

MANEJO NUTRICIONAL EM FLORESTAS DE EUCALIPTO EM ÁREAS COM DÉFICIT HÍDRICO

Ronaldo Luiz Vaz de Arruda Silveira – RR Agroflorestal

11 de setembro de 2018

DESAFIO DA MÁXIMA PRODUTIVIDADE

Eucalipto - Pirapora - MG



Realização:



PRODUQUÍMICA. Uma empresa do Grupo Compass Minerals.

Parceiros



- 1. Potencial Produtivo do sítio - como determinar?**
- 2. Filosofia RR para recomendação de adubação**
- 3. Produtividade em função da adubação e clima**
- 4. Estratégia de manejo nutricional para áreas de déficit hídrico**

1. Potencial Produtivo do sítio – como determinar?

Produtividade = função do **clima**, **material genético**, **práticas silviculturais** e **fertilização**

Fatores que aumentam a capacidade do sítio de forma econômica – genético e nutricional

Água?

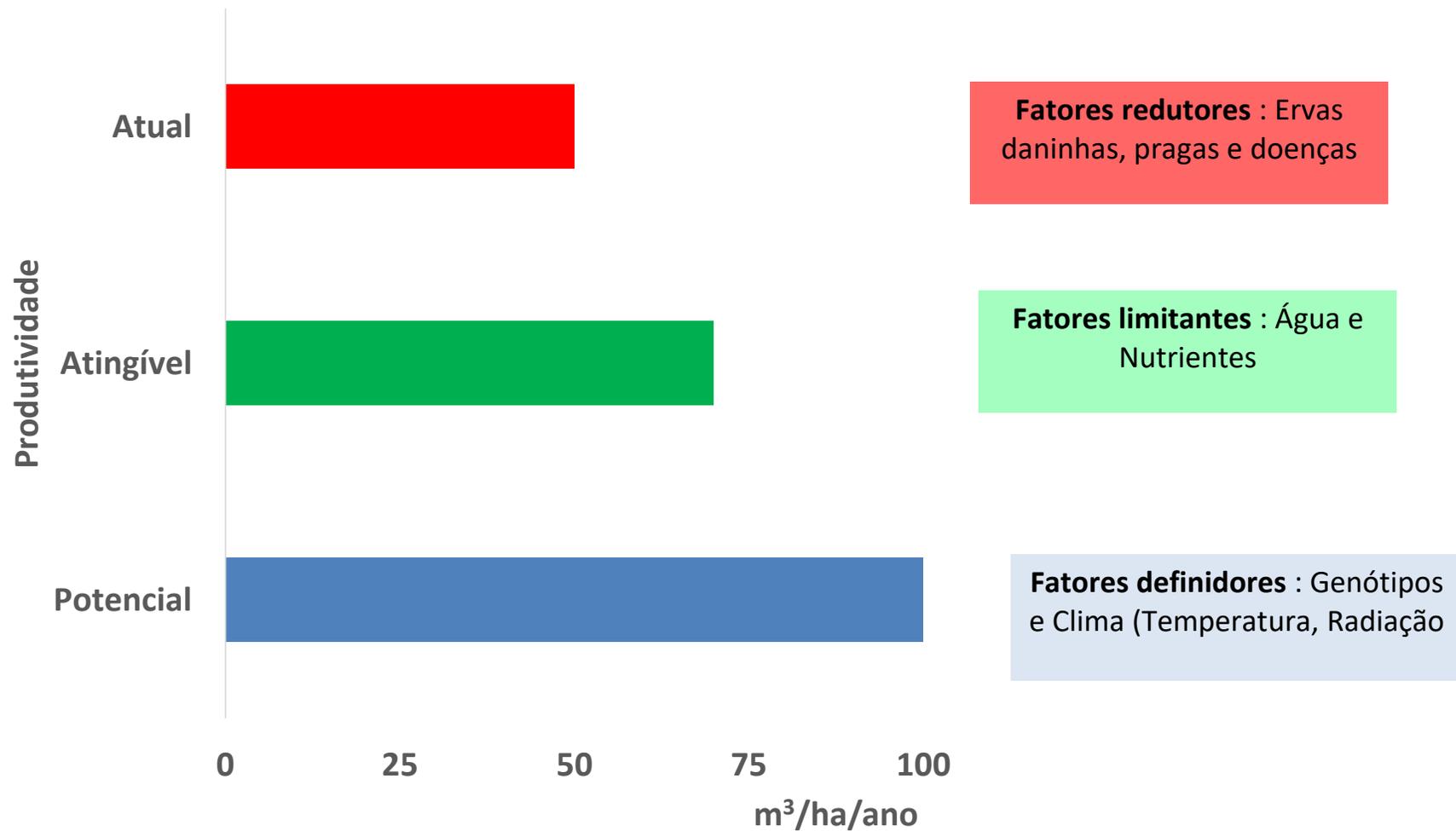
Práticas para evitar a perda da capacidade produtiva do sítio = controle do mato, formiga e preparo do solo adequado

