

MANEJO NUTRICIONAL DA CEBOLA COM BASE EM CURVAS DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

CLAUDINEI KURTZ
Eng. Agrônomo, Dr.



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



INTRODUÇÃO

OBJETIVOS:

- **MÁXIMA EFICIÊNCIA ECONÔMICA**
- **QUALIDADE DOS PRODUTOS**
- **MENOR RISCO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL**

CURVAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

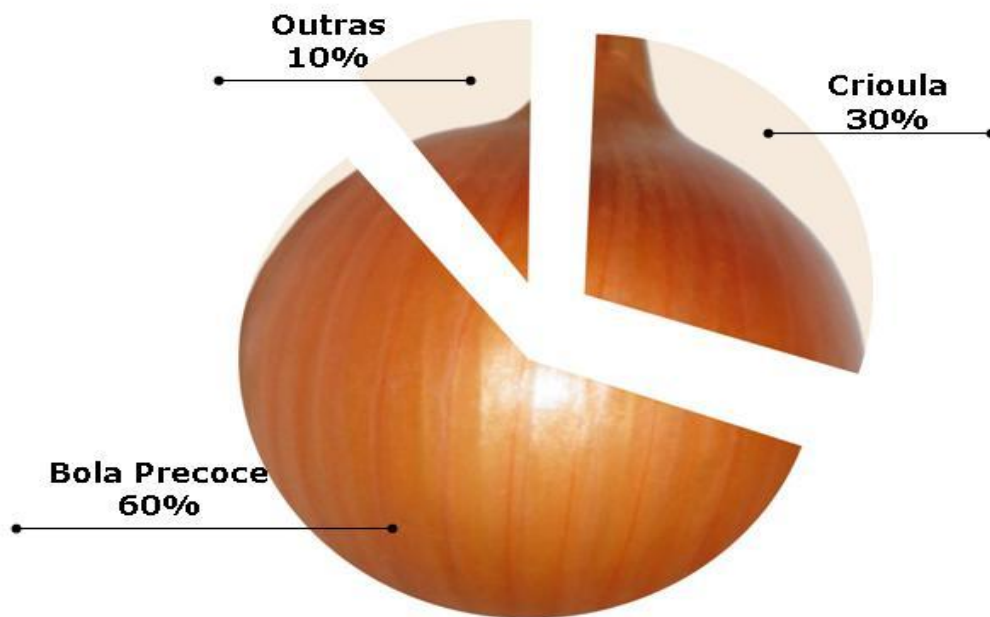
- Brasil existem poucos estudos gerando curvas de acúmulo de nutrientes
- Acúmulo de nutrientes acompanha acúmulo de MS
- **Indicam a taxa de absorção e exigência de nutrientes em cada fase de desenvolvimento das plantas**
- Hortaliças/cebola: alta exigência nutricional

CURVAS DE CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

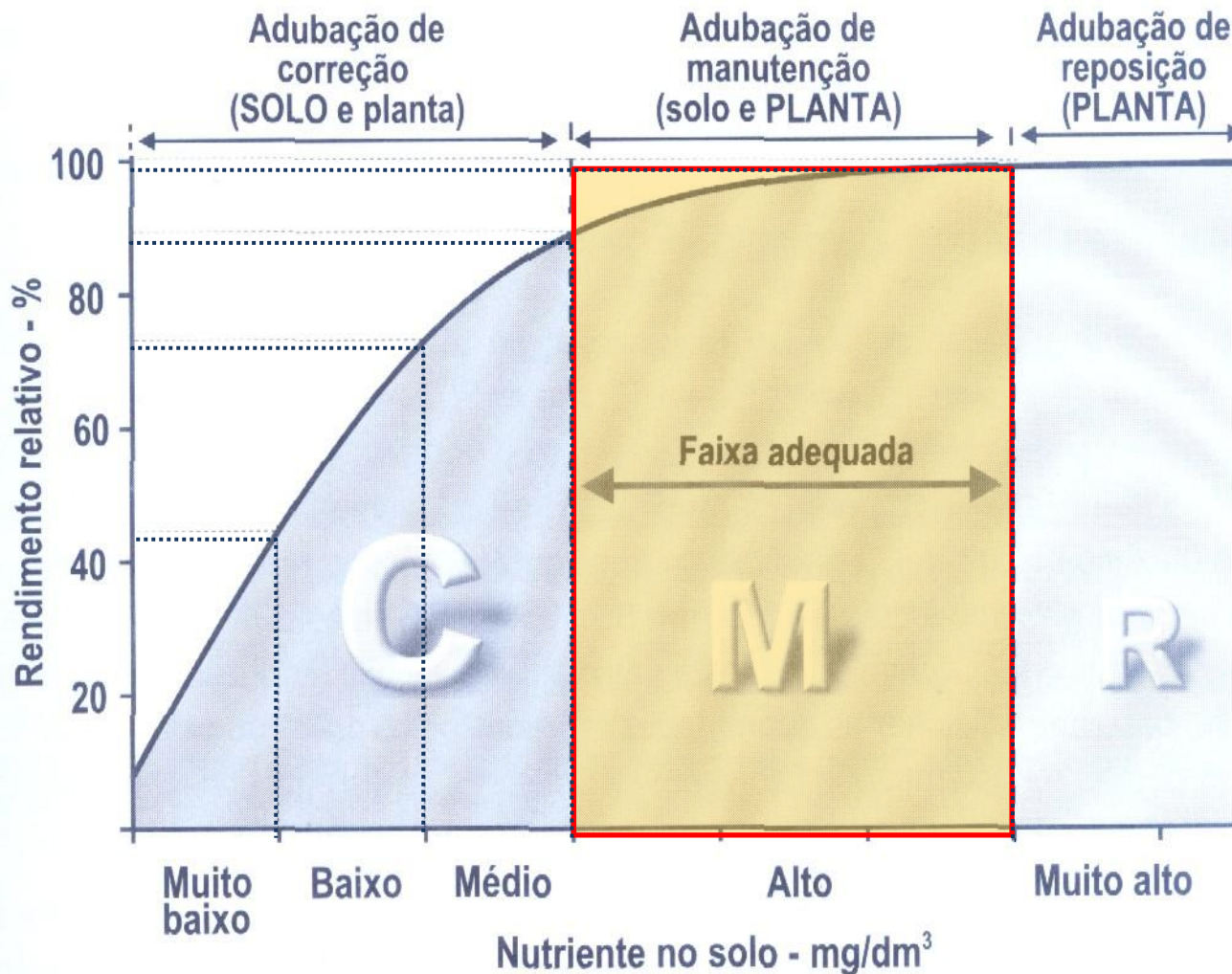
- Crescimento e absorção nutriente lento no início e intensifica a partir da metade do ciclo
- Determinação curva de absorção de nutrientes e o ajuste na recomendação aumenta eficiência de uso dos nutrientes
- As exigências nutricionais variam dependendo das condições de cultivo
- Partição dos nutrientes na planta (parte aérea/bulbo)

CICLO x CULTIVARES

- **SUL:** Predomínio de cultivares polinização aberta com ciclo precoce e médio
- **Epagri 352-Bola Precoce:** mais cultivada
- **Ciclo das cultivares semelhantes:** muda somente a época de plantio e de colheita
- **SUDESTE, CENTRO-OESTE E NORDESTE:** diferenças de ciclos

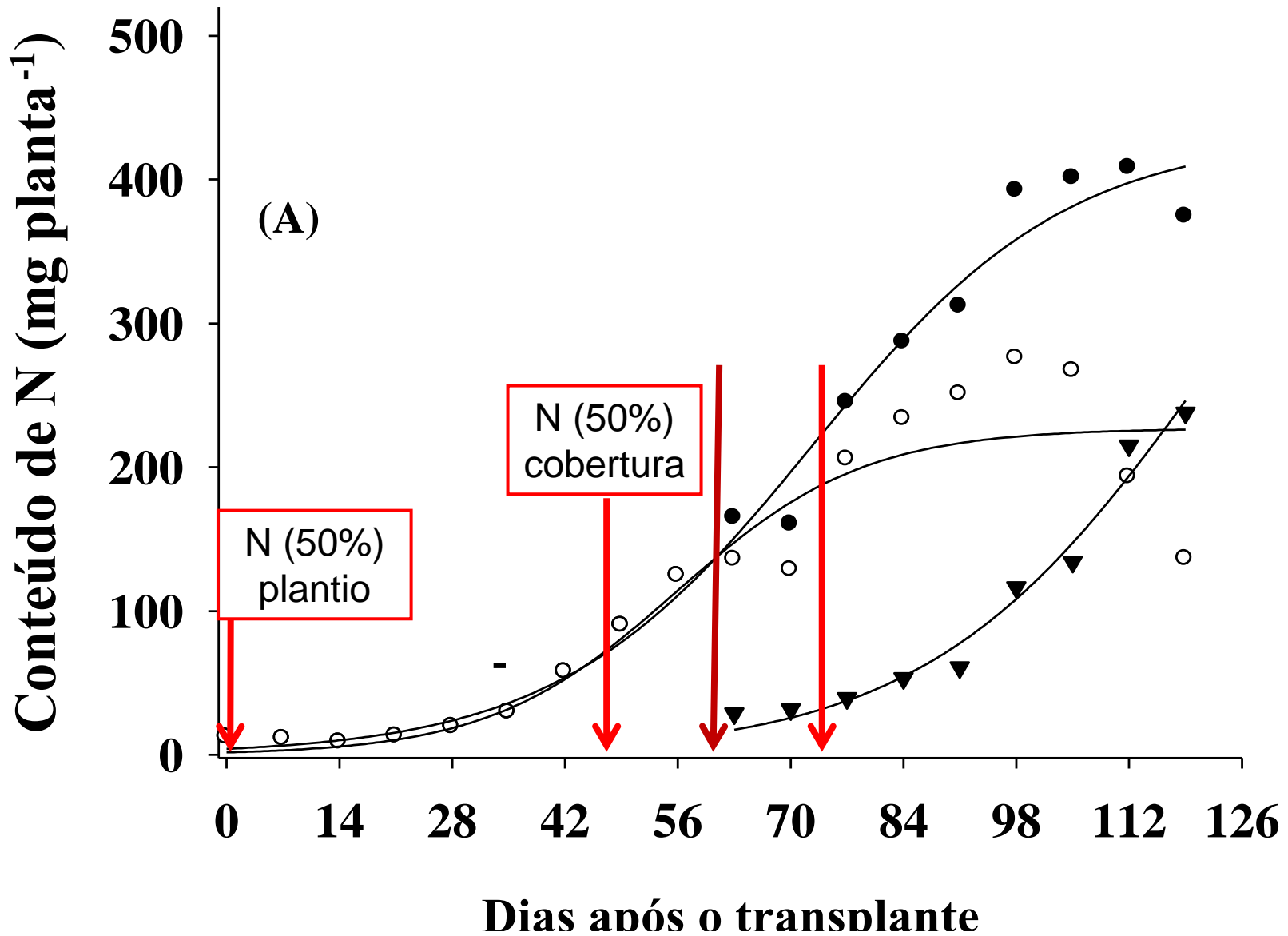


ADUBAÇÃO



Relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo e as indicações de adubação para cada faixa de teor no solo (adaptado de Gianello & Wiethölter, 2004).

ÉPOCA DE ADUBAÇÃO (até 2016)



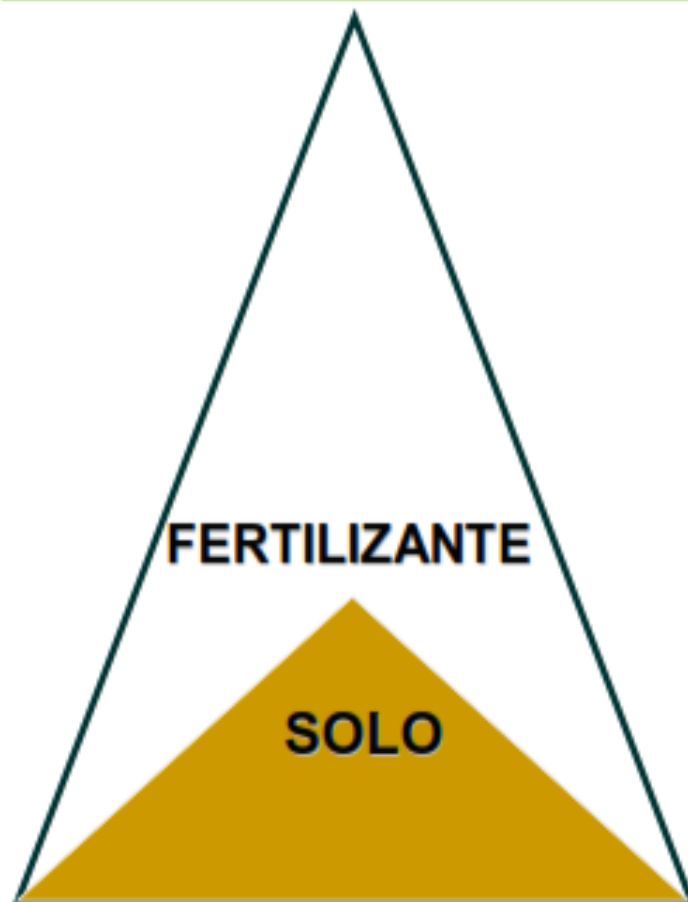
**AVALIAÇÃO DO ESTADO
NUTRICIONAL**



**NECESSIDADE
DA PLANTA**

**NUTRIÇÃO MINERAL DE
PLANTAS**

**FERTILIZANTES E
CORRETIVOS**



FERTILIZANTE

SOLO

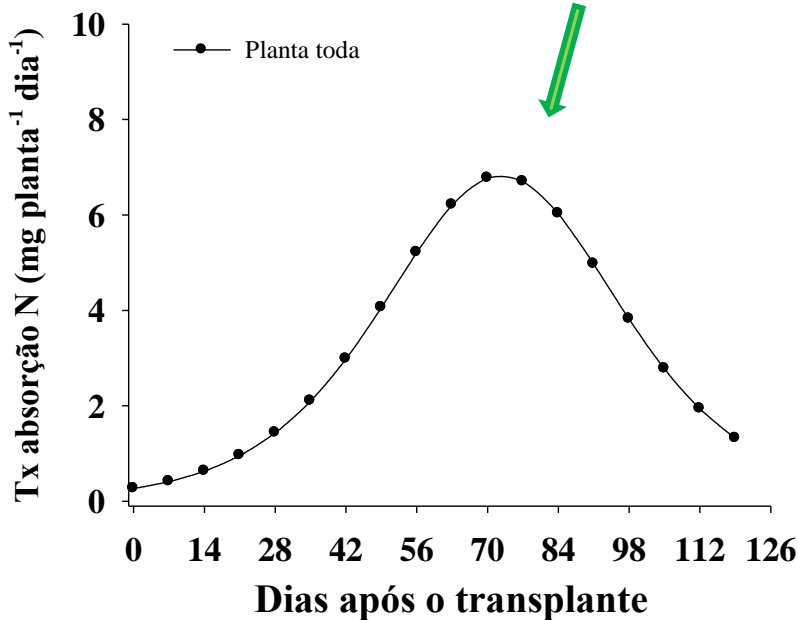
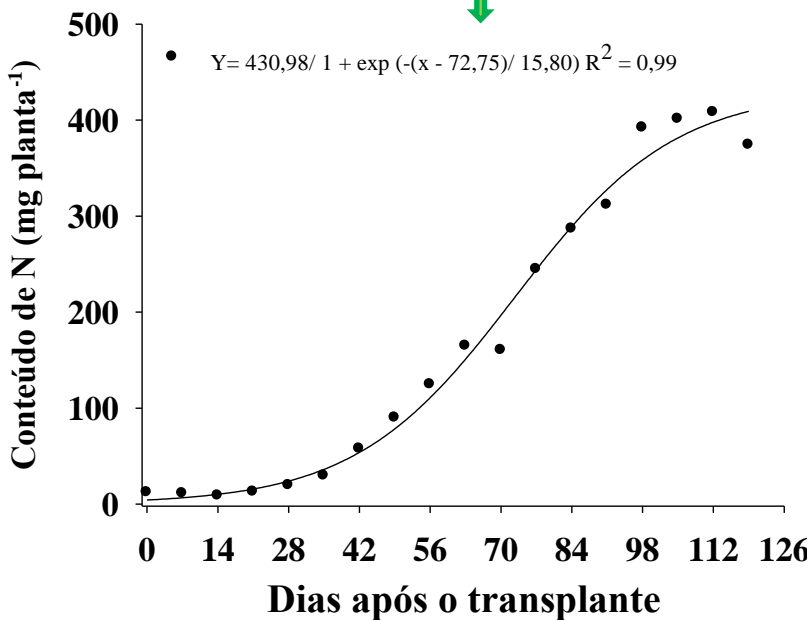
**FERTILIDADE DO
SOLO**

Determinação curvas de absorção:

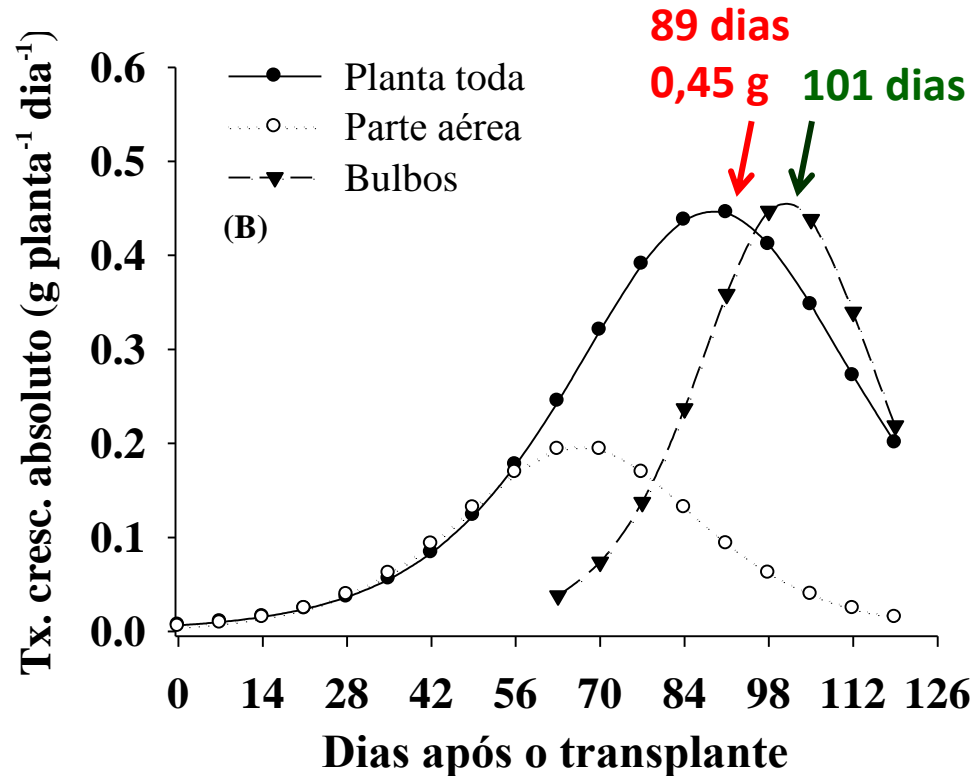
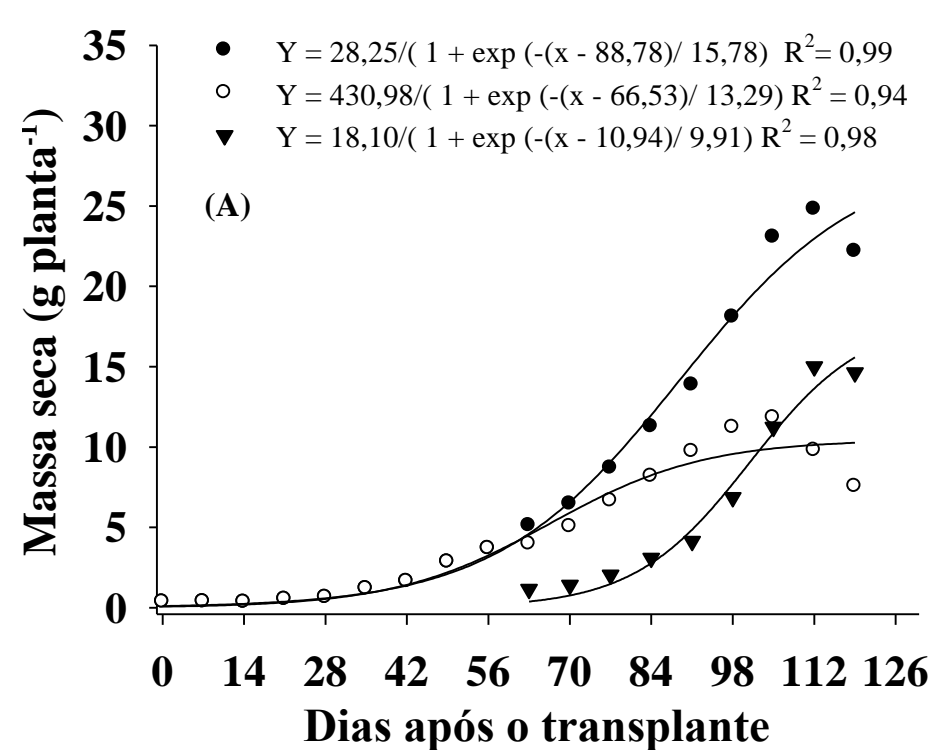
- Taxa de crescimento absoluto
- Acúmulo de massa seca e nutrientes
- Taxa de absorção diária dos nutrientes.

