássio
15	75,1	136,4
20	87,7	161,0
25	99,0	187,3
30	109,2	212,1
35	118,7	235,5
40	127,6	257,9
45	136,0	279,4
50	144,0	300,2
55	151,7	320,3
60	159,0	339,8

Estratégia de adubação



6. Perspectivas do diagnóstico nutricional

6.1. Análises de laboratório – somatório de obstáculos:

***Tecido: quarta folha, caule, pecíolo, limbo da folha recém madura;**

*** Idade fisiológica da lavoura;**

*** Época do ano: safra e safrinha;**

***Amostragem da lavoura;**

***Período de tempo entre a coleta da amostra e o recebimento do resultado da análise;**

***Tradução do resultado em dose de adubação;**

***Custo elevado.**

6.2. Diagnóstico em tempo *real*, diretamente na lavoura:

- *Simplicidade operacional;**

- *Eficiência de diagnóstico;**

- * Baixo custo;**

- * Resultados imediatos.**

Tabela 3. Concentração de alguns nutrientes em tecidos da planta da batata. (Adaptado de REIS JR. & MONNERAT, 2000).

Nutriente	Concentração (g kg ⁻¹)	Referência
	Folhas	
N	40	Walworth & Muniz (1993)
	45	Fontes (2001)
	Menos de 30 (Curva crítica)	Andriolo <i>et al.</i> (2006)
P	2,5	Walworth & Muniz (1993)
	5,7	Fontes (2001)
	3,5	Malavolta (1997)
K	25	Walworth & Muniz (1993)
	37-51	Sharma & Arora (1989)

Ampla variação nos resultados das análises de laboratório

Diagnóstico em tempo *real*, diretamente na lavoura:

Métodos	Operacionalização
1. Concentração de nitrato no pecíolo (PSNC)	Eletrodos de nitrato Faixas por coloração
2. Concentração de clorofila - SPAD	Clorofilômetro
3. Fluorescência da clorofila (polifenóis)	Sensores locais ou remotos
4. Radiação emitida pela lavoura	Sensores na lavoura Fotografias aéreas Imagens de satélite - GPS

a) Concentração de nitrato no pecíolo (PSNC)



Foto: GOFFART, J. P. et al. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past–Present–Future. *Potato Research*, v.51, p.355–383, 2008.

Concentração de nitrato no pecíolo (PSNC)

Simplicidade operacional com variações no diagnóstico:

***Amostragem da lavoura**

***Fase da lavoura/idade fisiológica da folha**

***Teor de água da planta**

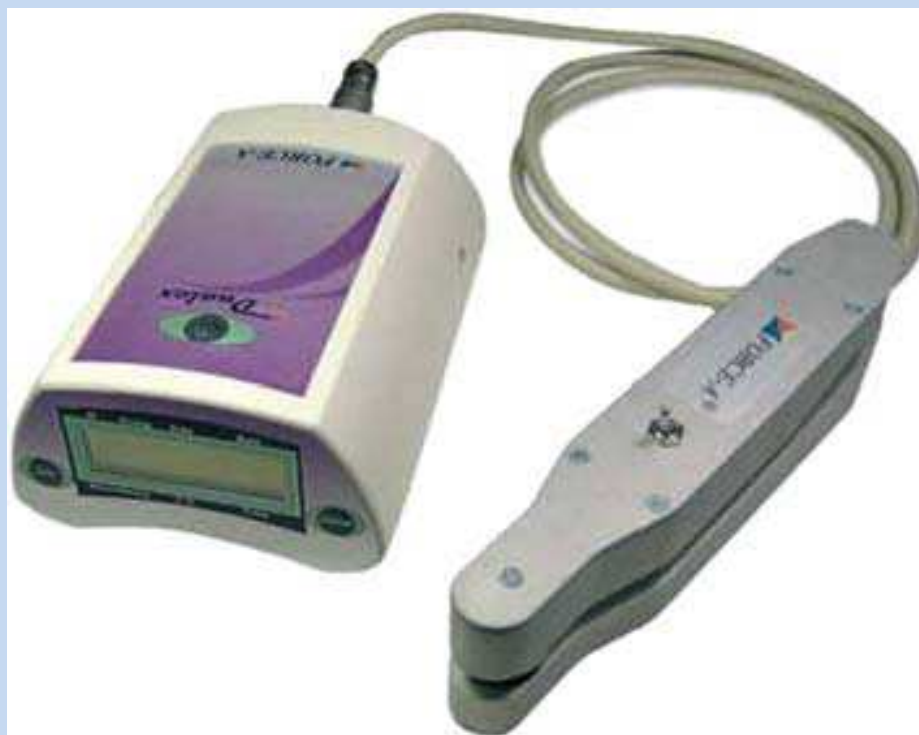
***Taxa de fotossíntese: N absorvido x N assimilado**