Práticas para aumentar a capacidade produtiva do sítio = Fertilização e material genético adequado

Antes adubarmos o que devemos saber ?

Real capacidade produtiva do sítio, a qual não é estática e sim dinâmica, tendo forte relação com o clima (altitude e precipitações)

Produtividade Potencial do Eucalipto



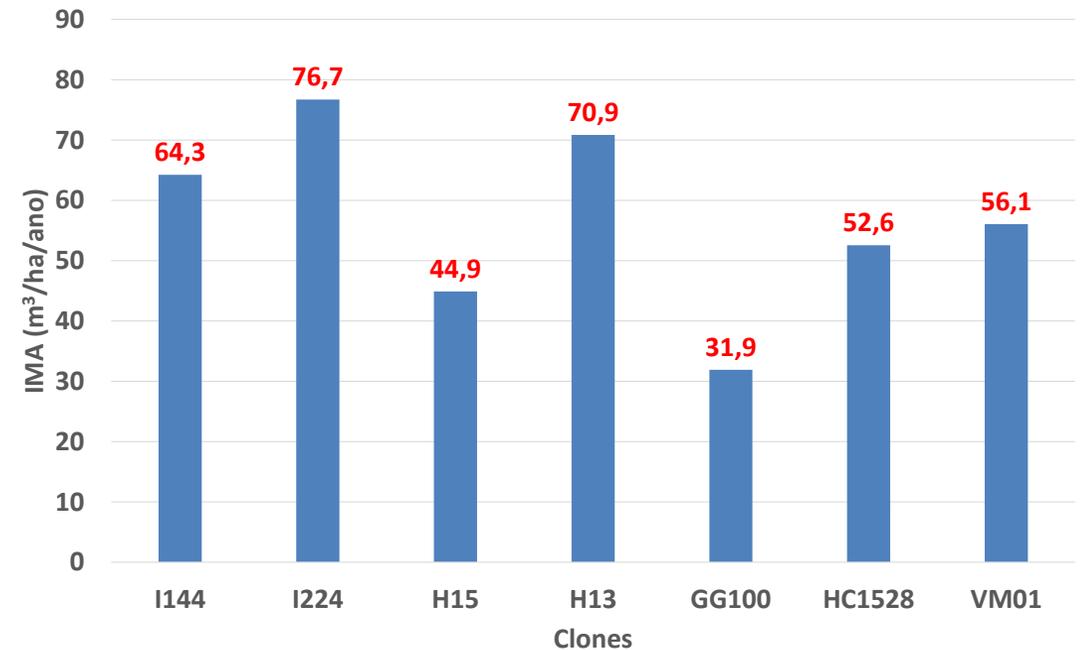
Perdas de Produtividade - genética