Obtidas pela derivada primeira da equação ajustada:

$$y = a/(1+\exp(-(x-x_0)/b)) \longrightarrow \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{a}{1 + e^{\frac{-x+x_0}{b}}} \right) = \frac{a e^{\frac{x+x_0}{b}}}{b \left(e^{\frac{x}{b}} + e^{\frac{x_0}{b}} \right)^2}$$

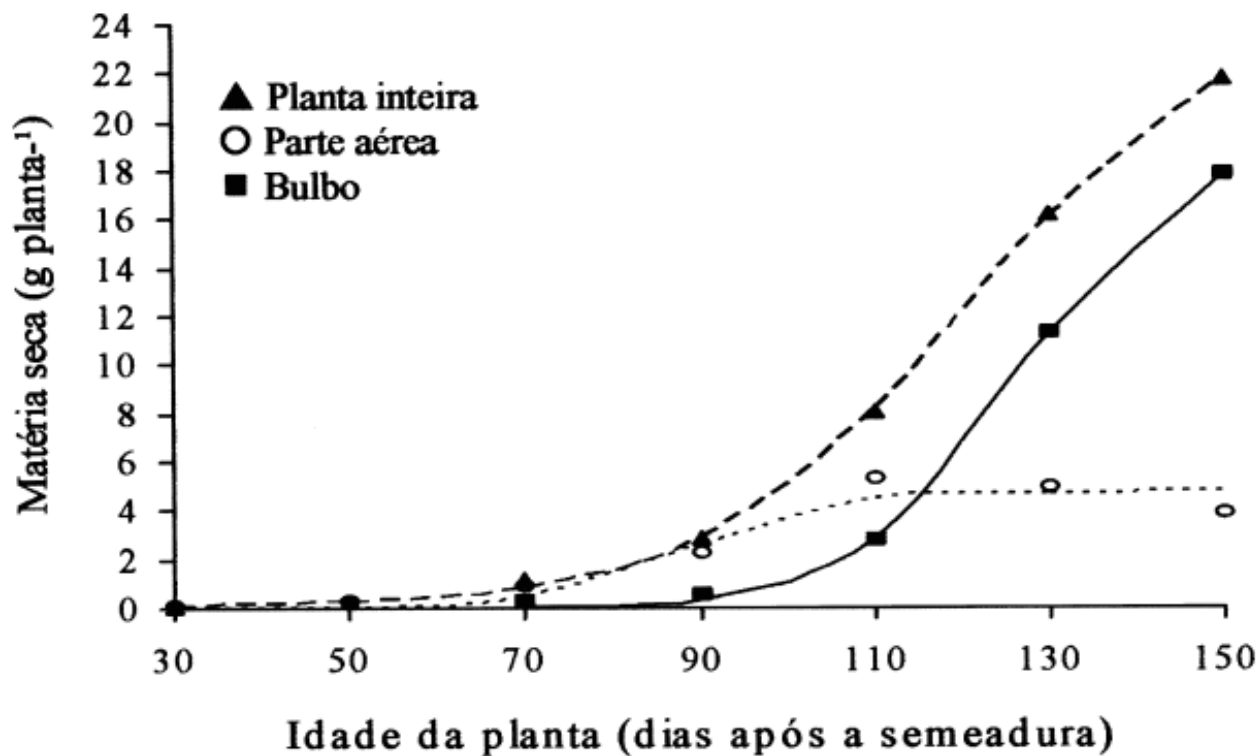


ACÚMULO DE MASSA SECA (A) E TAXA DE CRESCIMENTO (B) DA CEBOLA (cv. Bola Precoce)



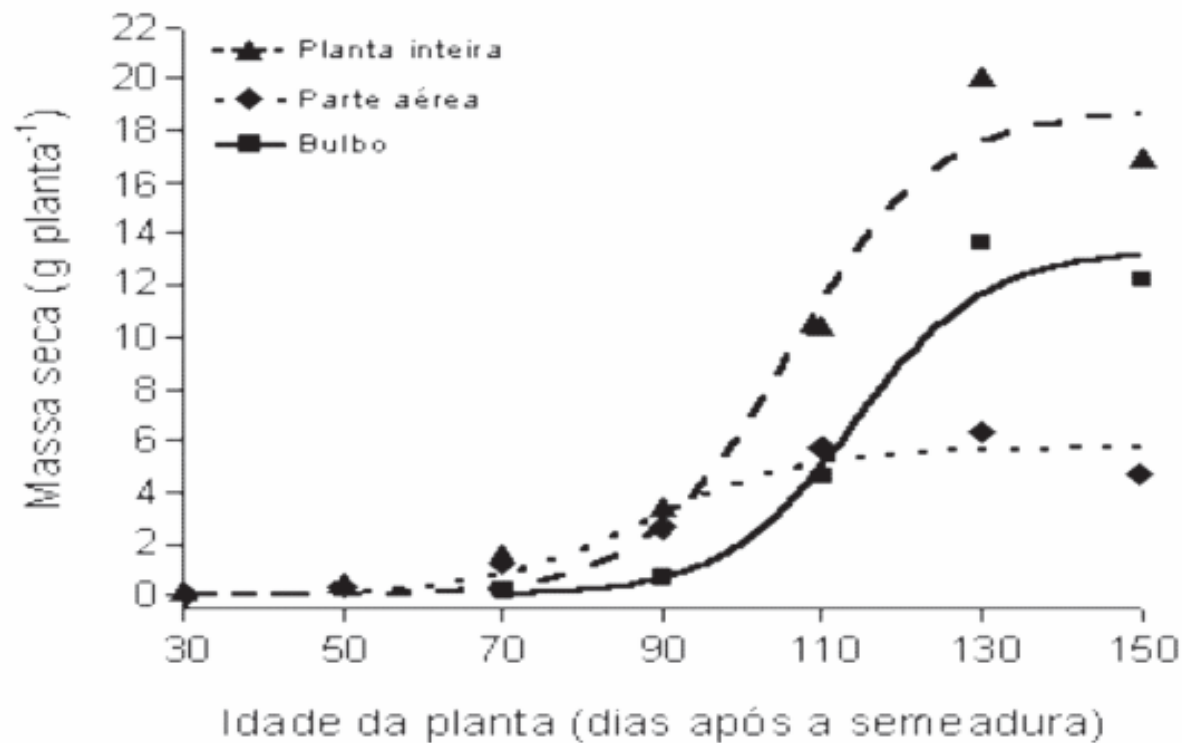
(Kurtz, 2015)

ACÚMULO DE MASSA SECA (cv. Superex)



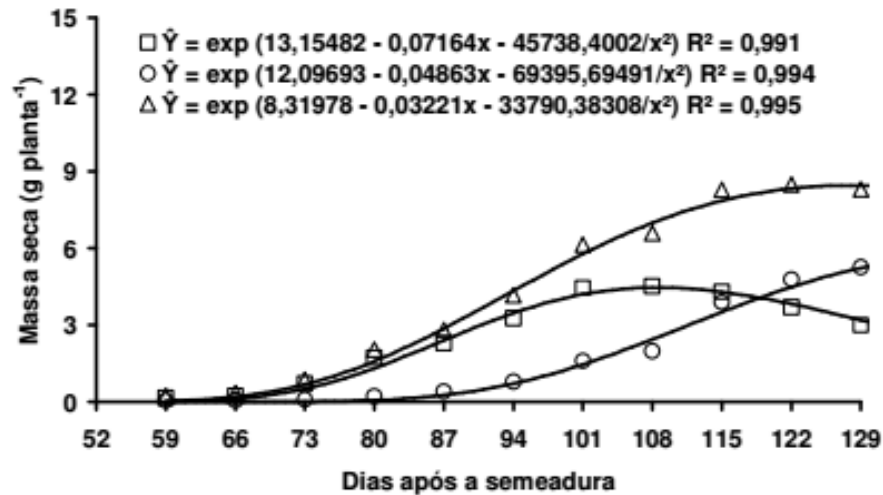
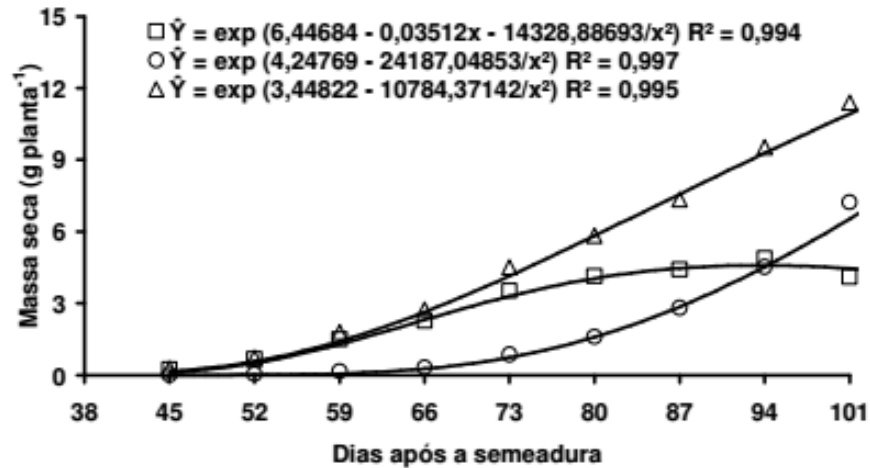
(Pôrto et al., 2007)

ACÚMULO DE MASSA SECA (cv. Optima)



(Pôrto et al., 2006)

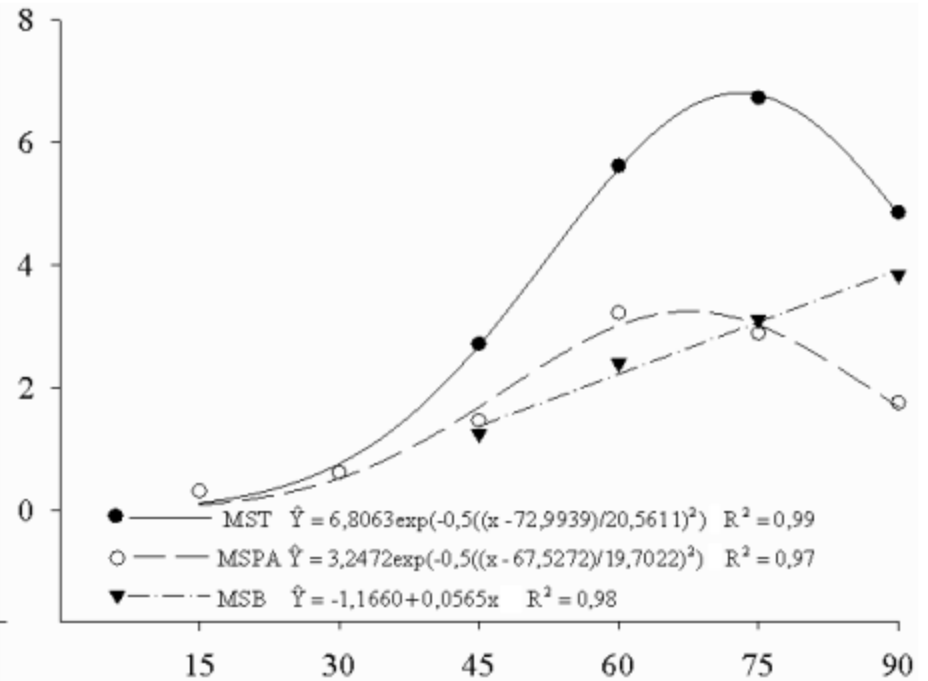
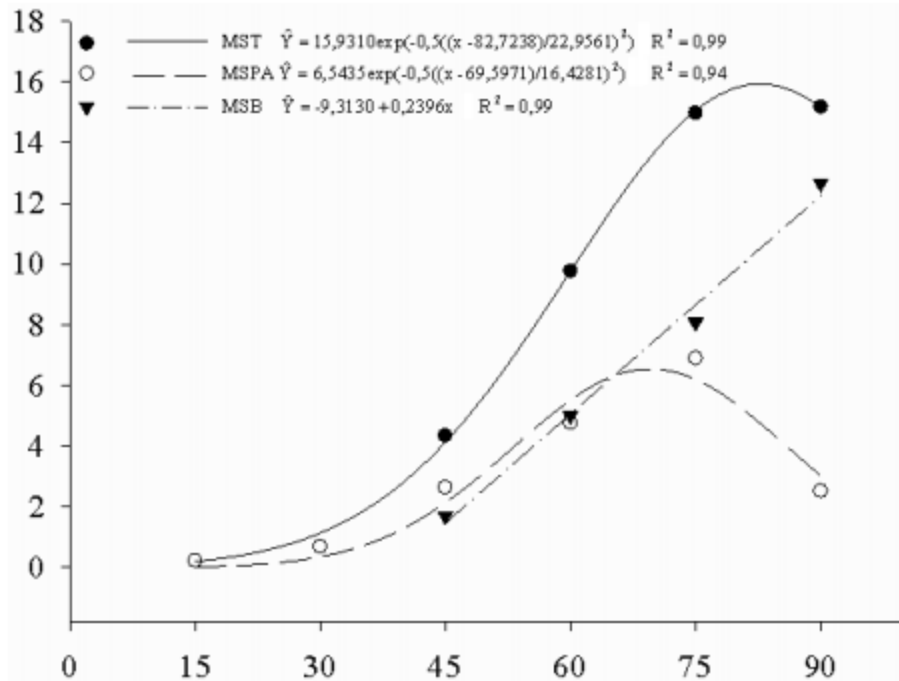
ACÚMULO DE MASSA SECA (A) E TAXA DE CRESCIMENTO (B) DA CEBOLA (Alfa Tropical)



(Vidigal et al., 2010)

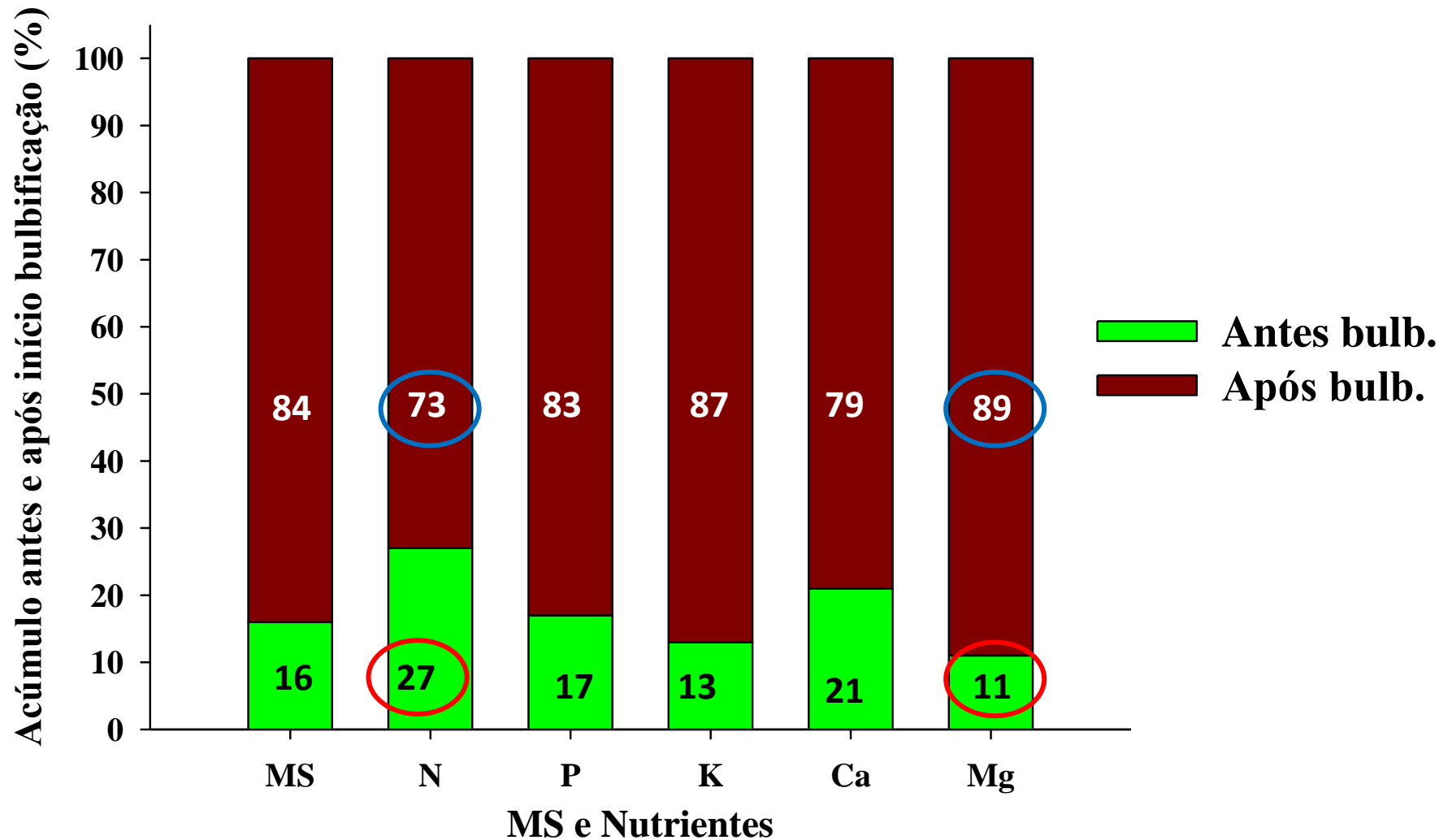
ACÚMULO DE MASSA SECA

(cv. cultivares IPA 11 e Texas Grano 502 – Petrolina)



