



Recomendação de Calagem e Adubação para Plantações Florestais

**Prof. José Leonardo M. Gonçalves
ESALQ/USP**

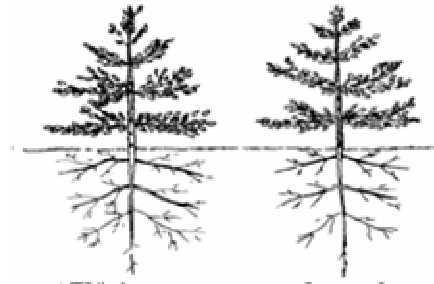
**I Simpósio de Técnicas de Plantio
e Manejo de *Eucalyptus* para Uso Múltiplo**

25 a 27 de outubro de 2006

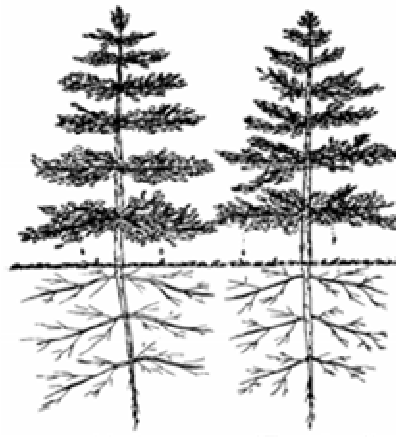
ESALQ

FASES NUTRICIONAIS DO POVOAMENTO FLORESTAL

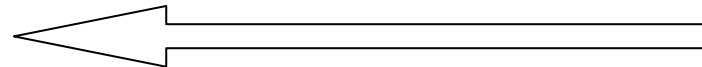
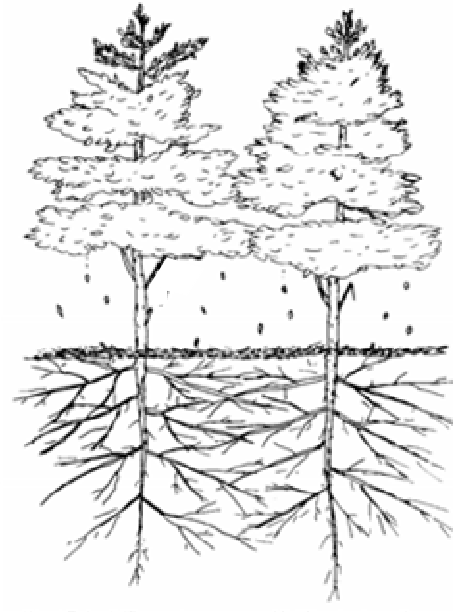
FASE INICIAL
Adaptação e crescimento
inicial pós-plantio
(1-3 meses)