Distúrbio fisiológico – região do sul da Bahia

Clone **altamente** suscetível ao distúrbio fisiológico

Clone **medianamente** suscetível ao distúrbio fisiológico

Clone **resistente** ao distúrbio fisiológico



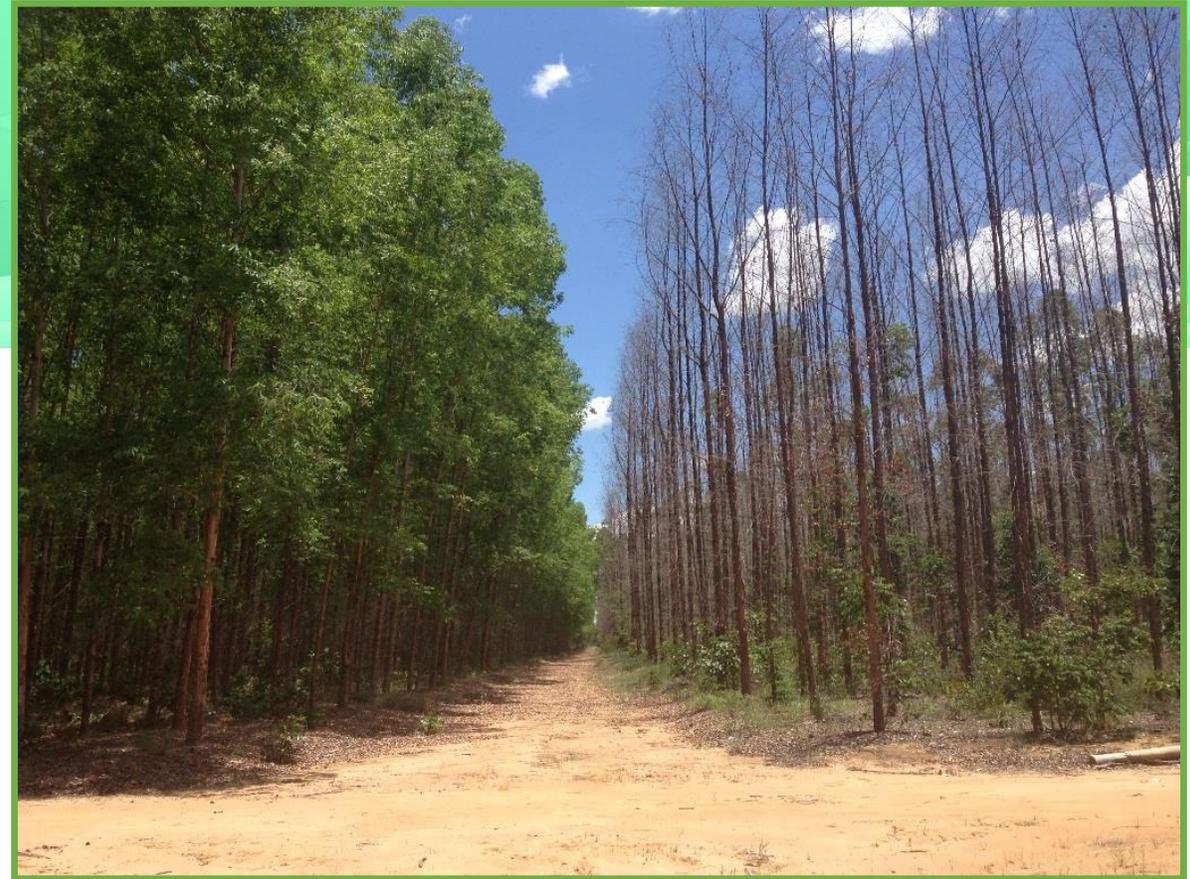
IMA de clones de eucalipto aos 4 anos após plantio na região de Igrapiúna/BA (precipitação anual de 2.340 mm)