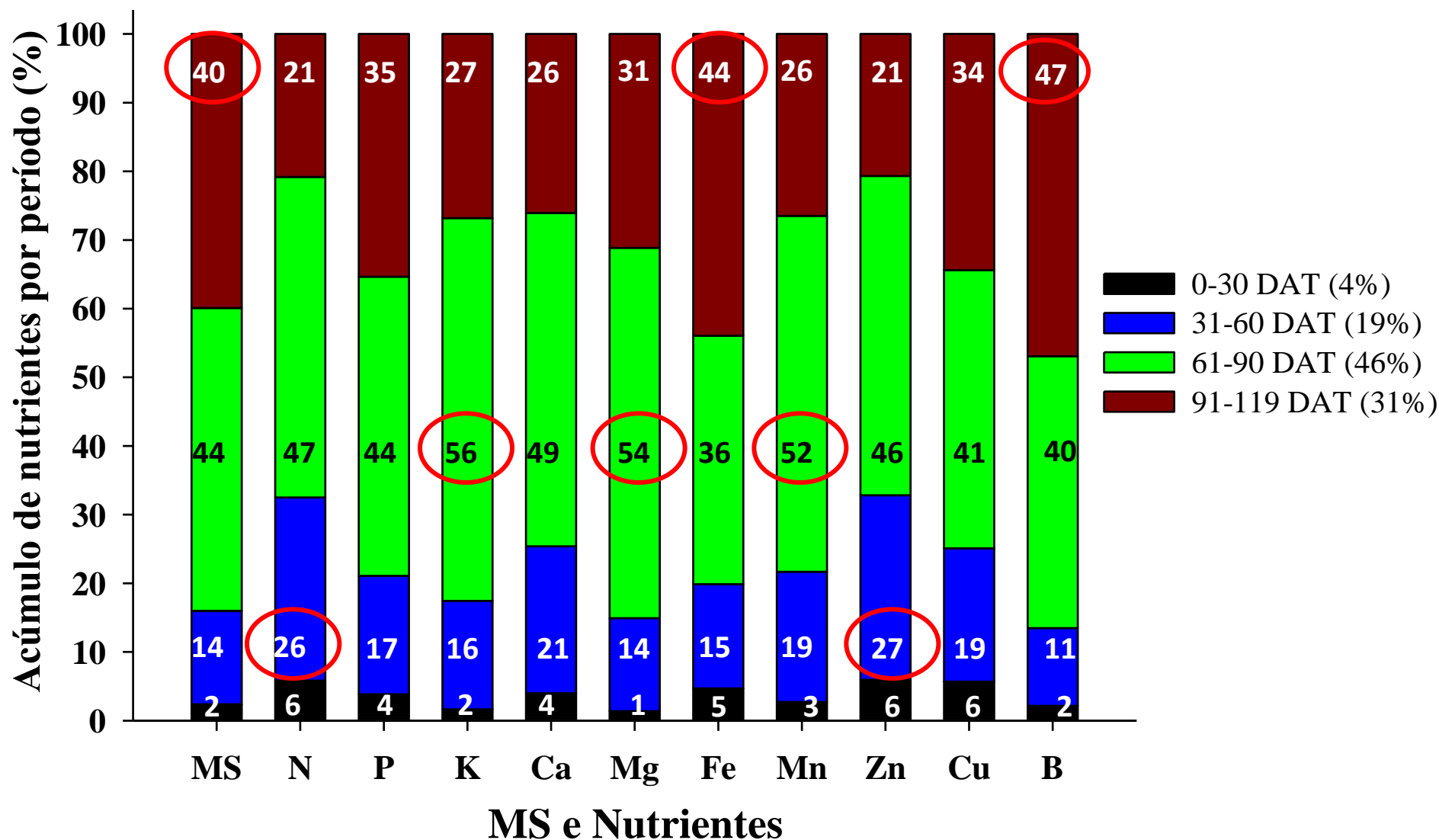
(Aguiar Neto et al., 2013)

Acúmulo de macronutrientes antes (0-58 DAT) e após o início da bulbificação (59-119 DAT - Bola Precoce)



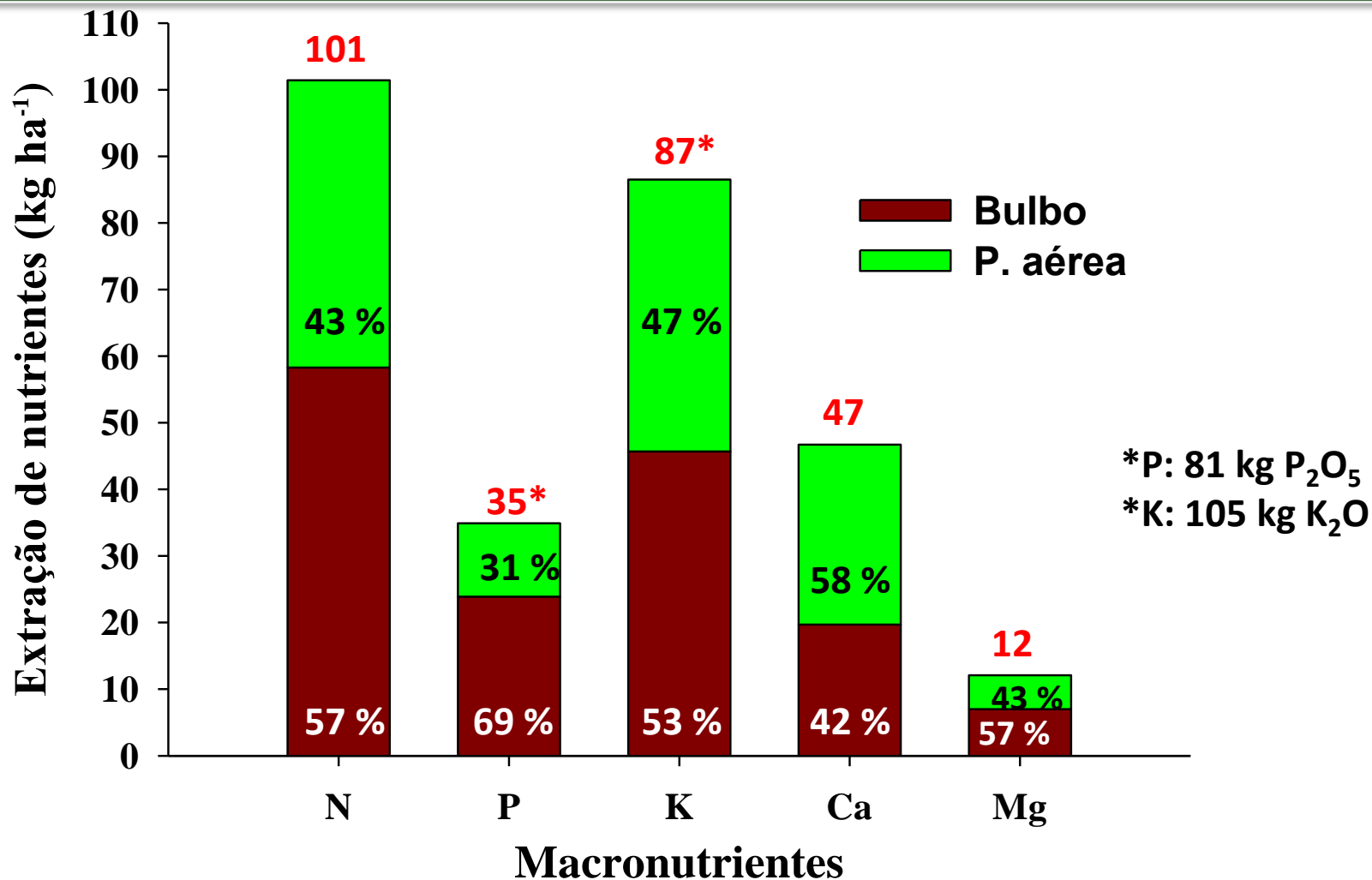
(Kurtz, 2015)

Acúmulo proporcional de MS e nutrientes durante quatro fases do ciclo (0-30; 31-60; 61-90 e 91-119 DAT)



Extração de macronutrientes cv. Bola Precoce

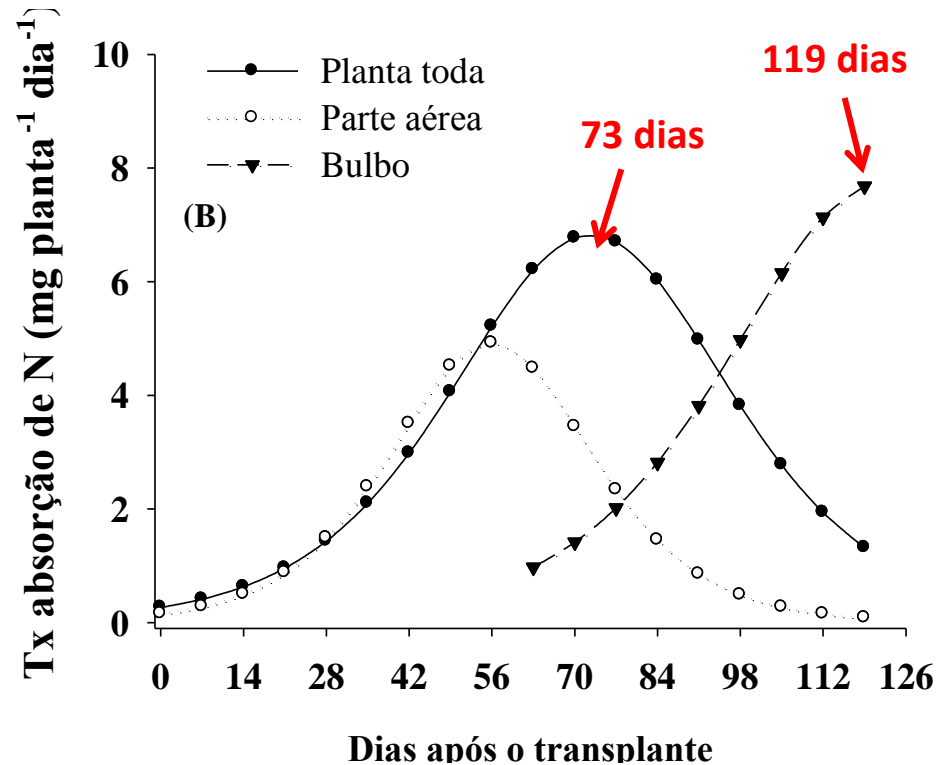
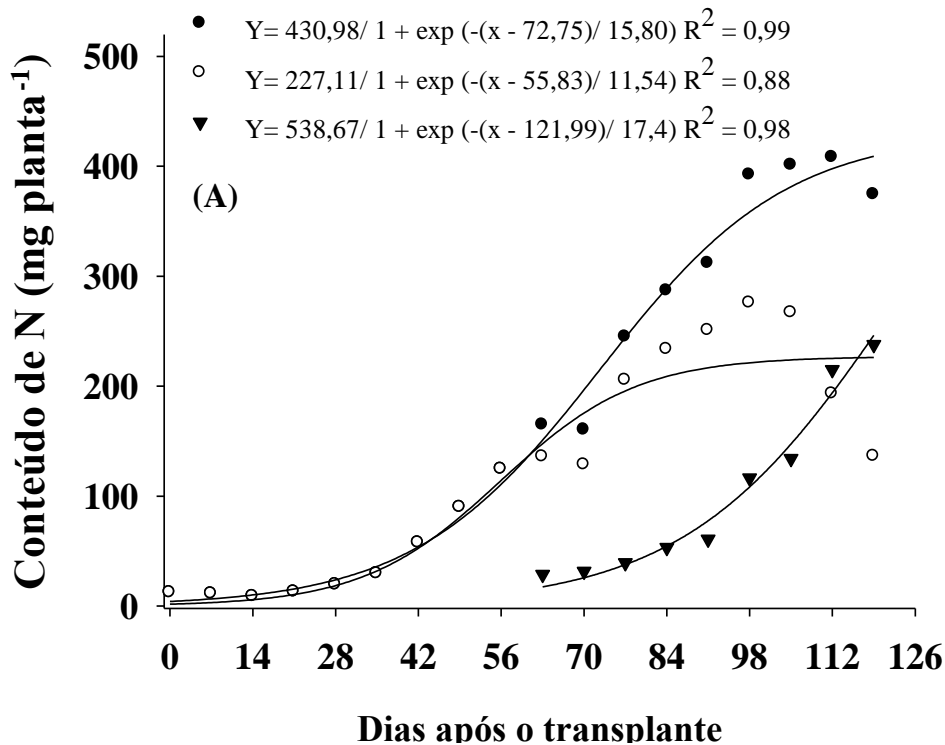
Rendimento: 37,34 t ha⁻¹



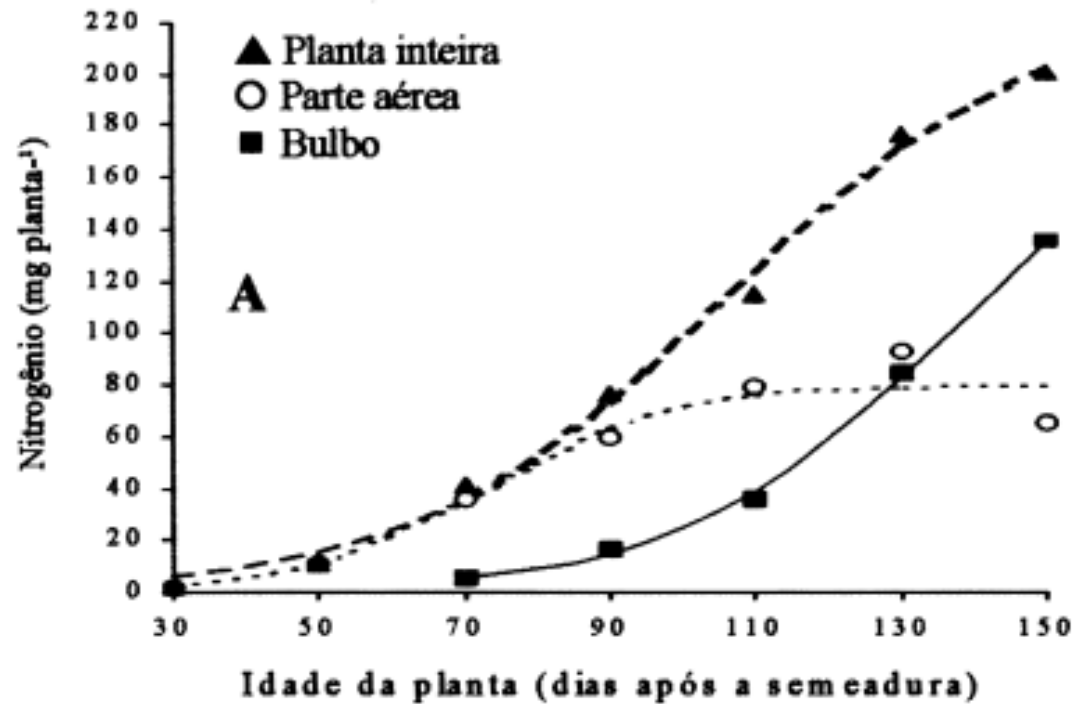
(Kurtz, 2015)

RESULTADOS DE PESQUISA E MANEJO DO NITROGÊNIO

Conteúdo e taxa de absorção diária de N (Bola Precoce)

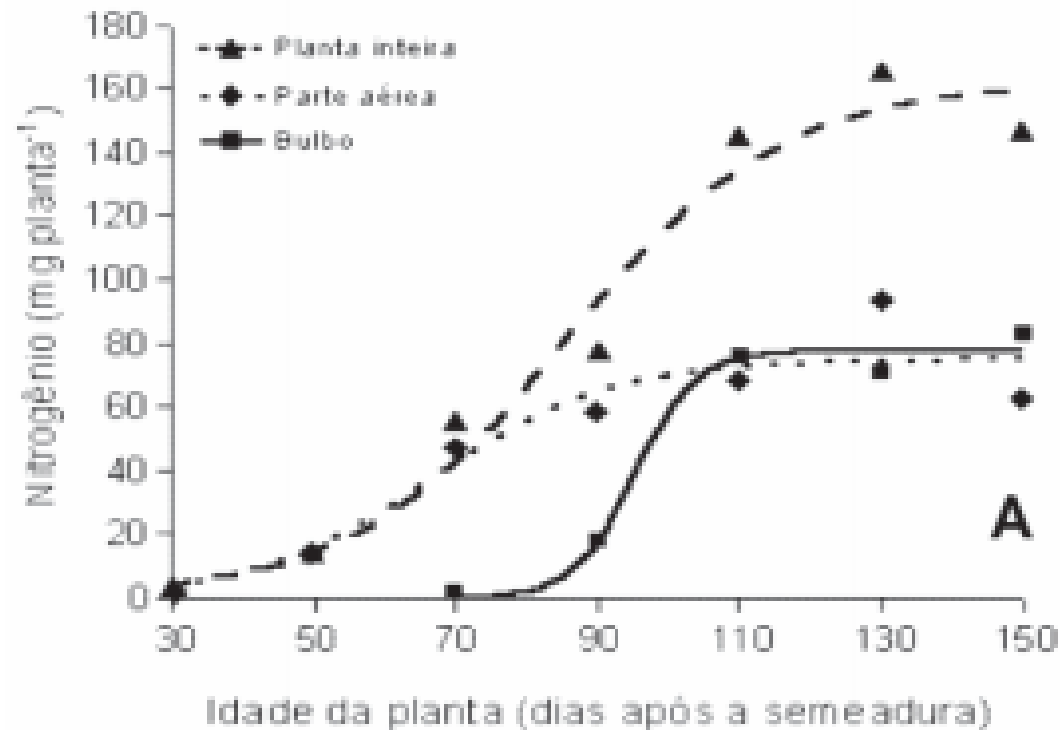


Conteúdo e taxa de absorção diária de N (Superex)



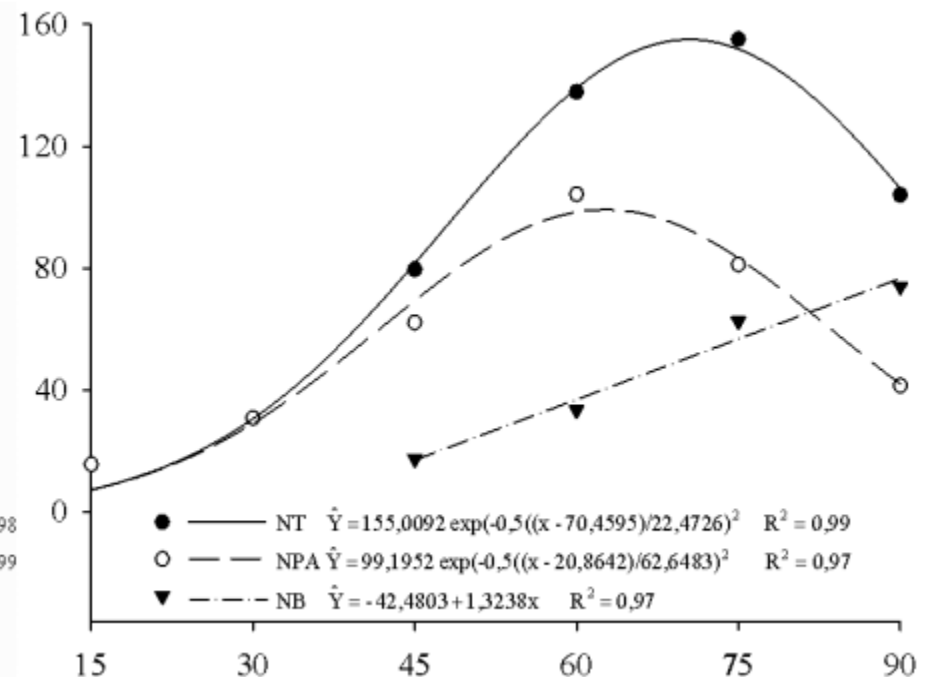
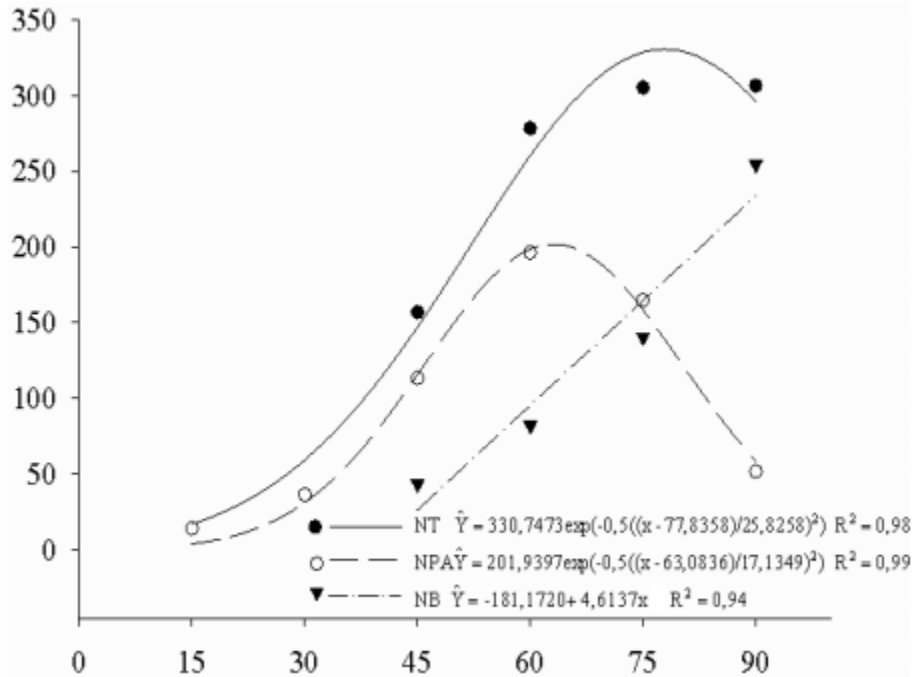
(Pôrto et al., 2007)