FASE INTERMEDIÁRIA
Franco crescimento
da parte aérea
e sistema radicular



FASE FINAL
Após o fechamento
de copas:
ciclagem de nutrientes

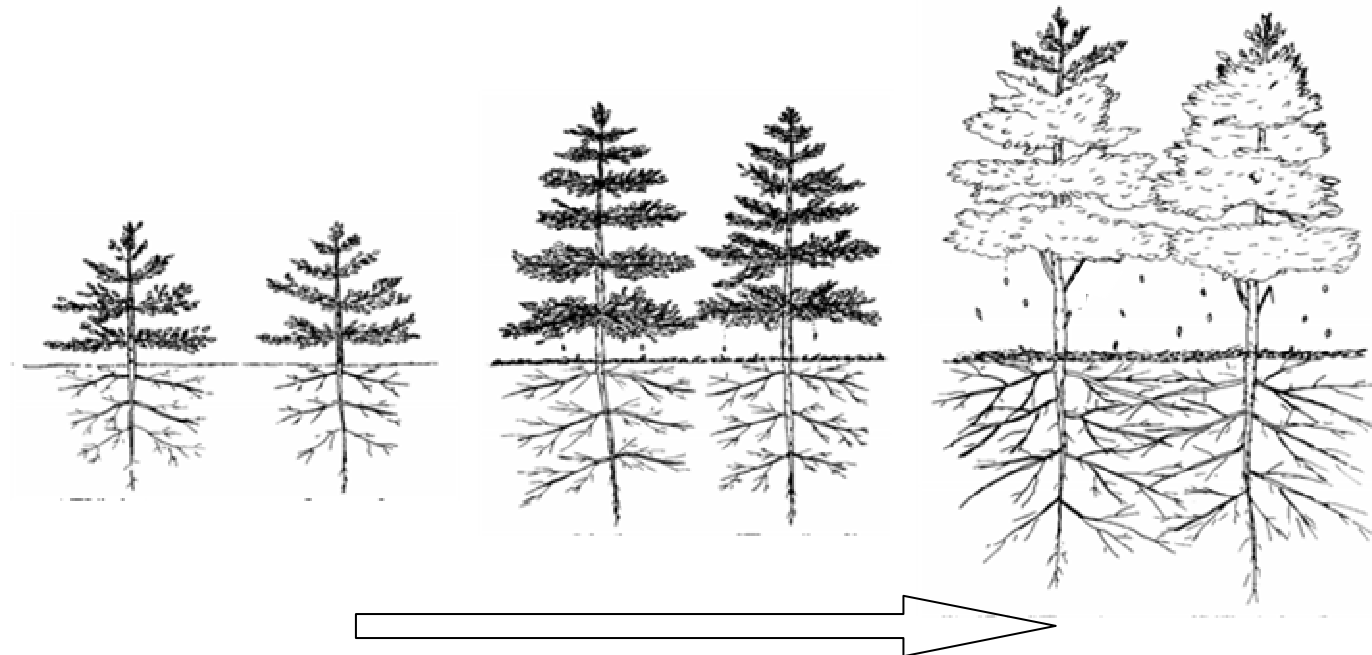


- ✓ **Maior demanda de nutrientes**
- ✓ **Maior dependência da fertilidade do solo como fonte de nutrientes**
- ✓ **Maior potencial de resposta à fertilização**
- ✓ **Maior risco de perda de nutrientes (erosão, lixiviação)**

FASE INICIAL
Adaptação e crescimento
inicial pós-plantio
(1-3 meses)

FASE INTERMEDIÁRIA
Franco crescimento
da parte aérea
e sistema radicular

FASE FINAL
Após o fechamento
de copas:
ciclagem de nutrientes



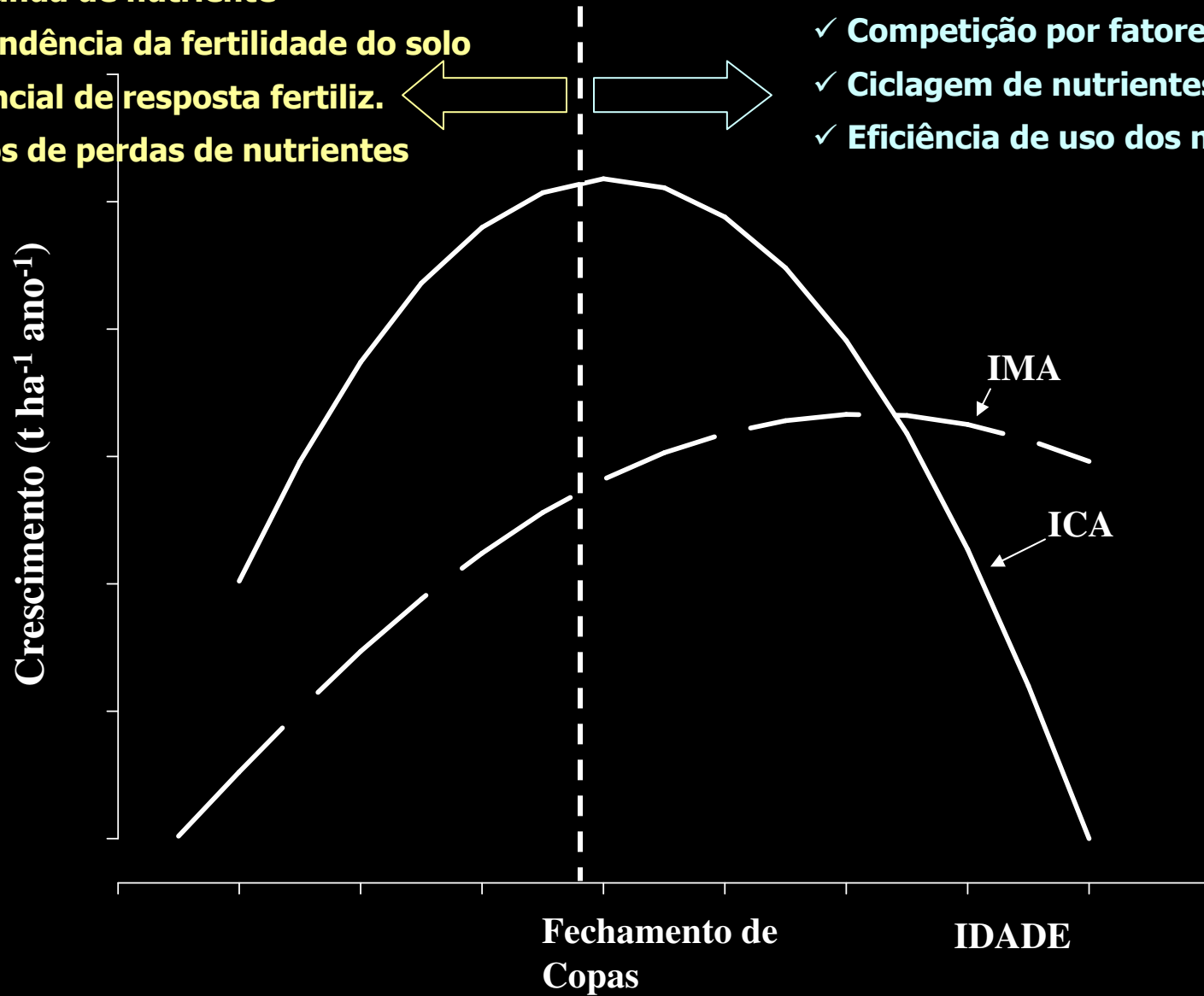
- ✓ **Maior taxa de acúmulo de nutrientes**
- ✓ **Maior competição por fatores de crescimento (luz, "espaço", água e nutrientes)**
- ✓ **Maior ciclagem de nutrientes (bioquímica e biogeoquímica)**
- ✓ **Maior eficiência de uso dos nutrientes**
- ✓ **Maior volume de solo ocupado por raízes finas**