Perdas de Produtividade – déficit hídrico

Brasilândia



Bocaiúva



Perdas de Produtividade – Pragas e Doenças



**Material suscetível ao
percevejo bronzeado
(*Thaumastocoris
peregrinus*)**

**Material resistente ao
percevejo bronzeado
(*Thaumastocoris
peregrinus*)**

Perdas de Produtividade – demais fatores

- **Preparo de solo – profundidade e estrondamento**

Solos adensados (alto teor de silte) e local da camada de impedimento

40-50 cm – solos arenosos

80-120 cm – solos adensados na região Sul da Bahia - Ripper

- **Localização do adubo**

Muito profundo (> 30 cm)- atraso no arranque

Superficial (< 20 cm) – queima por salinidade

Tempo entre subsolagem e plantio x fixação de P

- **Heterogeneidade – replantio tardio (> 30 dias)**
- **Mato competição (plantas daninhas, broto ladrão e brotação remanescente)**
- **Desbrota tardia (realizada com mais de 3,0 m de altura)**
- **Adubação (dose, época e forma de aplicação)**
- **Escolha de material genético não adaptado às condições edafoclimáticas**

2. Filosofia da RR para recomendação de adubação

“Fertilidade do solo associada ao clima e potencial produtivo do clone”



Doses dos Nutrientes

Flexionar a adubação em função da expectativa de produtividade

Nível crítico no solo em função da expectativa de produtividade (clima e genética)

Altitude (< 500 m)			
Precipitação	Produtividade dos clones (m ³ /ha/ano)		
	Alta	Média	Baixa
< 1.000 mm	40	35	25
1.000 - 1.500 mm	50	45	35
> 1.500 mm	60	50	45
Altitude (500 - 800 m)			
Precipitação	Produtividade dos clones (m ³ /ha/ano)		
	Alta	Média	Baixa
< 1.000 mm	45	40	30
1.000 - 1.500 mm	55	50	40
> 1.500 mm	65	55	50
Altitude (> 800 m)			
Precipitação	Produtividade dos clones (m ³ /ha/ano)		
	Alta	Média	Baixa
< 1.000 mm	50	45	35
1.000 - 1.500 mm	60	55	45
> 1.500 mm	70	60	55

CUB em diferentes níveis de produtividade

**Maior
produtividade**



**Maior acúmulo
de nutrientes**



**Maior
dependência da
fertilidade do
solo ou adubo**

Nutrientes	Potencial Produtivo (m ³ /ha/ano)			
	30	40	50	60
	g/m ³			
N	1431	1284	1182	1088
P	96	86	80	75
P ₂ O ₅	219	198	184	171
K	760	670	611	557
K ₂ O	916	808	736	671
Ca	1537	1417	1332	1252
Mg	324	297	279	261
S	210	188	174	161
B	4,3	4,0	3,8	3,5
Cu	1,7	1,6	1,6	1,5
Fe	25,3	23,8	22,7	20,9
Mn	36,5	35,5	34,9	32,1
Zn	5,9	5,6	5,4	4,9

Fonte: UFV modificada

**Quanto mais
produtiva a
floresta**



Mais eficiente



**Menos Nutriente
para produzir 1
m³ de madeira**

IMA e eficiência de conversão em madeira de clones de eucalipto em função de diferentes precipitações

Clones	Precipitação (mm/ano)						Média	
	900	1200	1400	900	1200	1400		
	IMA (m ³ /ha/ano)			Eficiência de conversão (mm/m ³)			IMA (m ³ /ha/ano)	Eficiência de conversão (mm/m ³)
321	20	42	66	45	28	21	43	31
1249	13	40	61	69	30	23	38	41
1280	11	31	56	69	39	25	33	44
1341	11	39	42	82	31	33	31	49
1407	30	71		30	17		51	24
1423	28	39		32	39		34	36
Média	19	44	56	55	31	26		

Quais seriam então as eficiências dos clones utilizados ?

- ❑ **Clima – precipitação x evapotranspiração (altitude) – quantos mm de chuva para produzir 1 m³ de madeira**

Clones	Precipitação (mm/ano)		
	900	1200	1400
	Eficiência de conversão		
321	45	28	21
1249	69	30	23
1280	69	39	25
1341	82	31	33
1407	30	17	
1423	32	39	
Média	55	31	26

Quais seriam então as eficiências dos clones utilizados ?