Conteúdo e taxa de absorção diária de N (Optima)



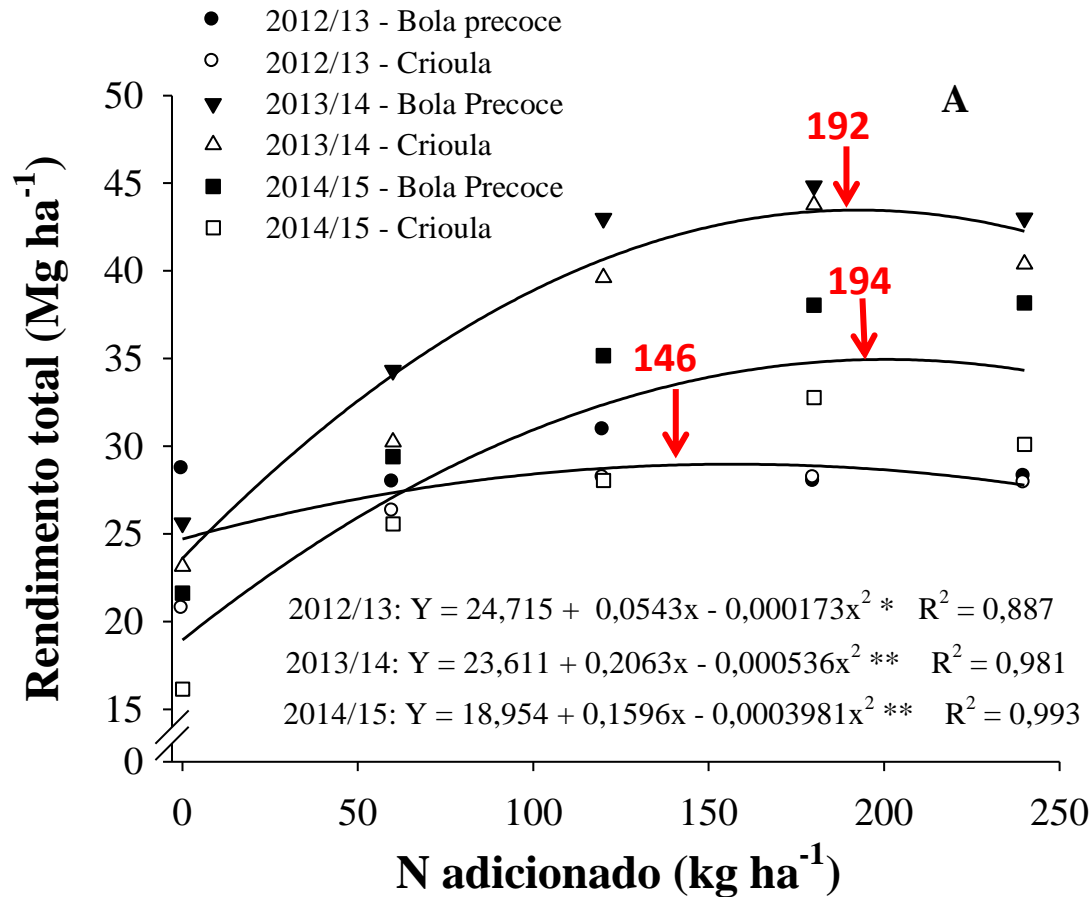
(Pôrto et al., 2006)

Acúmulo de N (cv. cultivares IPA 11 e Texas Grano 502 – Petrolina)



(Aguiar Neto et al., 2013)

Rendimento de cebola em função da dose de N em sistema de Semeadura Direta



(Kurtz et al., 2015)

Rendimento total das cultivares de cebola cvs. Bola Precoce e Crioula nas safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15, em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio.

Recomendação de N para cebola (Sul)

Teor de matéria orgânica	Nitrogênio
%	kg de N/ha
≤ 2,5	120
2,6 – 5,0	100
> 5,0	≤80

Para a expectativa de rendimento maior do que 30 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 4 kg de N/ha por tonelada adicional de bulbos a serem produzidos.

Adicionar 15 % da dose no plantio e o restante da dose dividir em pelo menos três parcelas de 25, 35 e 25 % da dose em cobertura aos 35, 60 e 85 dias após o transplante. Preferencialmente usar parte da adubação de fontes orgânicas.

Para o sistema de semeadura direta (semeadura em área definitiva) acrescentar 20 % para as doses indicadas na tabela acima, aplicando-se 20 kg/ha na semeadura e o restante da dose dividir em pelo menos quatro aplicações em cobertura aos 45, 80, 110 e 140 dias após a semeadura.

ÉPOCA ADUBAÇÃO COBERTURA SISTEMA DE TRANSPLANTE



0 15 30 45 60 75 90 105 120



**Adubação
Plantio
(15%)**



**35 DAT
1ª Cobertura
(25%)**

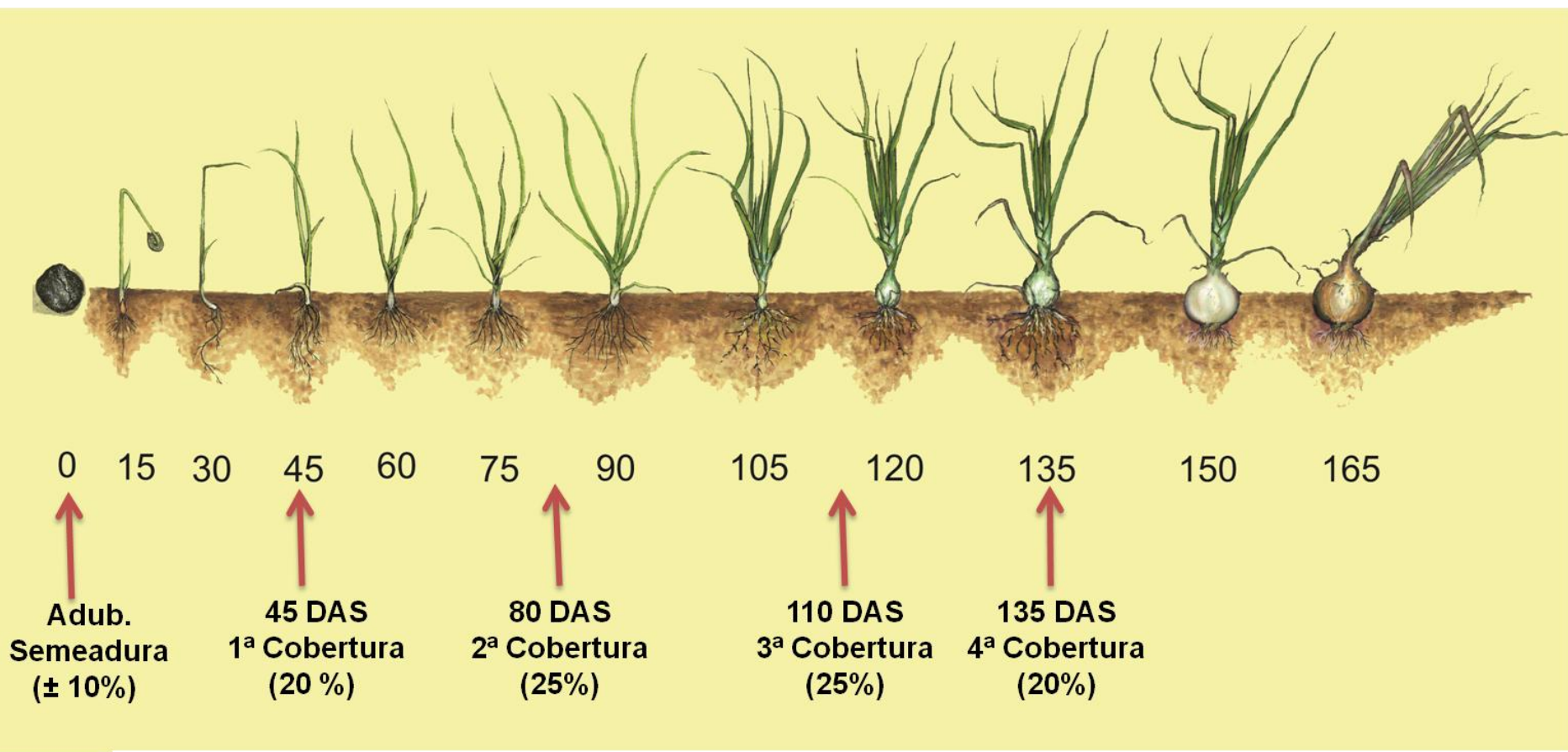


**60 DAT
2ª Cobertura
(35%)**



**85 DAT
3ª Cobertura
(25%)**

ÉPOCA ADUBAÇÃO COBERTURA SISTEMA SEM. DIRETA



Perda em pós-colheita de cebola em função da dose e parcelamento de nitrogênio – Safra 2008/09 (P. Direto)

Dose de N kg/ha ⁻¹	-----Parcelamento-----			Média
	Base +1	Base +2	Base +3	
0	8,6 A	13,1 A	8,1 A	9,9 **
50*	18,5 A	8,0 B	10,6 B	12,4
100*	25,1 A	23,9 AB	15,0 B	21,3
200	24,2 A	24,7 A	27,9 A	25,6
Média	19,1	17,4	15,4	

Base+1: 25% no transplante e 75%, 45 dias após (DAT);

Base + 2: 25% no transplante e 37,5%, 45 DAT e 37,5%, 75 DAT;

Base + 3: 25% no transplante e 25%, 30 DAT ,25%, 60 DAT e 25%, 90 DAT;

* Melhores doses. ** Significativo análise regressão

Avaliação 13/04/2009

Rendimento de cebola em função da dose e parcelamento de nitrogênio – Safra 08/09 (P. direto)

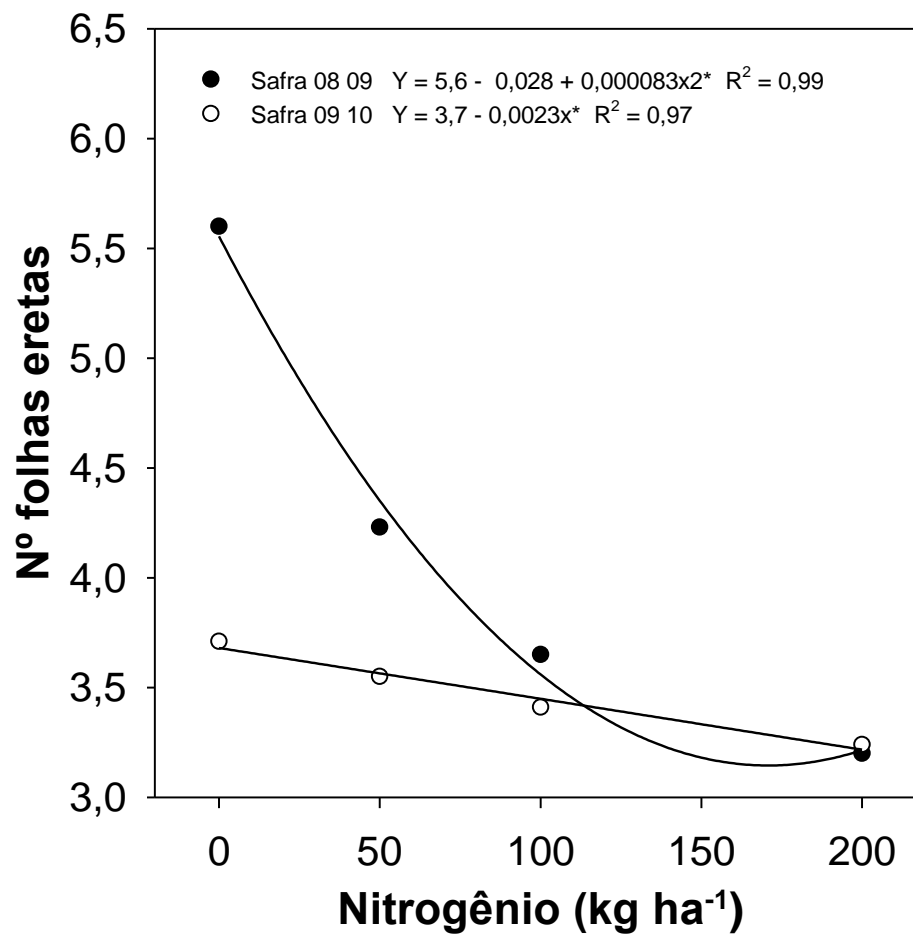
-----Parcelamento-----				
Dose de N	Base +1*	Base +2	Base +3	Média
kg/ha ⁻¹	----- t/ha -----			
0	31,0	30,3	33,3	31,5
50	39,3	40,0	38,4	39,2
100	41,1	40,1	41,8	41,0
200	41,6	38,0	39,9	39,8
Média	38,3 A	37,1 A	38,4 A	

Base+1: 25% no transplante e 75%, 45 dias após (DAT);

Base + 2: 25% no transplante e 37,5%, 30 DAT e 37,5%, 60 DAT;

Base + 3: 25% no transplante e 25%, 30 DAT ,25%, 60 DAT e 25%, 90 DAT;

ARQUITETURA DAS PLANTAS



Folhas de cebola tortas e quebradas em função da dose e parcelamento de nitrogênio – Safra 2008/09

Dose de N kg/ha ⁻¹	-----Parcelamento-----			Média
	Base +1	Base +2	Base +3	
	----- folhas/pl -----			
0	1,7	2,1	2,3	2,0 *
50	4,2	3,4	3,0	3,5
100	5,0	5,0	3,4	4,5
200	5,1	4,7	3,5	4,4
Média	4,8 A	4,4 A	3,3 B	

Base+1: 25% no transplante e 75%, 45 dias após (DAT);

Base + 2: 25% no transplante e 37,5%, 45 DAT e 37,5%, 75 DAT;

Base + 3: 25% no transplante e 25%, 30 DAT ,25%, 60 DAT e 25%, 90 DAT;

Altura de plantas em função do parcelamento de nitrogênio – Safra 2008/09

-----Parcelamento-----

Base +1

Base +2

Base +3

Altura de Plantas
(cm)

70,7 A

68,6 AB

66,6 B

Base+1: 25% no transplante e 75%, 45 dias após (DAT);

Base + 2: 25% no transplante e 37,5%, 45 DAT e 37,5%, 75 DAT;

Base + 3: 25% no transplante e 25%, 30 DAT ,25%, 60 DAT e 25%, 90 DAT;

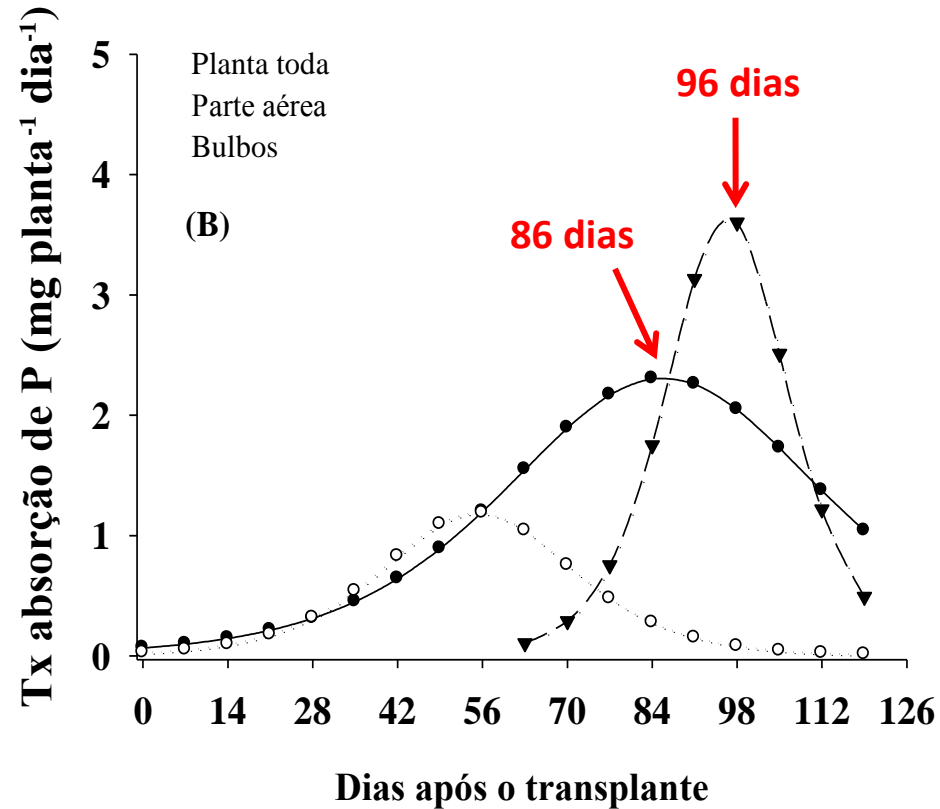
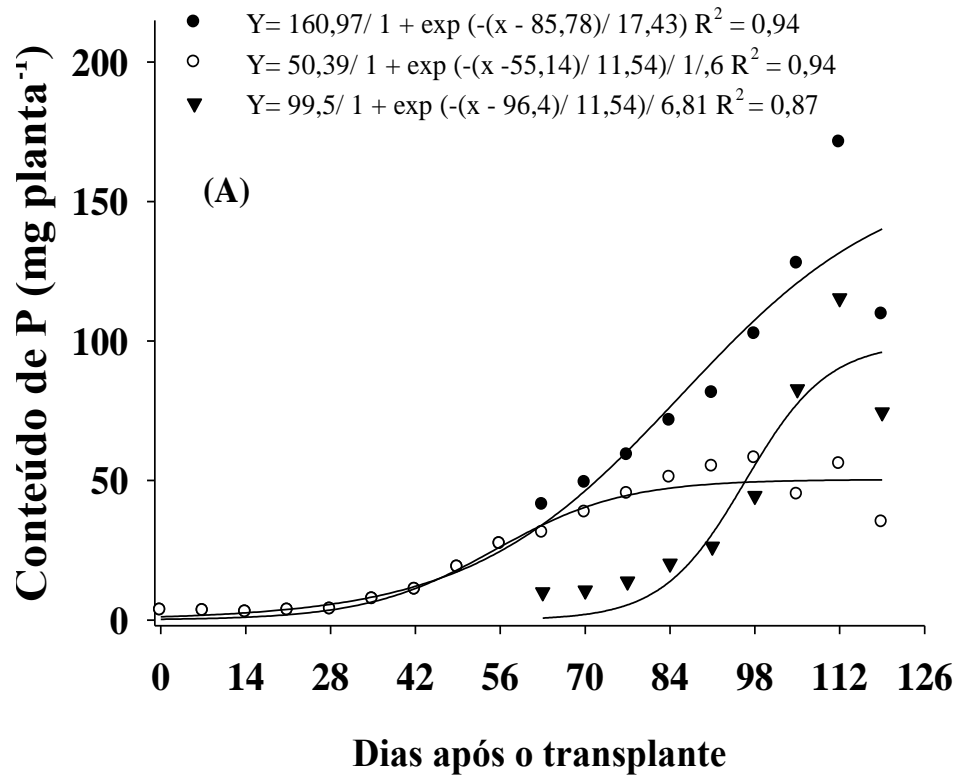
Efeito do parcelamento

Variáveis	-----Parcelamento-----		
	Base +1	Base +2	Base +3
Rendimento (t ha ⁻¹)	32,2 n.s.	33,4	31,4
Peso bulbos (g)	163 n.s.	173	164
Ca foliar (%)	0,60 B	0,65 AB	0,66 A
Mg foliar (%)	0,24 B	0,26 AB	0,28 A
N foliar (%)	3,34 n.s.	3,53	3,52
K foliar (%)	2,38 n.s.	2,38	2,39