AUMENTA

- ✓ Demanda de nutriente
- ✓ Dependência da fertilidade do solo
- ✓ Potencial de resposta fertiliz.
- ✓ Riscos de perdas de nutrientes

AUMENTA

- ✓ Competição por fatores cresc.
- ✓ Ciclagem de nutrientes
- ✓ Eficiência de uso dos nutrientes



Por que o eucalipto cresce bem em solos com baixa fertilidade?

1. Pouco sensível à acidez e tolerante a altos teores de Al e Mn trocáveis

- Tem absorção eficiente de nutrientes em baixos níveis de fertilidade

Teor	Produção relativa	K ⁺ trocável	P resina			
			Florestais	Perenes	Anuais	Hortaliças
	%	mmol _c /dm ³	mg/dm			
Muito baixo	0- 70	0,0-0,7	0- 2	0- 5	0- 6	0- 10
Baixo	71- 90	0,8-1,5	3- 5	6-12	7-15	11- 25
Médio	91-100	1,6-3,0	6- 8	13-30	16-40	26- 60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
Muito alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120

Fonte: Boletim técnico 100 (IAC, 1996)

2. Sistema radicular muito desenvolvido, capaz de explorar camadas profundas do solo

- Elevada capacidade de reciclar nutrientes (concentra-os no horizonte A)
- Eficiente associação micorrízica
- Absorção de água e nutrientes de horizontes subsuperficiais



Raiz de *E. grandis* (semente)
6 anos
LVA text. média

3. Longo período de crescimento

- Eficiente ciclagem de nutrientes
 - ✓ Bioquímica
 - ✓ Biogeoquímica
 - ✓ Geoquímica (perdas pequenas por lixiviação, volatilização e erosão)
- A produtividade é determinada em médio ou longo prazo, portanto menos sensível do que as culturas anuais às deficiências temporárias (curto prazo) de fatores de crescimento (luz, água e nutrientes).