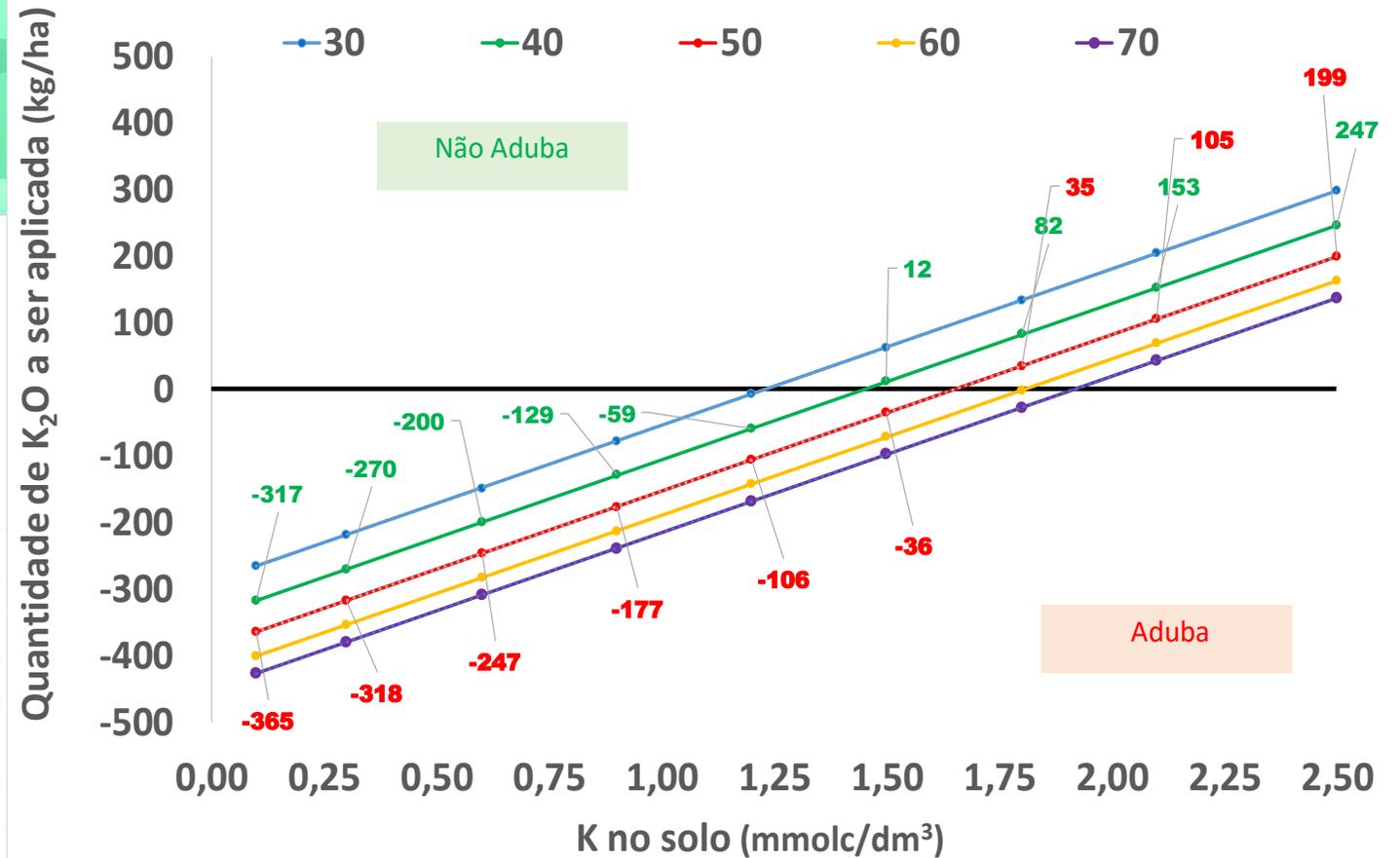
☐ **Nutrição – quantos kg de nutrientes para produzir 1 m³ de madeira?**