FÓSFORO

- **Eficiência baixa (20 a 40%)**
- **Alta fixação minerais do solo**
- **Baixa mobilidade no solo**
- **Cebola tem alta exigência**

Conteúdo e taxa de absorção diária de P



Recomendação de P para cebola

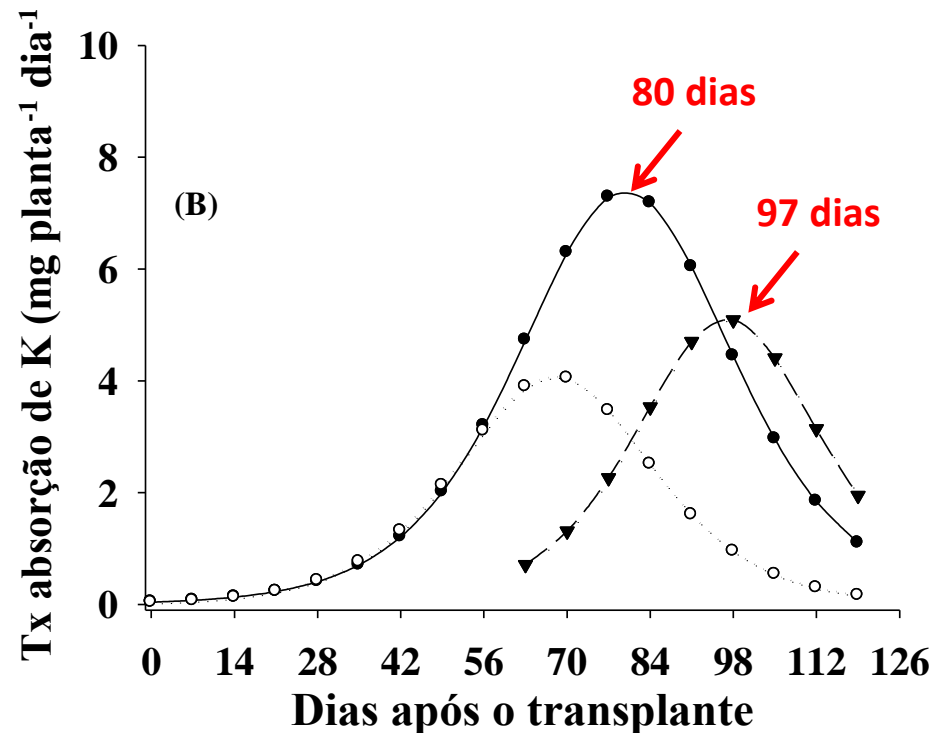
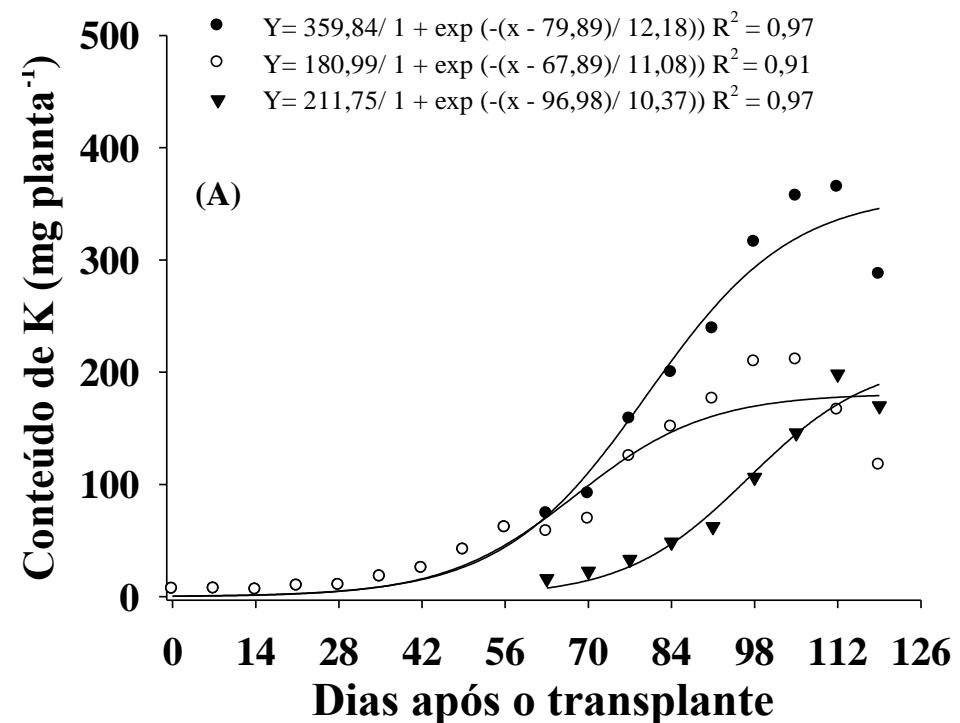
Interpretação do teor de P	Fósforo
	kg de P ₂ O ₅ /ha
Muito Baixo	260
Baixo	220
Médio	180
Alto	120
Muito Alto	≤80

Para a expectativa de rendimento maior do que 30 t/ha, acrescentar aos valores da tabela, 3 kg de P₂O₅/ha por tonelada adicional de bulbos a serem produzidos.

POTÁSSIO

- **Boa eficiência da adubação (50-70%);**
- **Mobilidade no solo;**
- **Plantio e cobertura.**

Conteúdo e taxa de absorção diária de K



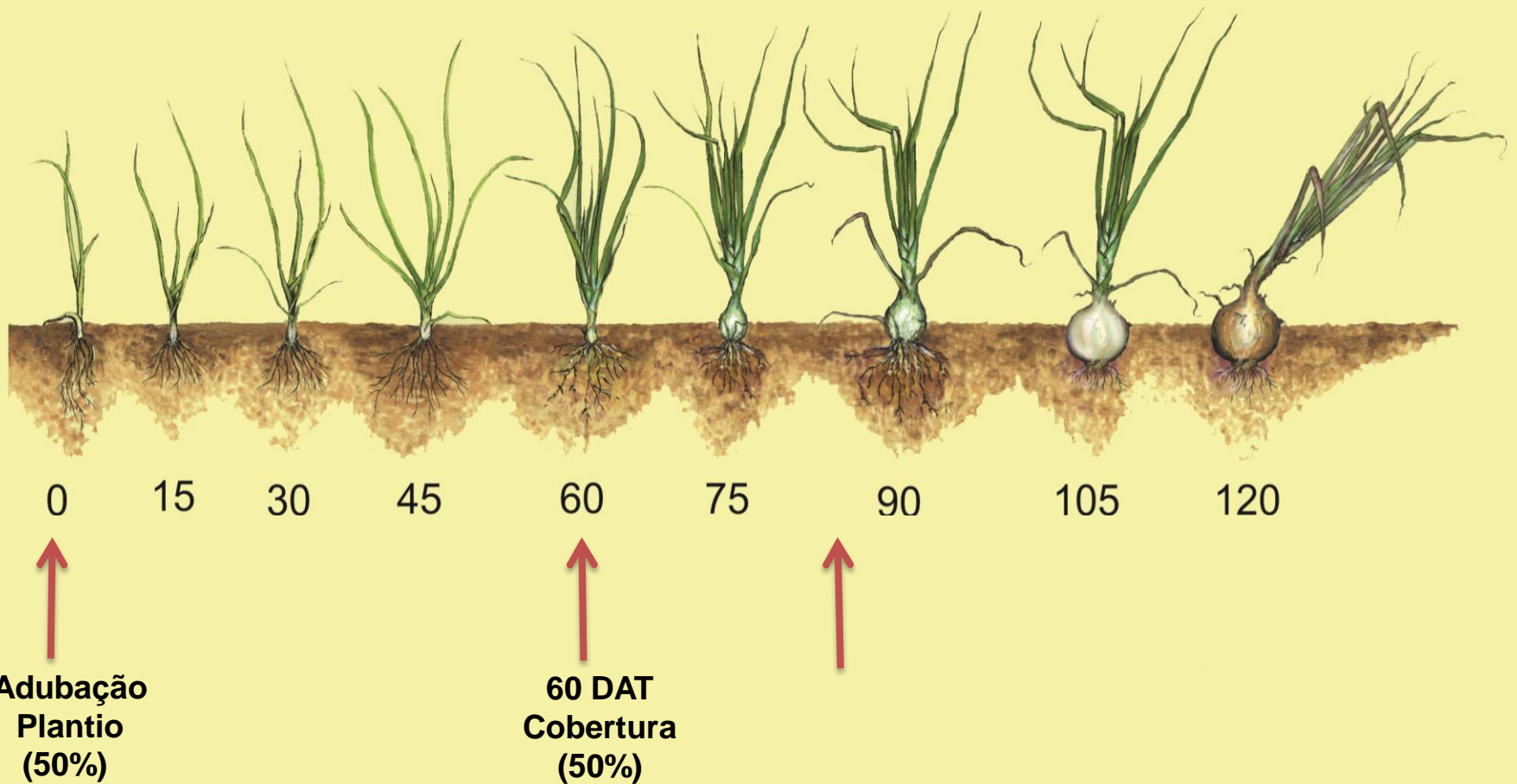
Recomendação de K para cebola

Interpretação do teor de K no solo	Potássio
	kg de K ₂ O/ha
Muito Baixo	210
Baixo	170
Médio	130
Alto	90
Muito Alto	≤60

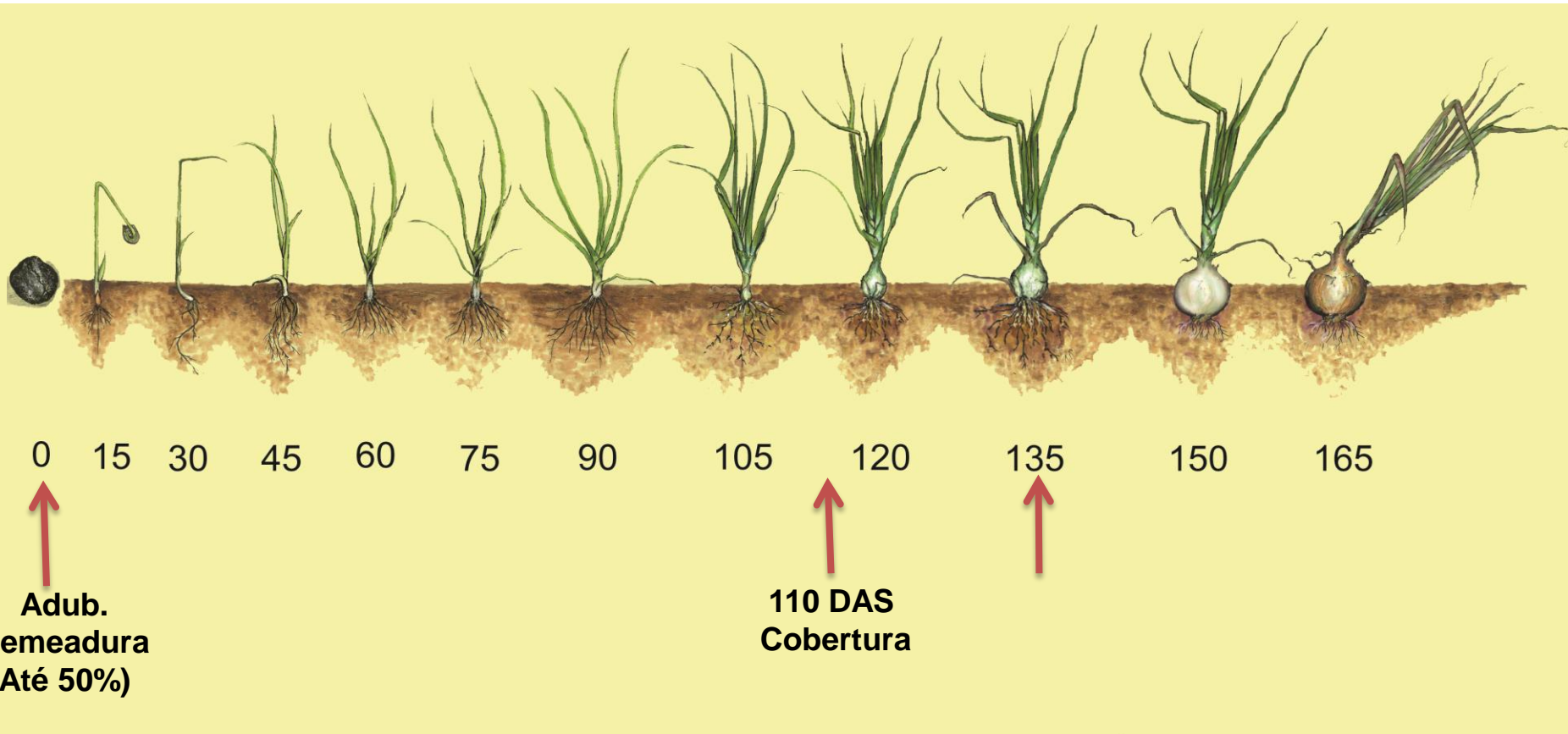
Para a expectativa de rendimento maior do que 30 t/ha, acrescentar aos valores da tabela, 3 kg de K₂O /ha por tonelada adicional de bulbos a serem produzidos.

Não adicionar doses superiores a 60 kg ha⁻¹ de K₂O na linha de semeadura ou transplante. Para doses médias e altas aplicar parte do K (50%) a lanço no transplante/semeadura e o restante em cobertura juntamente com o N aos 60 e 85 dias após o transplante ou aos 110 e 140 dias após a semeadura direta em campo definitivo

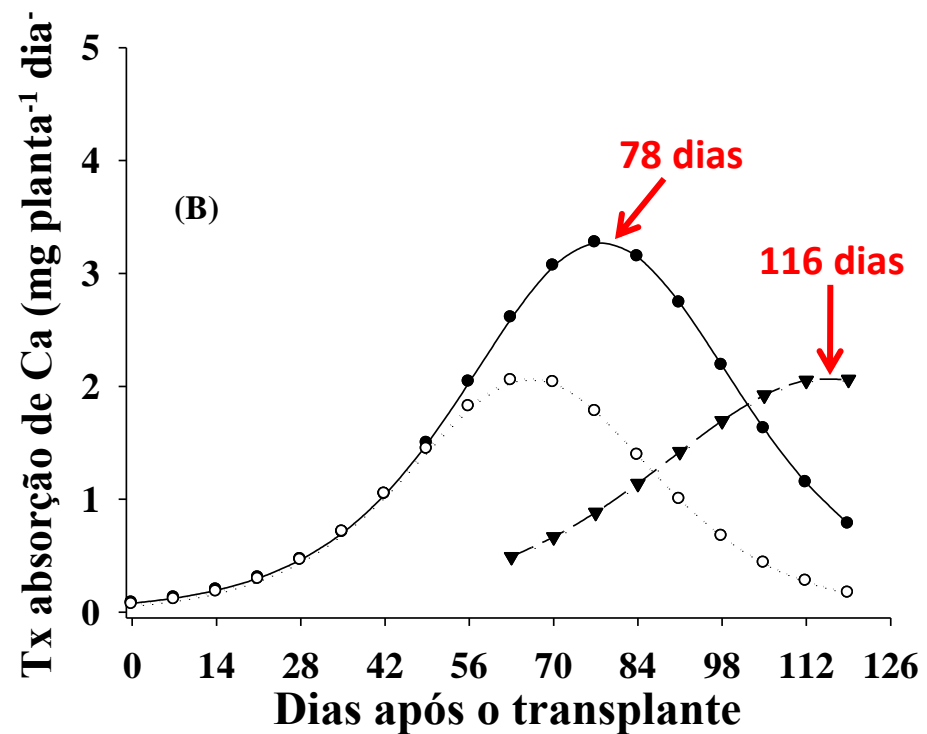
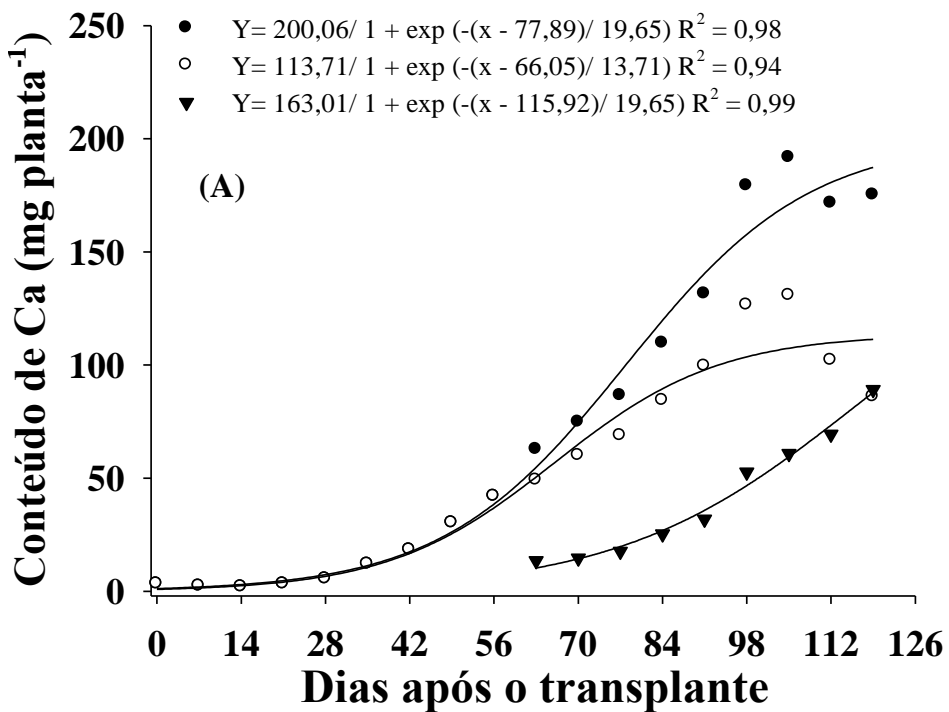
ÉPOCA ADUBAÇÃO COBERTURA SISTEMA DE TRANSPLANTE