b) Concentração de clorofila na folha - SPAD



Fotos: GOFFART, J. P. et al. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past–Present–Future. *Potato Research*, v.51, p.355–383, 2008.

c) Fluorescência da clorofila (polifenóis)



Fotos: GOFFART, J. P. et al. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past–Present–Future. *Potato Research*, v.51, p.355–383, 2008.

d) Radiação emitida pela lavoura



Fotos: GOFFART, J. P. et al. Potato Crop Nitrogen Status Assessment to Improve N Fertilization Management and Efficiency: Past–Present–Future. *Potato Research*, v.51, p.355–383, 2008.

**Todos os métodos de diagnóstico em tempo
real necessitam ser calibrados com relação
à curva crítica**

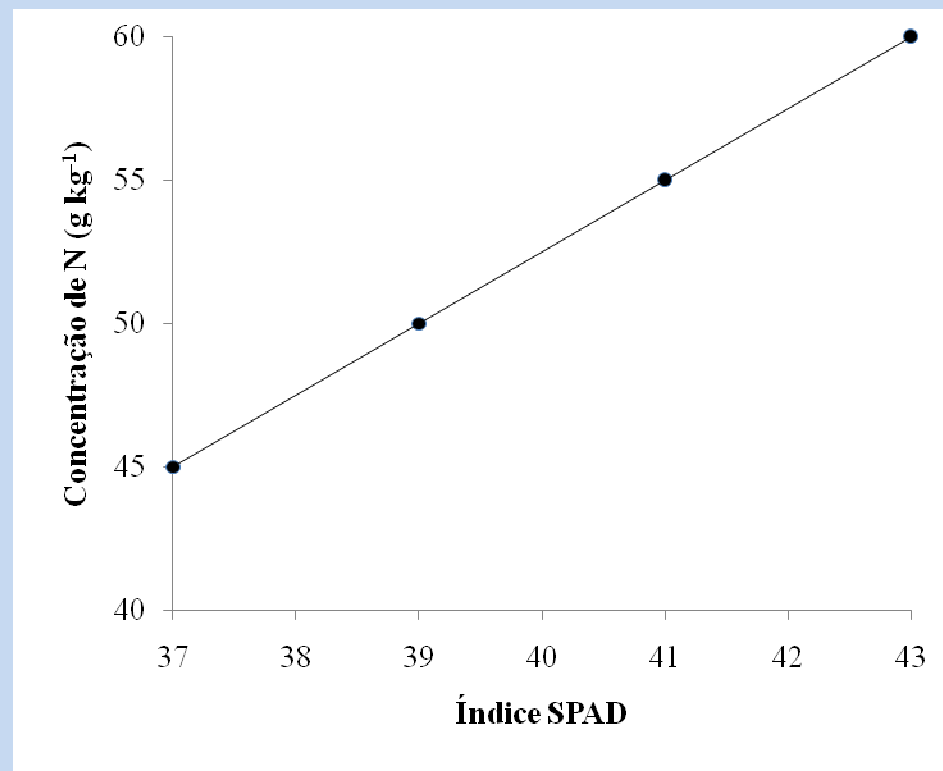


Figura 8. Relação entre o índice SPAD e o teor de N medido em folíolos de plantas jovens de batata. (Adaptado de GIL et al., 2002).

Em breve:

Adubação localizada em cada talhão

de lavoura, por agricultura de

precisão