Híbrido	Clone	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg
		Kg por m ³						
UR x ---	I-224	1260	71	162	596	718	1326	231
UR x ---	I-060	992	68	156	619	746	856	209
UR x ---	I-144	1192	78	180	681	820	928	261
UR x ---	I-225	1238	68	155	581	700	976	213
UR x ---	I-044	1241	80	183	735	886	1000	246
Média		1184	73	167	640	771	1028	232
UR x GR	HC-249	1391	75	173	613	738	931	214
UR x GR	HC-232	1133	79	181	655	789	1058	267
UR x GR	HC-373	1272	83	190	654	788	967	302
UR x GR	HC-257	1187	84	192	630	759	1023	288
UR x GR	HC-344	1318	98	223	698	841	1056	331
UR x GR	HC-289	1406	103	237	760	915	1058	323
Média		1278	85	195	658	793	1024	282
UR x (CA x GR)	HCT-041	1014	82	189	693	835	1207	306
UR x (CA x GR)	HCT-027	1168	87	200	693	836	840	248
UR x (CA x GR)	HCT-037	1197	70	160	749	902	1069	256
Média		1116	80	183	710	855	1051	273
Média geral		1211	80	184	668	805	1023	264

Produtividade	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	S
	kg de nutrientes por ha							
IMA 30	301	20	46	160	193	323	68	44
IMA 40	360	24	55	188	226	397	83	53
IMA 50	414	28	64	214	258	466	98	61
IMA 60	457	31	72	234	282	526	110	67

Estamos fertilizando para que nível de produtividade?

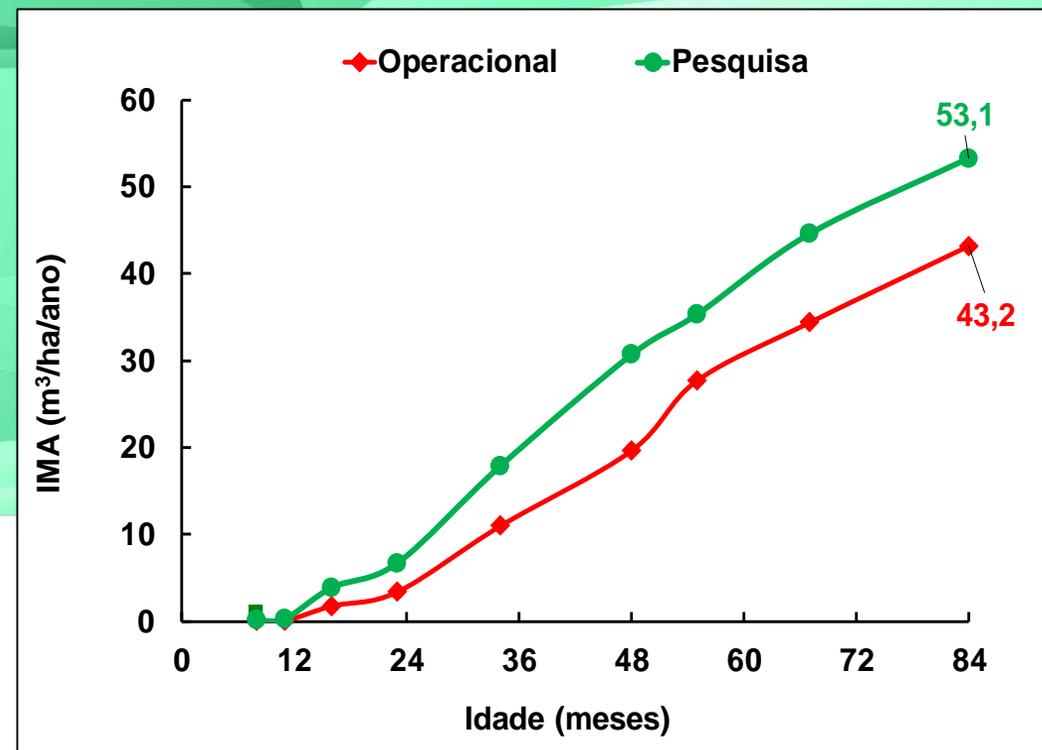
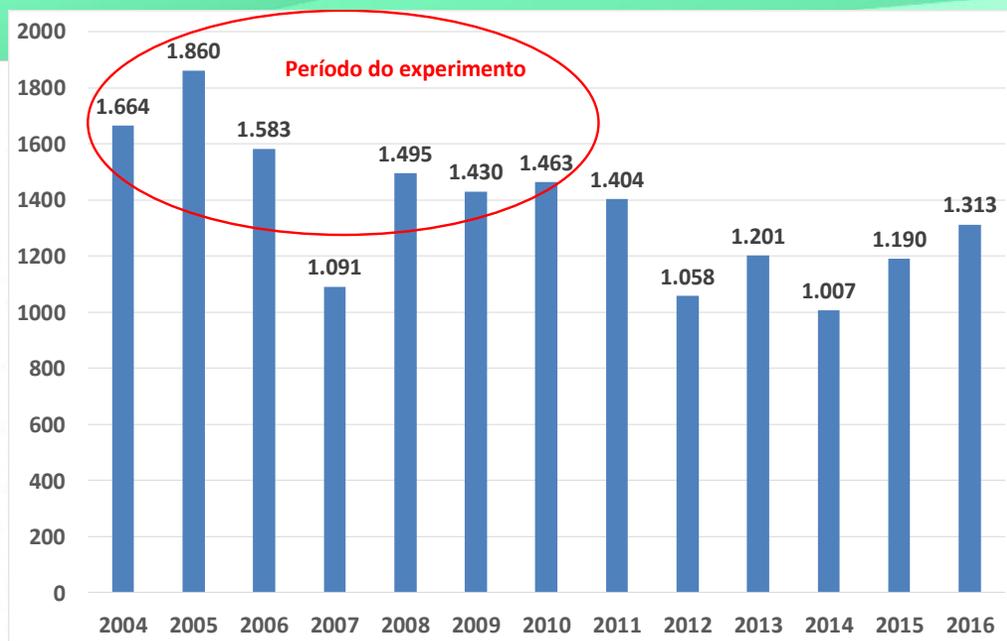
Prdutividade	K (0-40 cm)	
	mmol _c /dm ³	mg/dm ³
IMA 20	0,72	28
IMA 30	1,02	40
IMA 40	1,20	47
IMA 50	1,37	53
IMA 60	1,50	59