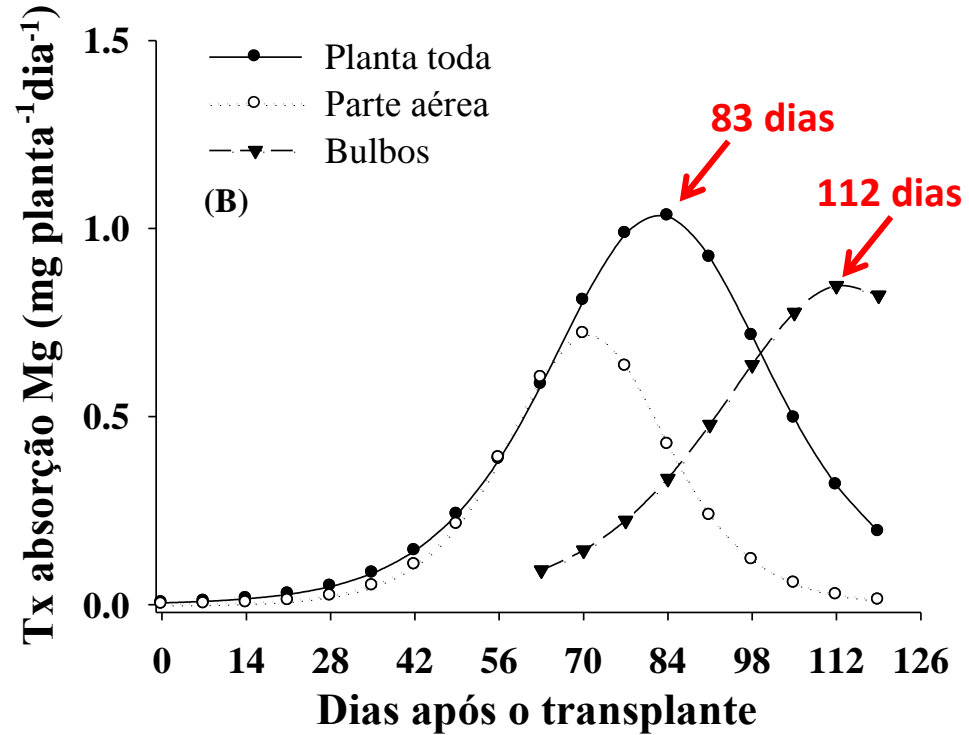
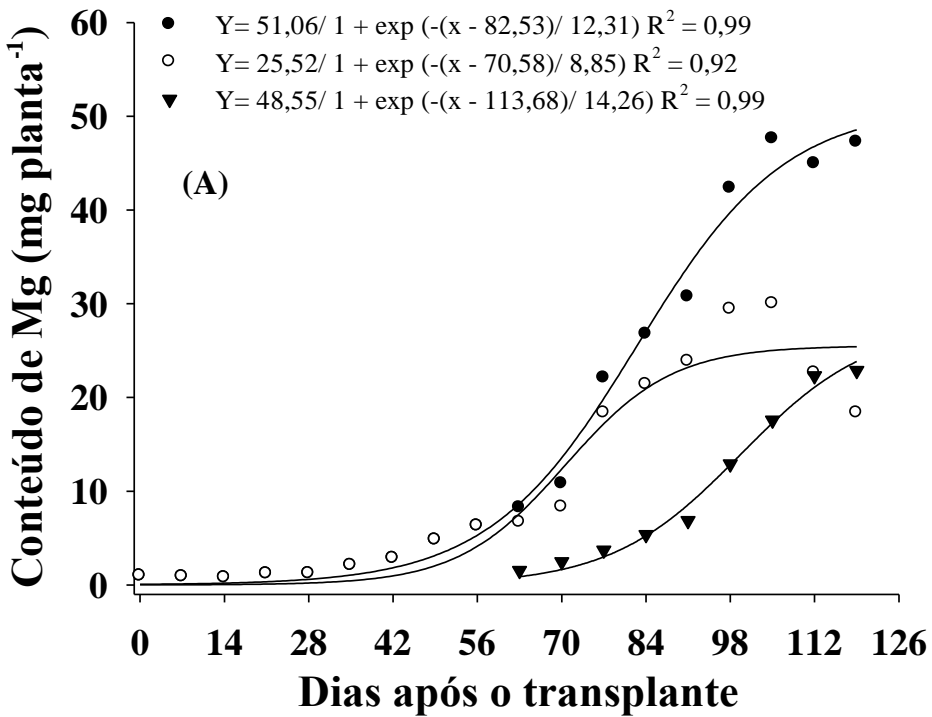
ÉPOCA ADUBAÇÃO COBERTURA SISTEMA SEM. DIRETA



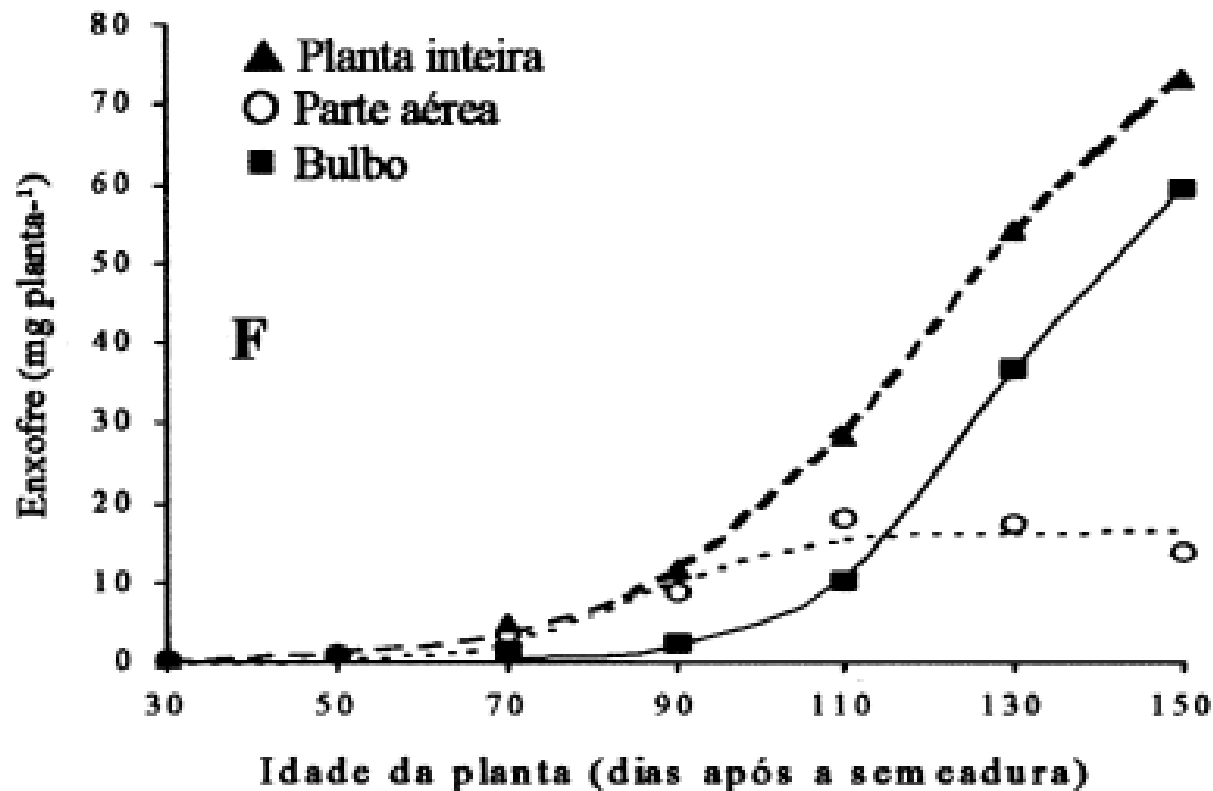
Conteúdo e taxa de absorção diária de Ca



Conteúdo e taxa de absorção diária de Mg



Acúmulo de Enxofre pela cebola



▲ $Y = 87,99 / (1 + e^{-0,09 (x - 122,27)})$

$R^2 = 0,99^{**}$

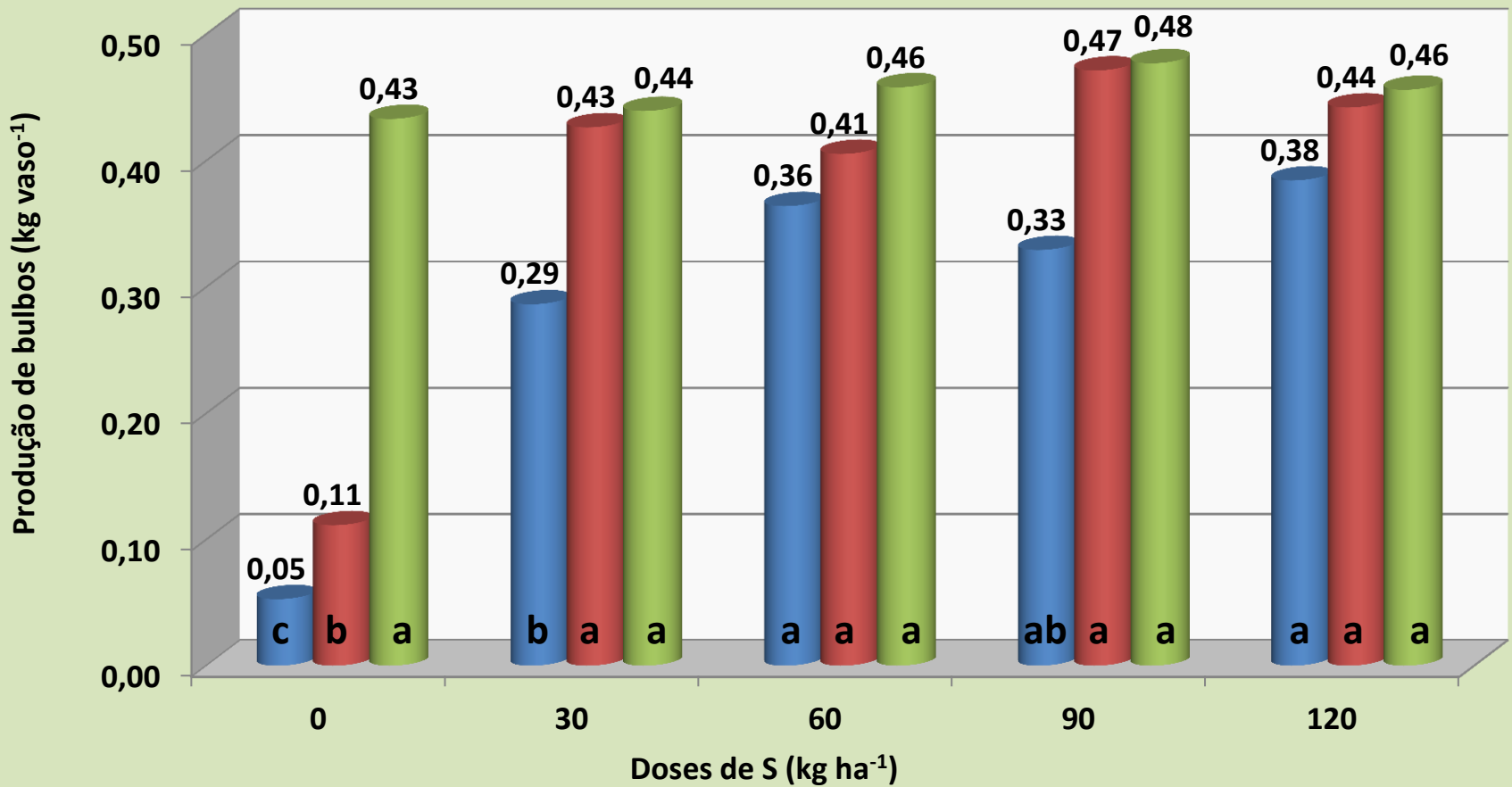
○ $Y = 16,54 / (1 + e^{-0,11 (x - 85,52)})$

$R^2 = 0,94^{**}$

■ $Y = 67,76 / (1 + e^{-0,09 (x - 128,25)})$

$R^2 = 0,99^{**}$

(Pôrto et al., 2007)



Teor de S solo	Doses de S (kg ha ⁻¹)					(mg dm ⁻³)
	0	30	60	90	120	
	● Solo 1	13,0 D b	16,6 CD ab	19,9 BC ab	26,0 AB a	
● Solo 2	18,7 B a	21,0 B a	25,4 B a	28,2 B a	41,8 A a	
● Solo 3	13,6 D ab	15,3 CD b	19,5 AB b	18,4 BC b	22,8 A c	

DEFICIÊNCIA ENXOFRE



ENXOFRE

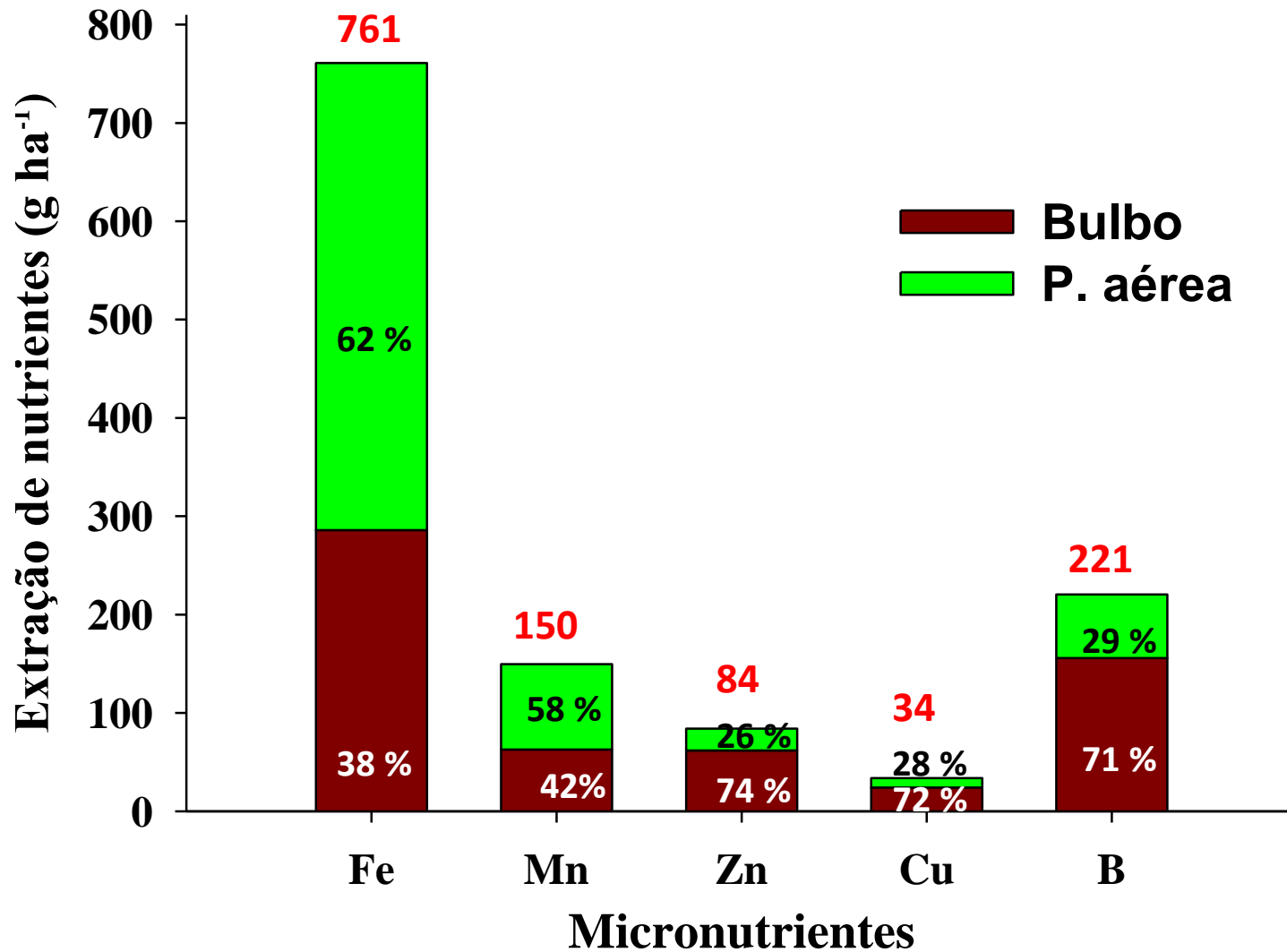
- **Nível suficiência: > 10 ppm (Sul) - Manual adubação**
- **Nova proposição para cebola:**
 - **> 20 ppm solos Cambissolos (menor teor de argila)**
 - **> 10 ppm para Nitossolos (solos mais argilosos)**

ENXOFRE

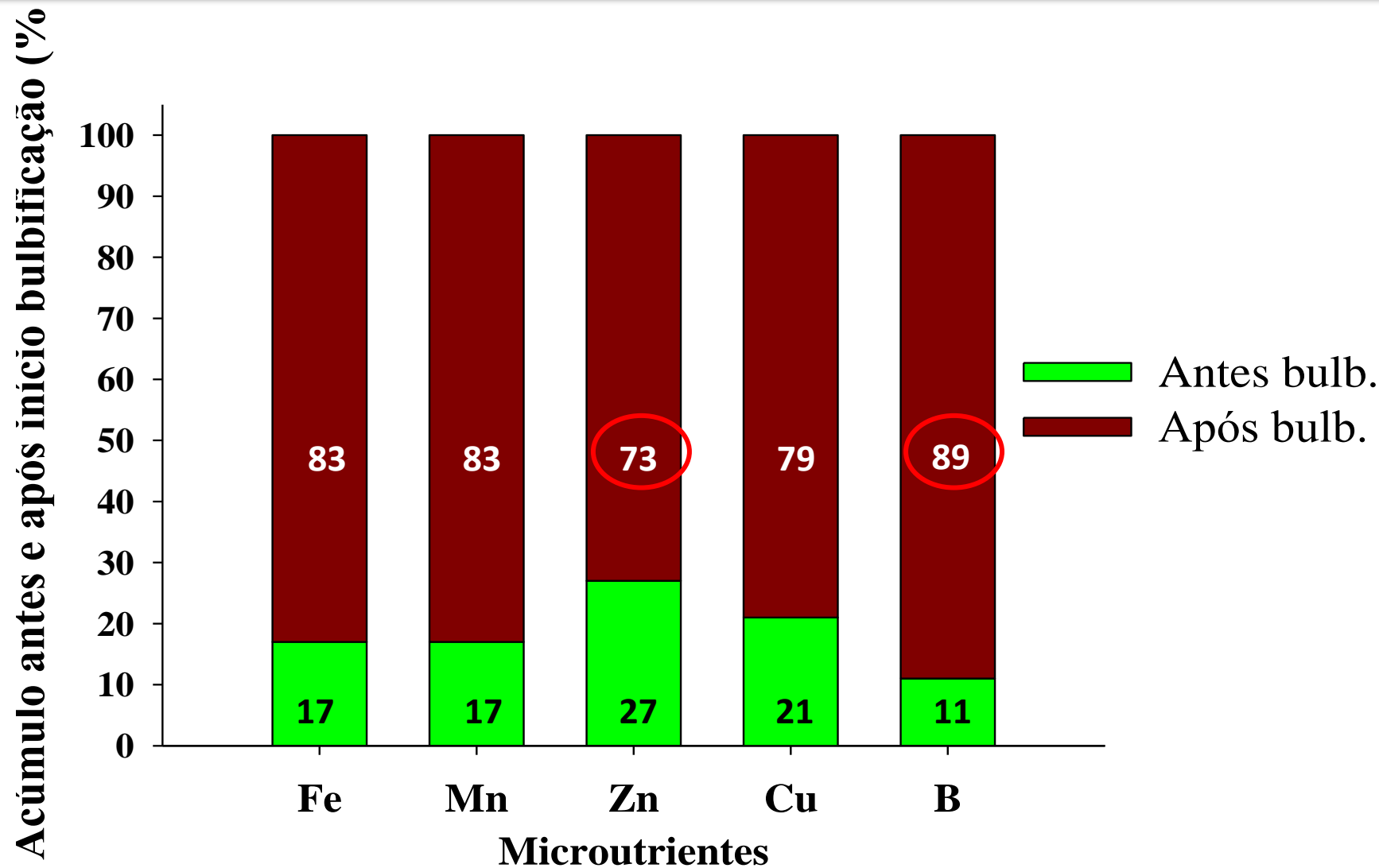
- Sugestão de adubação: **30 a 60 kg/ha**
- Cambissolos:
 - > 15 ppm: **60 kg/ha**
 - 15 a 20 ppm: **30 kg/ha**
 - > 20 ppm: **0 kg/ha**
- Nitossolos e outros solos argilosos:
 - > 10 ppm: **30-40 kg/ha**
- Época de aplicação: depende da fonte (SO_4^{-2} ou S_2)

MICRONUTRIENTES

Extração de micronutrientes pela cv. de cebola Bola Precoce para produtividade de 37,34 t ha⁻¹