4. Grande resposta à doses relativamente baixas de adubos

- Principalmente, P, K, B e N
- Alta produtividade de MS com pequeno consumo de nutrientes

Quantidade de macronutrientes retirada por diferentes culturas

CULTURA	Produtiv. média	N	P	K	Ca	Mg	S
	t/ha/ano	kg/ha/ano					
Soja (grãos)	2,5	150	15	50	5	6	8
Milho (grãos)	6,0	130	30	40	1	11	13
Cana (colmos)	100,0	130	10	110	15	20	12
Tomate (frutos)	40,0	70	20	130	7	7	9
Eucalipto (tronco)	20,0	30	5	20	25	7	3

MS



- Sem necessidade de aumentar em médio e longo prazo os teores de nutrientes no solo
- Os nutrientes contidos no solo são prontamente absorvidos

(O adubo aduba a árvore, não o solo.)

Potencial de resposta à adubação

P

- Só não responde em solos originários de rochas básicas (basalto, diabásio)
- Maiores respostas em solos originários de rochas sedimentares pelíticas e psamíticas





com deficiência de P



sem deficiência de P



K

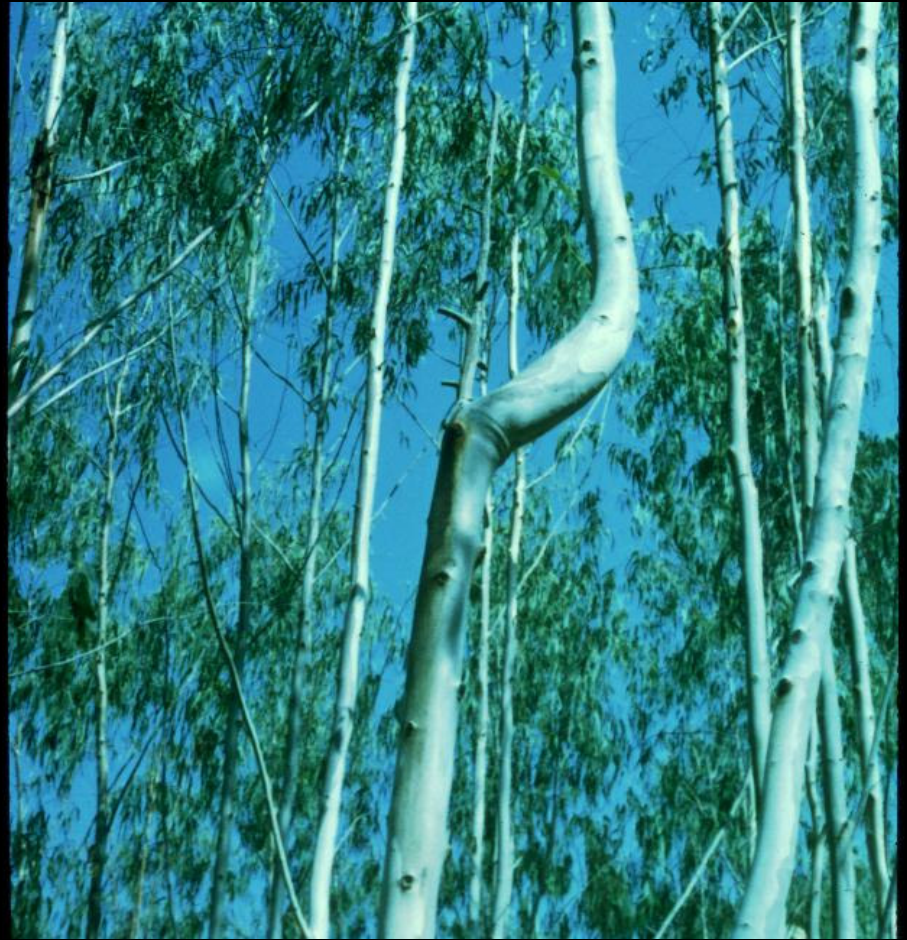
- Respostas na grande maioria das áreas
- Sobretudo, após pelo menos 2 ou 3 rotações sucessivos de cultivo
- Sem ou pequena resposta em solos de origem granítica ou gnáissica (ricos em feldspato)
- Sem reposta se os teores de K trocável for $\geq 1,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$
- Maiores respostas em solos de textura arenosa e média, com deficiência hídrica sazonal



B

- Resposta mais comum em solos de textura arenosa ou média da região dos cerrados
 - ✓ Fácil lixiviação (nutriente muito móvel no solo)
 - ✓ Deficiência hídrica sazonal
 - ✓ Pouco comum em regiões litorâneas com bons índices pluviométricos
 - ✓ Entrada de B na forma de aerossóis