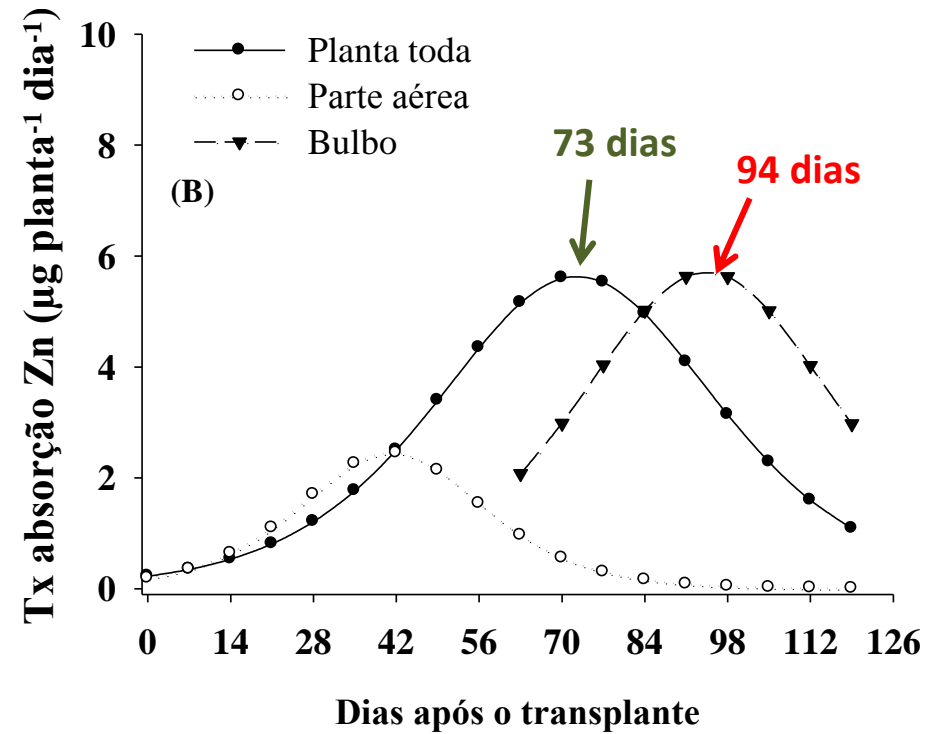
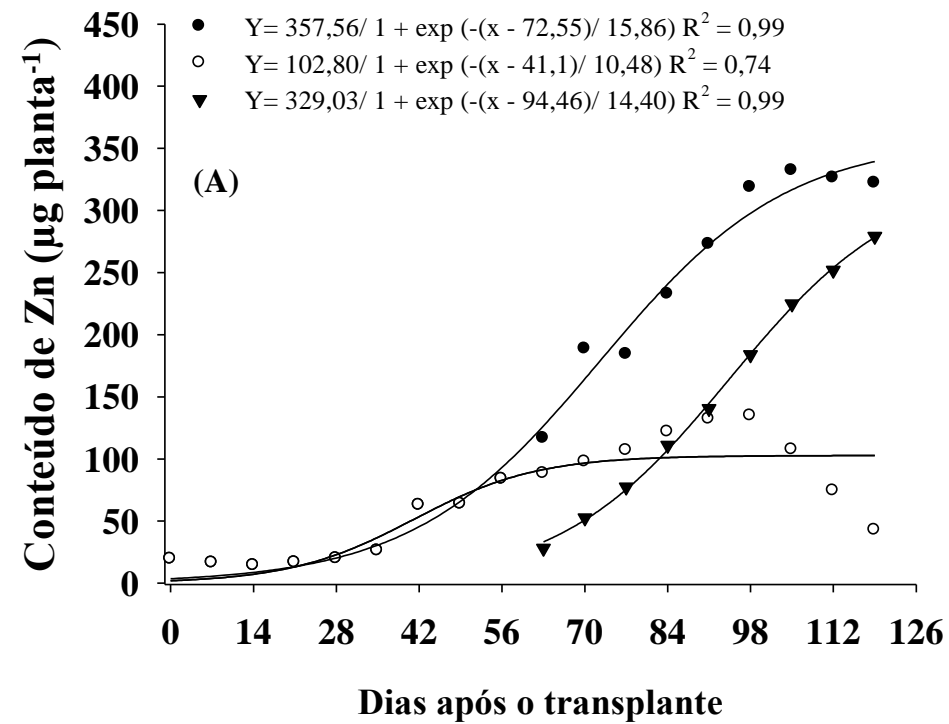
Acúmulo de nutrientes antes (0-58 DAT) e após o início da bulbificação (59-119 DAT)



ZINCO (Zn)

- **Cultura da cebola alta exigência**
- **Excesso calcário (pH > 6,5)**
- **Solos arenosos**
- **Excesso de fósforo**
- **Umidade alta e temp. baixa**

Conteúdo e taxa de absorção diária de Zn



Adubação Zn para cebola

- **VIA SOLO: preferível pela maior eficiência que foliar**
- 3- 4 kg/ha de Zn
- Efeito residual

Fontes:

- Sulfato Zn, óxido de Zn
- Fórmulas NPK + Zn
- Adubos orgânicos

Adubação Zn para cebola

- **VIA FOLIAR: menor eficiência**
- **3 ou mais pulverizações foliares**

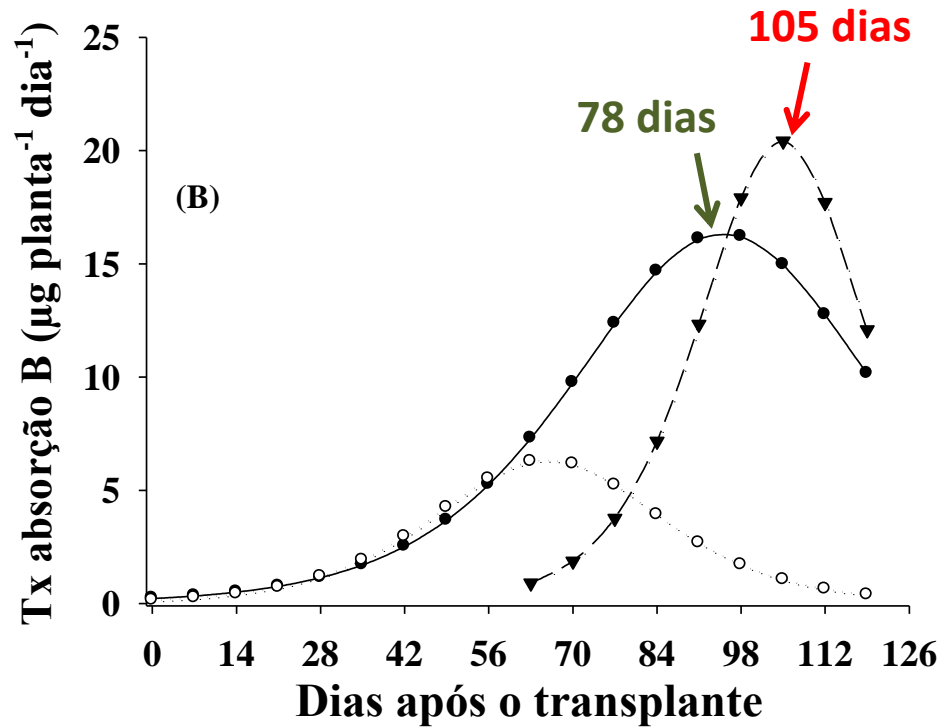
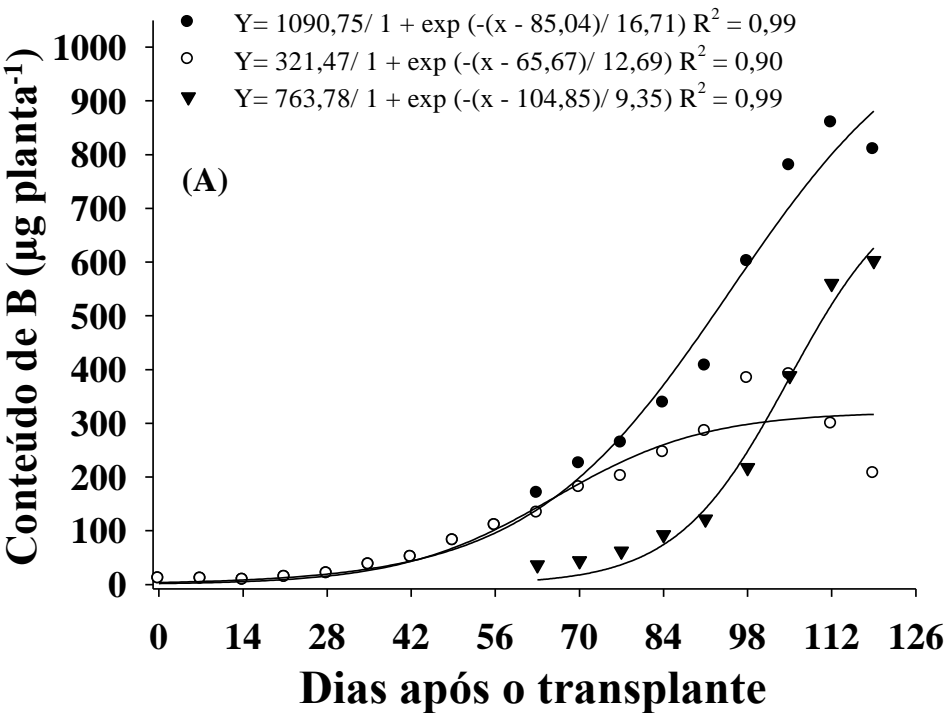
Fontes:

- **Sulfato Zn (0,5%)**
- **Zn quelatizado, outros**

BORO (B)

- **Matéria orgânica baixa**
- **Solos arenosos**
- **Excesso calcário ou potássio**
- **Estiagem (princip. após transplante)**

Conteúdo e taxa de absorção diária de B



Adubação com Boro

VIA SOLO: + eficiente

- 1,5 a 2 kg/ha (anualmente)
- Efeito residual baixo

Fontes:

- Bórax, ácido bórico, solubor, outras
- Fórmulas NPK + B, adubos orgânicos

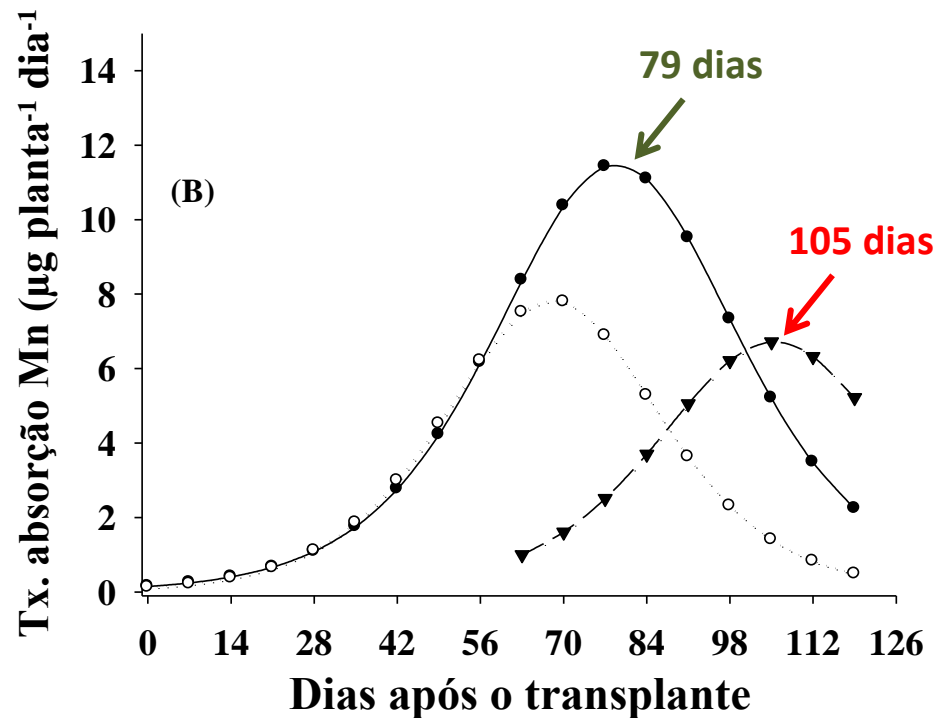
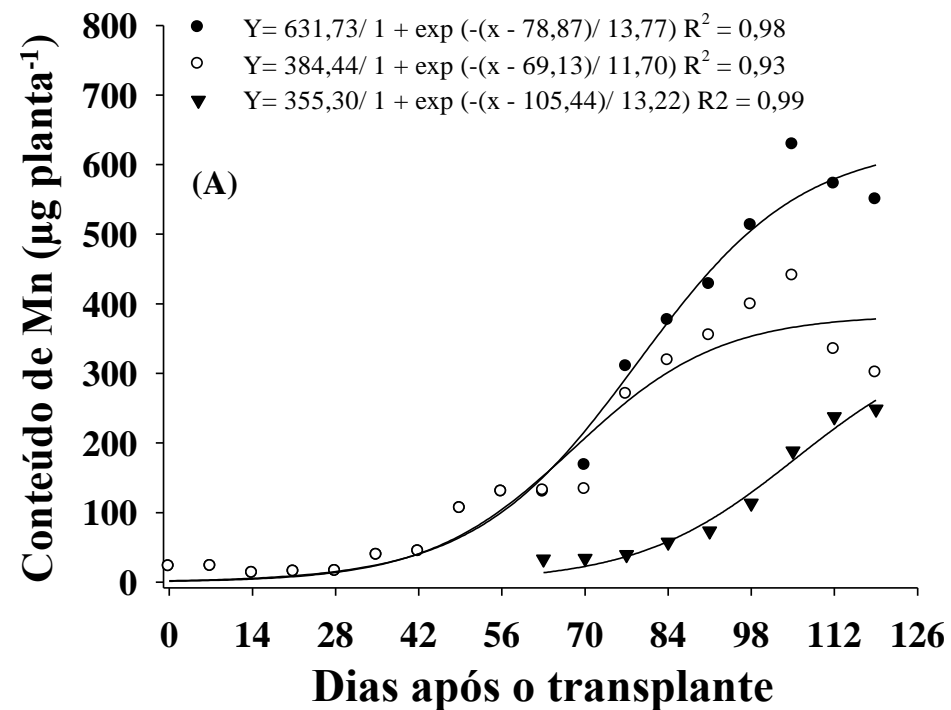
VIA FOLIAR:

- 3 - 6 aplicações ácido bórico, solubor ou bórax a 0,25% ou outros prod. comerciais

MANGANÊS (Mn)

- Excesso calcário: pH > 6,5
- Calcário mal incorporado
- Cambissolos Húmicos: ↑ M.O.
- Solos arenosos
- Excessos de Ca, Mg e Fe

Conteúdo e taxa de absorção diária de Mn



Adubação com Manganês

VIA FOLIAR: Mais eficiente (pH alto)

- 2- 4 pulverizações

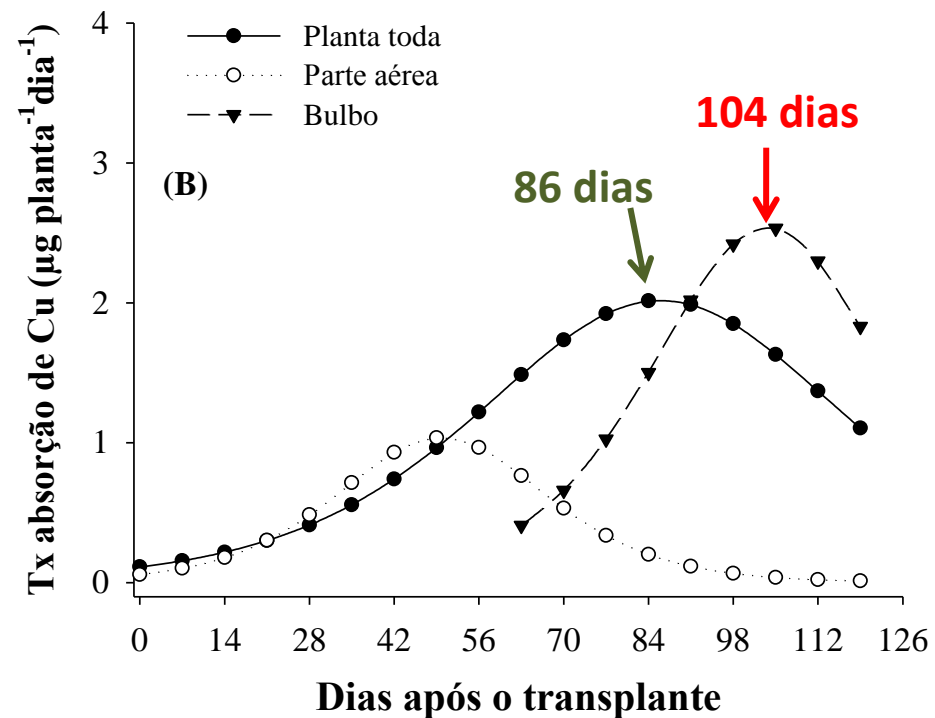
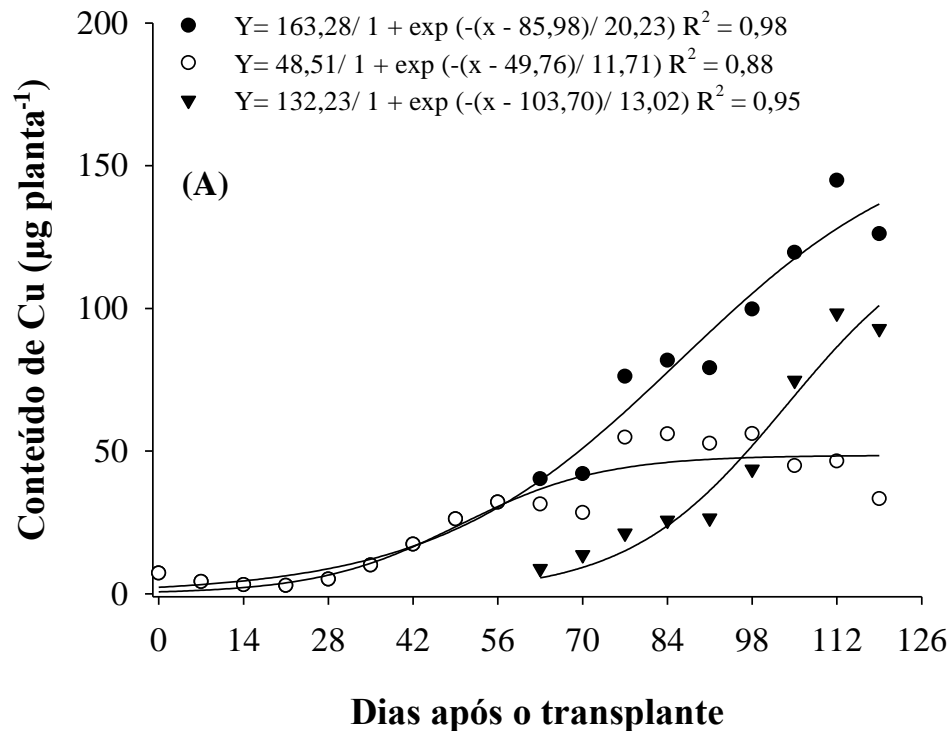
Fontes:

- Sulfato de Mn (concentração 1%)
- Quelatos de Mn, outros

COBRE (Cu)

- **Eventuais deficiências no Brasil**
- **Solos M.O. alta, arenosos**
- **Aumenta a resistência a doenças e melhora qualidade pós-colheita**
- **Via solo: 1- 3 kg/ha (sulfato ou óxido)**
- **Via Foliar: 2 - 4 pulverizações (sulfato ou quelatos de Cu).**