Planalto oriental paulista
LVA textura média
Itatinga
2005/06 (longo período de seca)





**Árvore morta
(severo ataque de ferrugem)**

Tipos de adubação

- 1. Calagem**
- 2. Adubação de plantio (ou de base)**
- 3. Adubação de cobertura**

1. CALAGEM

CALAGEM

– Para espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*

✧ Dispensável a aplicação de calcários para corrigir a acidez do solo e neutralizar os excessos de Al e Mn

- **Objetivo da Calagem**

✧ Fonte de Ca e Mg

⇒ Eucalipto exporta com madeira: 300 a 500 kg ha⁻¹

⇒ Calcário não precisa ter PRNT alto

✓ solubilização do calcário não precisa ser rápida

⇒ Sem necessidade de incorporar o calcário

Teor	Ca ²⁺ trocável	Mg ²⁺ trocável
	mmol _c /dm ³	
Baixo	0-3	0-4
Médio	4-7	5-8
Alto	>7	>8

- Dose de calcário a aplicar para eucalipto

$$NC = \frac{[20 - (Ca + Mg)]}{10}$$

NC = necessidade de calcário dolomítico (t ha⁻¹)

Ca + Mg = teores no solo em mmol_c dm⁻³

- Esta fórmula recomenda no máximo 2 t ha⁻¹ de calcário
 - ✧ Teor médio de CaO = 30% (30 x 0,71 = 21,3% de Ca)
 - ✧ 2 t ha⁻¹ de calcário ≈ 450 kg de Ca ha⁻¹
- Calcário é geralmente aplicado por ocasião do plantio







Forma de aplicar calcário em área não mecanizável (relevo acidentado)

Fontes alternativas de Ca e outros nutrientes



Aplicação de cinza da caldeira de biomassa



Aplicação de biossólido

2. Adubação de base (ou de plantio)

- ✓ Fontes pouco solúveis (P, Zn)
- ✓ Parte da adubação nitrogenada e potássica (arranque)

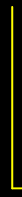
60 kg/ha de P_2O_5



130 g/muda



215 kg/ha de 4-28-6



13 kg/ha de K_2O

9 kg/ha de N

Adubação de arranque

Objetivos

- ✓ N e K: Promover o arranque inicial de crescimento das mudas
 - ⇒ principalmente nos primeiros 2 meses pós-plantio
- ✓ Favorecer as mudas na competição com as plantas daninhas
 - ⇒ mudas devem ser vigorosas (+ competitivas)
 - ⇒ se plantio fosse com sementes (> grau de competição com P.I.)

Tão mais importante quanto maior for a deficiência de nutrientes do solo

Por que é interessante fazer a aplicação localizada dos fertilizantes por ocasião do plantio? (cova ou sulco de plantio)

Sistema radicular restrito

- ⇒ P é pouco móvel no solo (suscetível fixação e planta tem g^{de} demanda)
- ⇒ N e K – muito móveis
 - suscetível perdas por lixiviação

Aplicação de N

- ✧ muito importante para arranque das mudas
- ✧ pequena demanda no plantio
- ✧ deve ser suprido também com imersão do sistema radicular das mudas numa solução com 1,5% de MAP

Recomendação de P para *Eucalyptus* e *Pinus*

(camada 0-20 cm)

Teor de argila	Gênero	Teor de P por resina (mg dm ⁻³)			
		0-2	3-5	6-8	>8
% ----- Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) -----					
<15	<i>Eucalyptus</i>	60	40	20	0
15-35	<i>Eucalyptus</i>	90	70	50	20
>35	<i>Eucalyptus</i>	120	100	60	30

Fonte: Gonçalves et al. (1996)

ADUBAÇÃO FOSFATADA

“Todo P pode ser aplicado na forma solúvel no plantio.”

“A aplicação de fontes de baixa solubilidade geralmente encarecem a adubação fosfatada”

Covetas laterais

- 10 cm de prof.
- 10 cm da muda



Vantagens

Aumento de sobrevivência e crescimento inicial

Aumento da uniformidade de distribuição dos adubos

Aumento do aproveitamento dos adubos

Aumento de rendimentos operacionais de subsolagem

Dosa e injeta o adubo
(maior precisão)

Maior rendimento operacional



23 2 2005





Por que a fixação de P é baixa em plantações florestais?

- **Aplicação localizada próxima à muda, no horizonte A (rico em MO), sem revolvimento de solo**
- **Adubos granulados**
- **Rápido crescimento das plantas (rápida absorção)**



20 dias pós-plantio



Muda pouco ou não-rustificada

MAP 1,5%



3. Adubação de cobertura

- ✓ Fontes solúveis e móveis (N, K e B)
 - fácil lixiviação
- ✓ 2 a 3 aplicações

– As adubações de cobertura devem ser sincronizadas com velocidade de crescimento da copa e sistema radicular

✧ Pinus menor velocidade de crescimento inicial que eucalipto

✧ Pioneiras > crescimento que clímax

✓ maior demanda inicial de nutrientes

✧ **Objetivos**

✓ reduzir as perdas de nutrientes

(volatilização, lixiviação, imobilização e erosão)

– Época de aplicação dos fertilizantes

✧ Fundamental considerar as fases de crescimento da floresta

(antes, durante e após o fechamento de copas)

- Estreita relação com as demandas nutricionais
- Após fechamento de copas → ausente ou pequena a resposta a N e B
 - ✓ competição por luz e água tornam-se fatores mais limitantes

– Para florestas de rápido crescimento, por ex., eucalipto

✧ **1ª adubação** ⇒ após expansão do S.R. e da parte aérea

- ✓ 1,5 a 2 meses pós-plantio (40-50 cm diâmetro de copa)
- ✓ aumenta demanda de nutrientes e menor risco de lixiviação
- ✓ 1/3 da dose de N e K_2O
- ✓ aplicar B se preciso

✧ **2ª adubação**

- ✓ 6 a 8 meses pós-plantio (100-120cm de diâmetro de copa)

**Adubação p/
formação
de copas e
SR**



40-50cm

**Tamanho ideal para
1ª adubação de cobertura**

30 a 40 kg/ha de N
30 a 40 kg/ha de K₂O

= 150 a 200 kg/ha de 20-0-20
= 95 a 125 g/planta



**Tamanho ideal para
2ª adubação de cobertura**



Neste estágio

Acirra a competição
por luz e água

✓ esses fatores tornam-se
mais limitantes ao crescimento

– Dose de aplicação

Recomendação de N para *Eucalyptus*
(camada 0-20 cm)

Gênero	Matéria orgânica do solo (g dm⁻³)		
	0 - 15	16-40	> 40
	----- kg ha ⁻¹ de N -----		
<i>Eucalyptus</i>	60	40	20

Fonte: Gonçalves et al (1996).

Recomendação de K para *Eucalyptus*
(camada 0-20cm)

Teor de argila	Gênero	Potássio trocável (mmol _c dm ⁻³)		
		0 - 1,0	1,0 - 1,5	> 1,5
<i>%</i>		Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)		
< 15	<i>Eucalyptus</i>	100	40	10-20
15 - 35	<i>Eucalyptus</i>	120	50	10-20
> 35	<i>Eucalyptus</i>	120	60	10-20

Fonte: modificado de Gonçalves et al. (1996)

Recomendação de B

Teor	B água quente	Cu	Fe	Mn	Zn
		DTPA			
		mg/dm ³			
Baixo	0-0,20	0-0,2	0- 4	0-1,2	0-0,5
Médio	0,21-0,60	0,3-0,8	5-12	1,3-5,0	0,6-1,2
Alto	>0,6	>0,8	>12	>5,0	>1,2

Doses a aplicar de B

1. Região com **baixa à moderada deficiência hídrica**

- ✓ 2 a 3 g/planta de B $\rightarrow \cong$ 20 g/planta de ulexita acidificada (Ex.: Borogran)

2. Região com **alta deficiência hídrica**

- ✓ 4 a 5 g/planta de B $\rightarrow \cong$ 40 a 50 g/planta de ulexita acidificada

Quando aplicar?