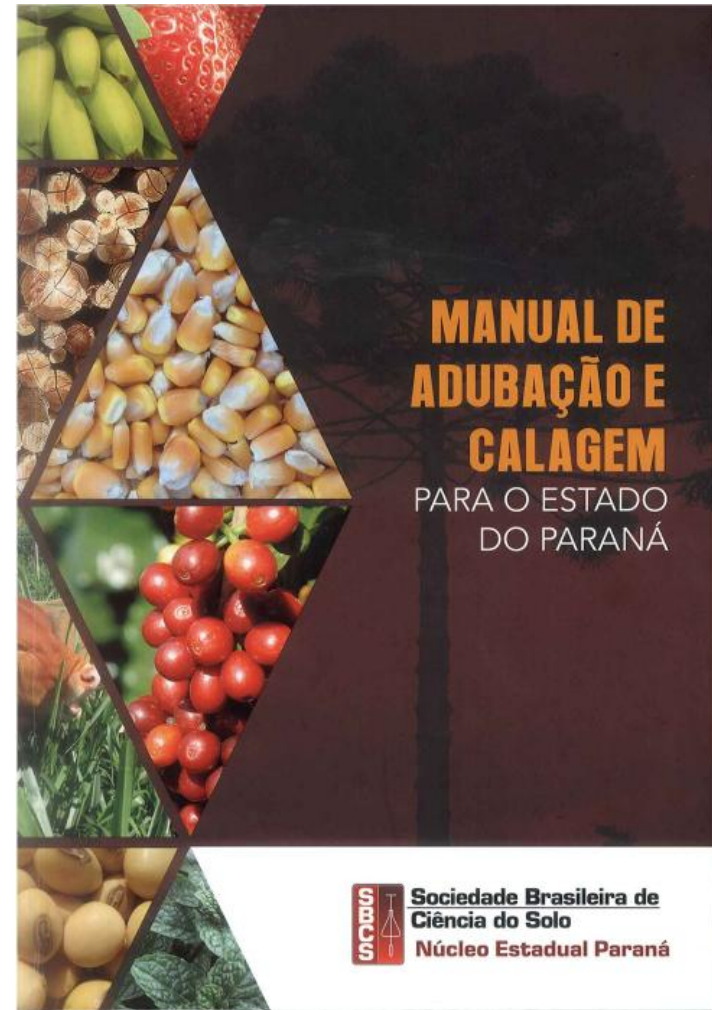
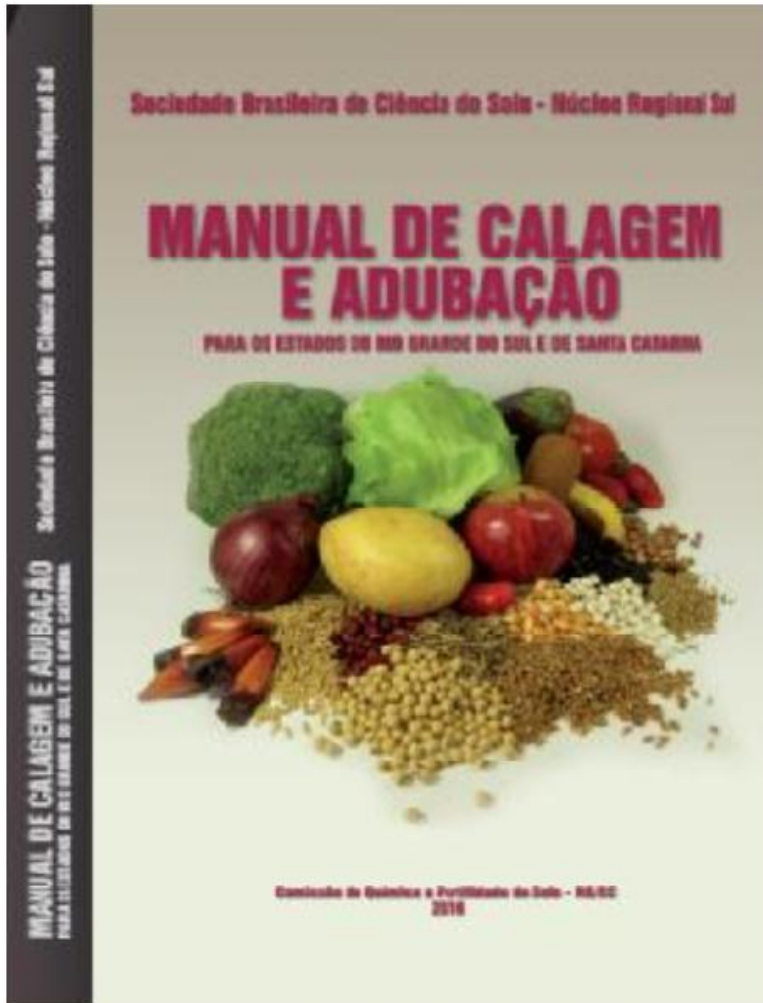
Conteúdo e taxa de absorção diária de Cu



CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE CURVAS DE ABSORÇÃO E MANEJO DOS NUTRIENTES PARA CEBOLA

- **Determinação das taxas diárias de absorção para as diferentes cultivares, híbridos e regiões produtoras;**
- **Parcelamento da adubação com base nas taxas de absorção, principalmente de nitrogênio e potássio.**

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO (Su1)



FERTILIDADE DO SOLO, ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DA CULTURA DA CEBOLA



 | www.epagri.sc.gov.br

 | www.youtube.com/epagrityv

 | www.twitter.com/epagrioficial

 | www.instagram.com/epagri

 | www.facebook.com/epagri

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A.

Estação Experimental de Ituporanga, SC

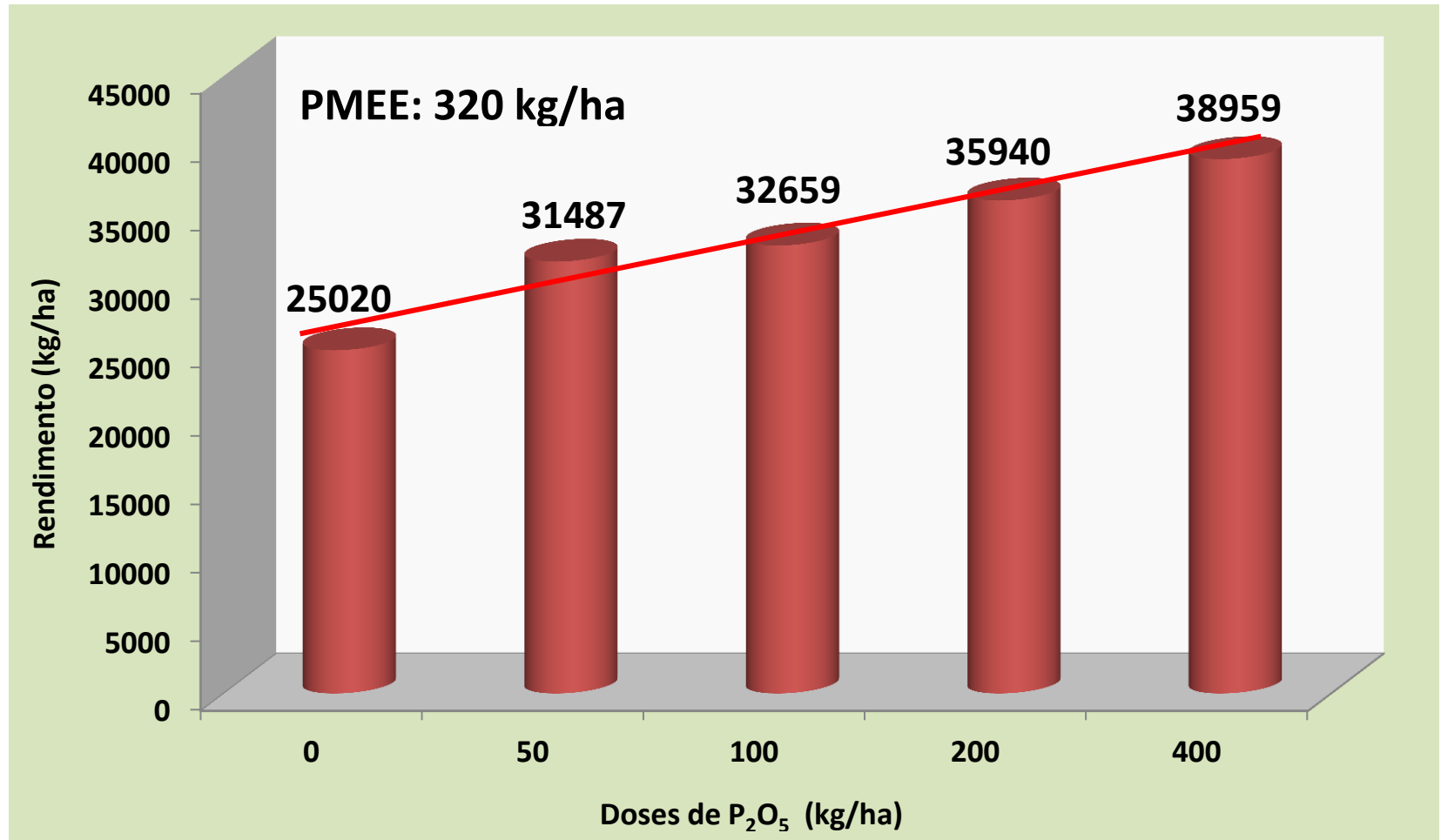
Claudinei Kurtz



kurtz@epagri.sc.gov.br

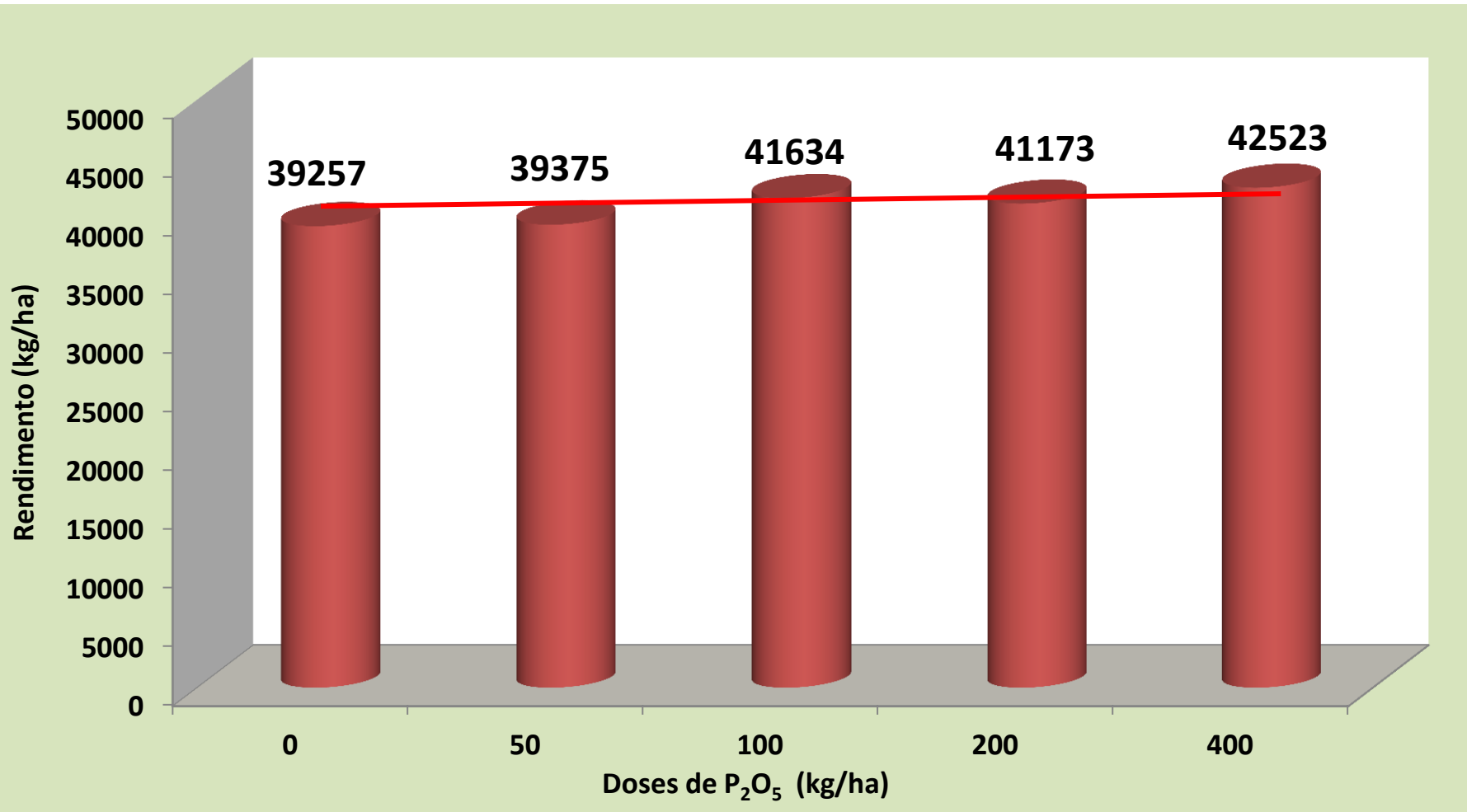
**Fone: 47 3533 8844
98818 3612**

RESPOSTA À APLICAÇÃO DE FÓSFORO



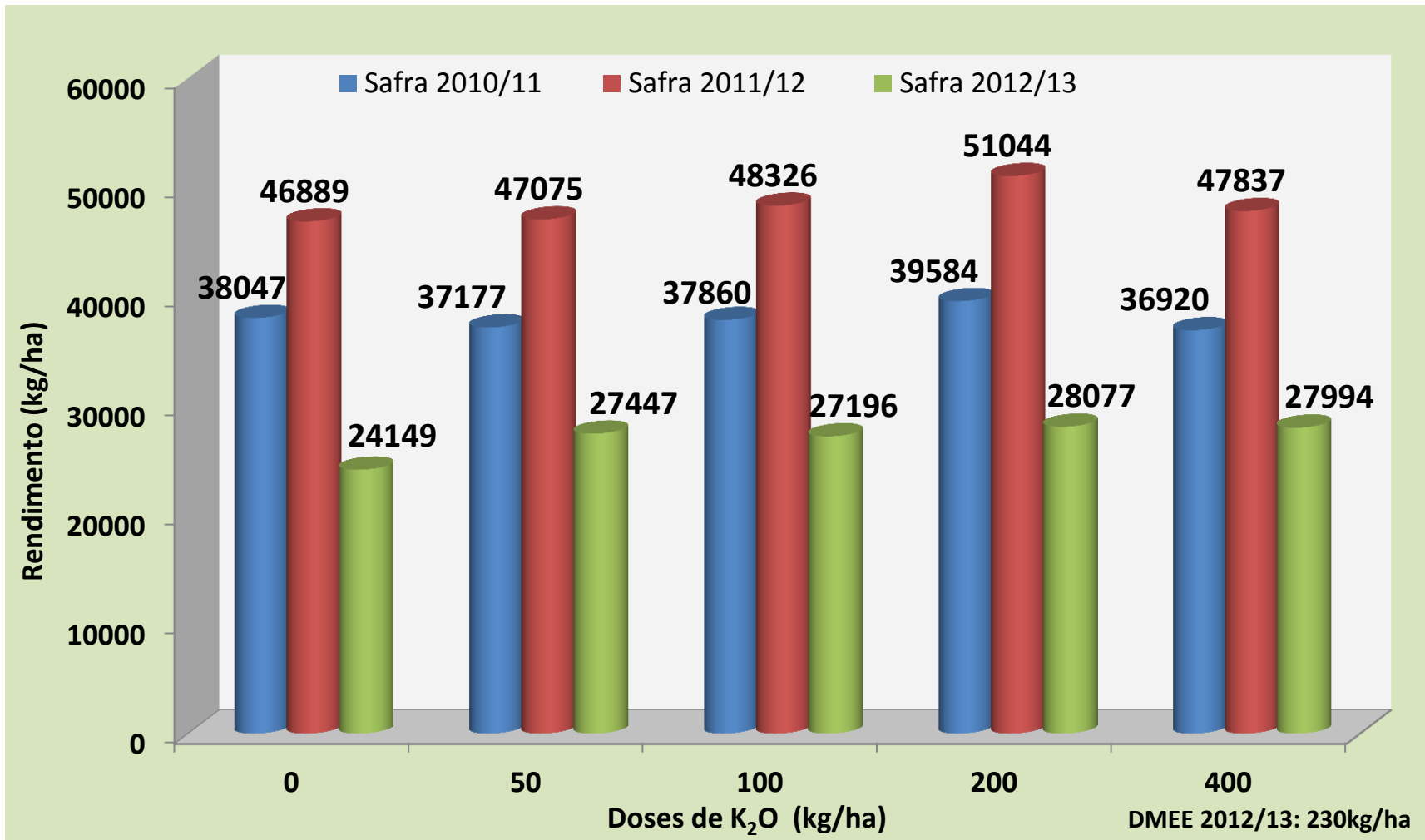
Rendimento de cebola em função de doses de fósforo – Ituporanga, Média de 3 safras (2010/11, 2011/12 e 2012/13). Teor de P: 4 ppm

RESPOSTA À APLICAÇÃO DE FÓSFORO



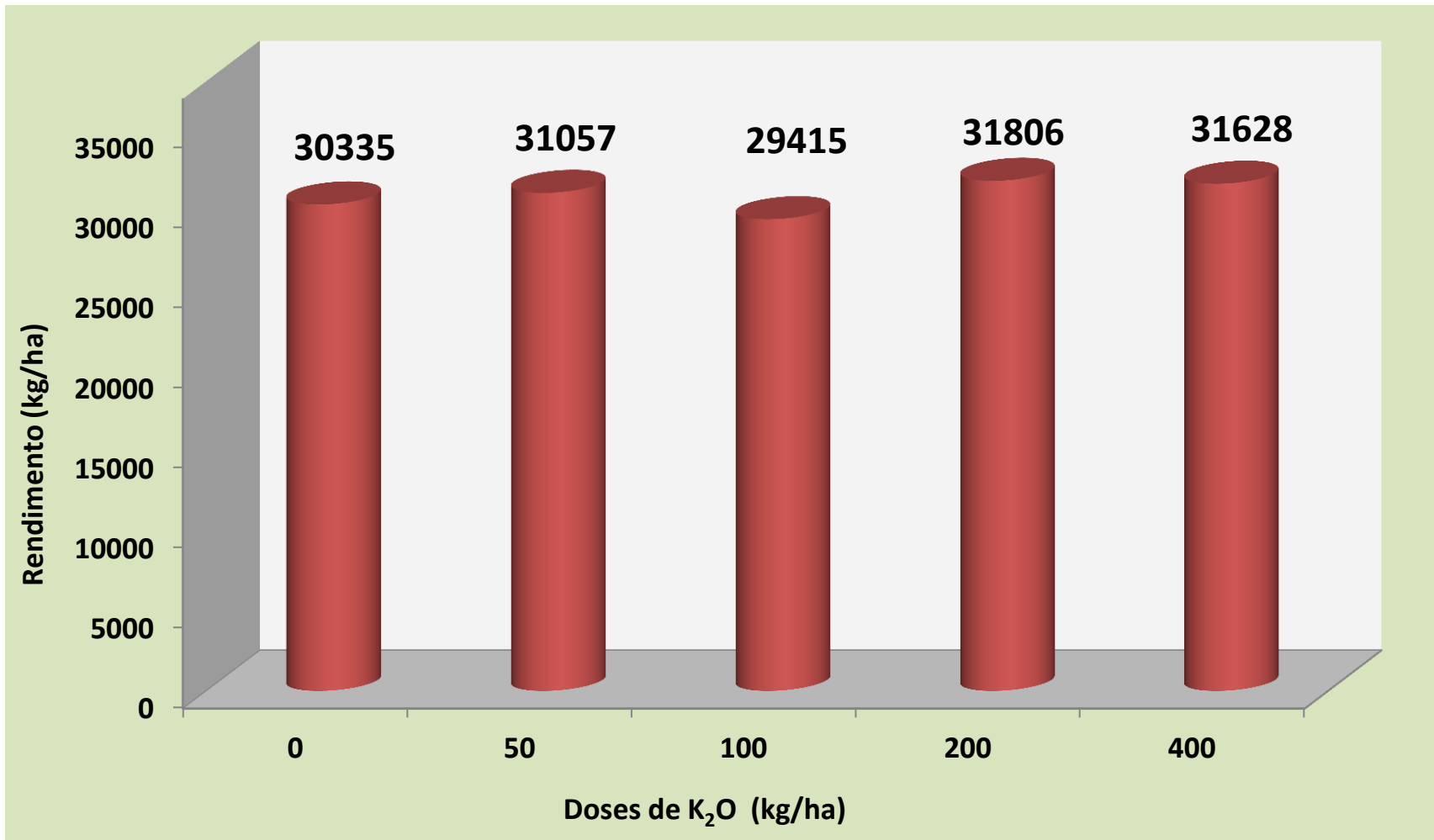
Rendimento de cebola em função de doses de fósforo – Ituporanga, Média de 2 safras (2009/10, 2011/12) – Teor de P: 20 e 32ppm.

RESPOSTA À APLICAÇÃO DE POTÁSSIO



Rendimento de cebola em função de doses de potássio – Ituporanga, 3 safras. Teor de K no Solo: 55 ppm

RESPOSTA À APLICAÇÃO DE POTÁSSIO



Rendimento de cebola em função de doses de potássio – Ituporanga, safra 2009/10. Teor de K no solo: 170 ppm