Junto com 1^a parcela da adubação de cobertura

– Método de aplicação



✧ copas pequenas e sistema radicular restrito

✓ em meia-lua ou em filetes contínuos na projeção das copas



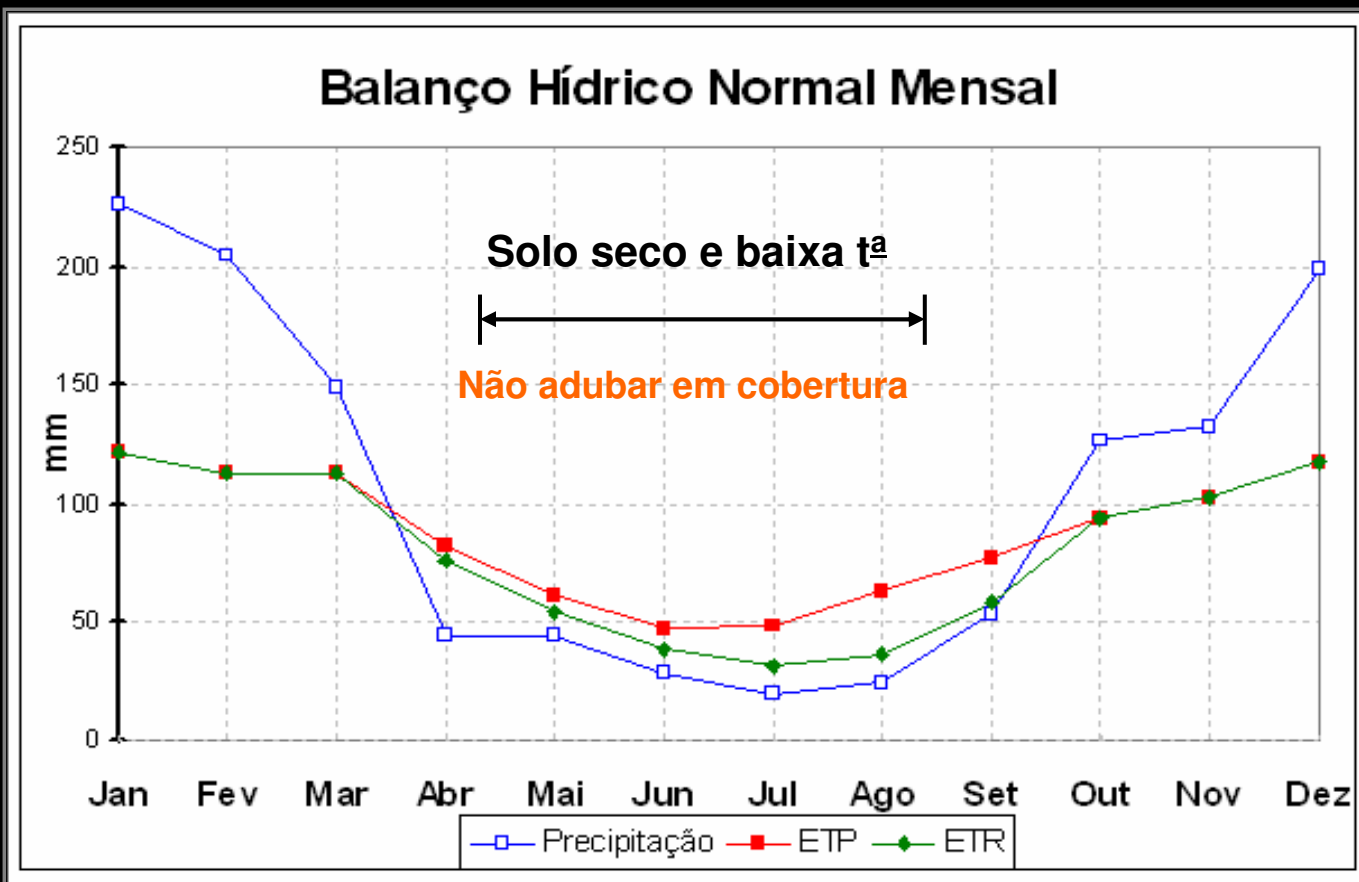






✧ copas grandes

✓ em filetes contínuos ou faixas na entrelinha ou a lanço em área total



Importância da adubação antes do inverno

- ✓ Aplicar os adubos nas últimas chuvas do outono
→ absorção de nutrientes
- ✓ Aumenta concentração de nutrientes da planta
➢ maior tolerância à geada (ponto crioscópio mais baixo)
- ✓ Previne contra seca de ponteiro (deficit de Ca e B)
➢ movimento lento e acrípeto via xilema (afeta gemas terminais)

Obrigado.