3. Produtividade em função da adubação e clima

Adubação	Talhão	kg/ha									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	
Operacional											
Operacional	1456/MN463	6,6	60	127	367	65	6	5,0	0,0	0,0	
Pesquisa	1456/MN463	171	82	216	587	104	13	8,3	1,0	3,5	

IMA do clone MN463 aos 84 meses na fazenda Campo Alegre na região de João Pinheiro em função da tecnologia de adubação – plantio dezembro de 2003



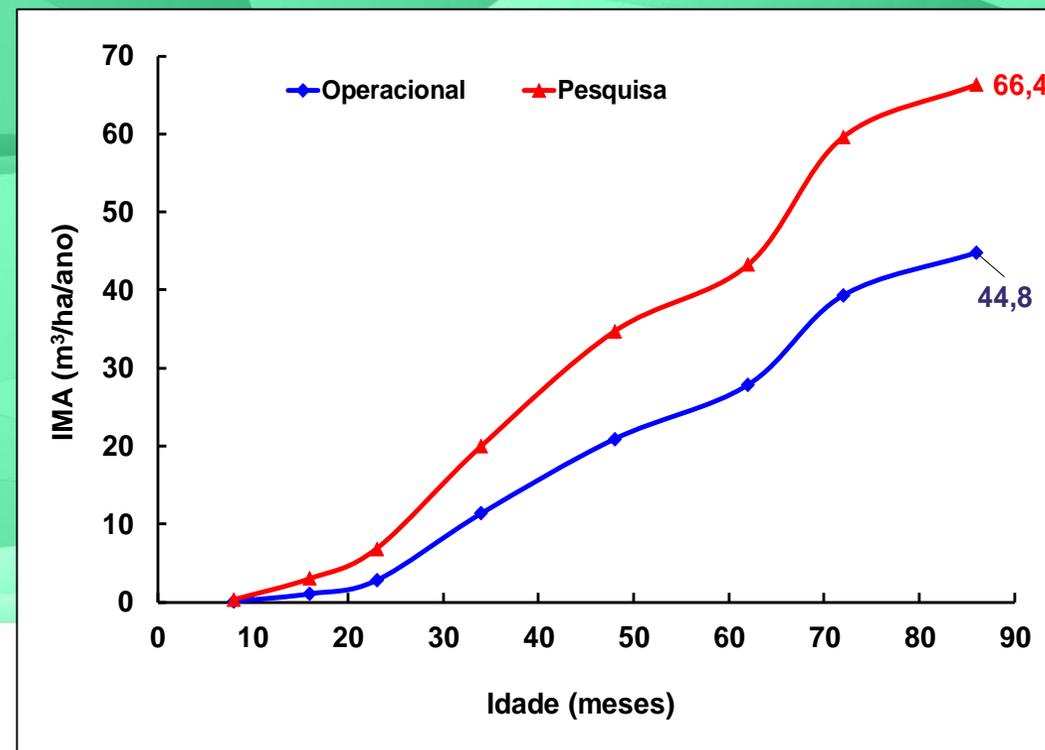
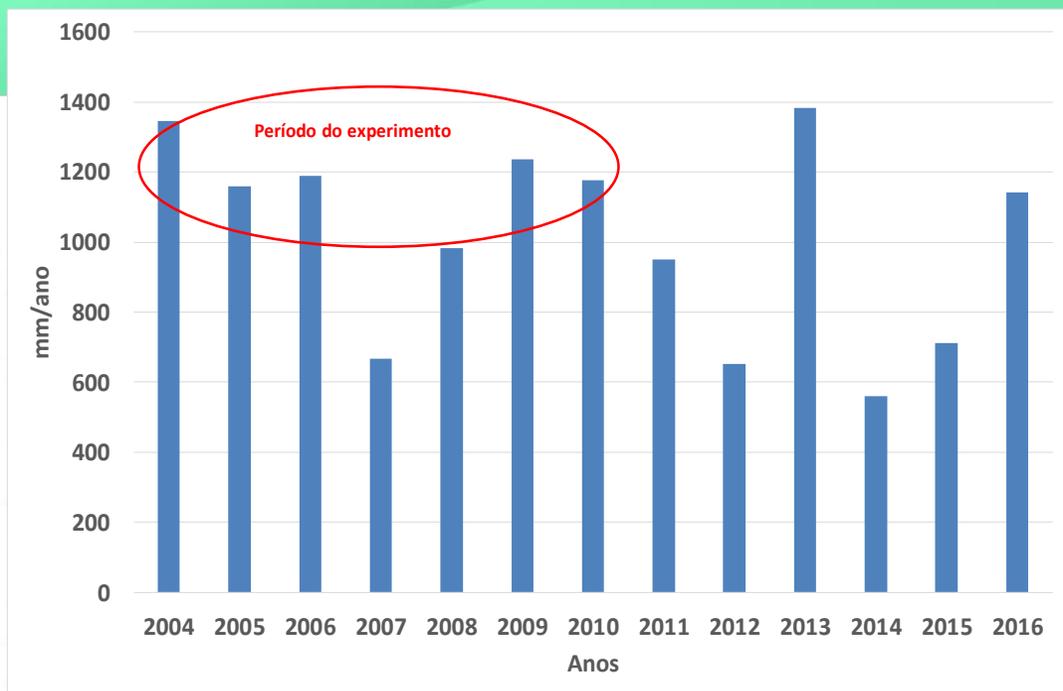
Chuva total de 10811 mm

1 ano abaixo de 1.400 mm

Média de 1544/ano

Adubação	Talhão/Clone	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn
		kg/ha								
Operacional	3839/MN463	7	60	67	367	65	6	7	0	0
Pesquisa	3839/MN463	99	90	189	1101	195	27	8	2	3

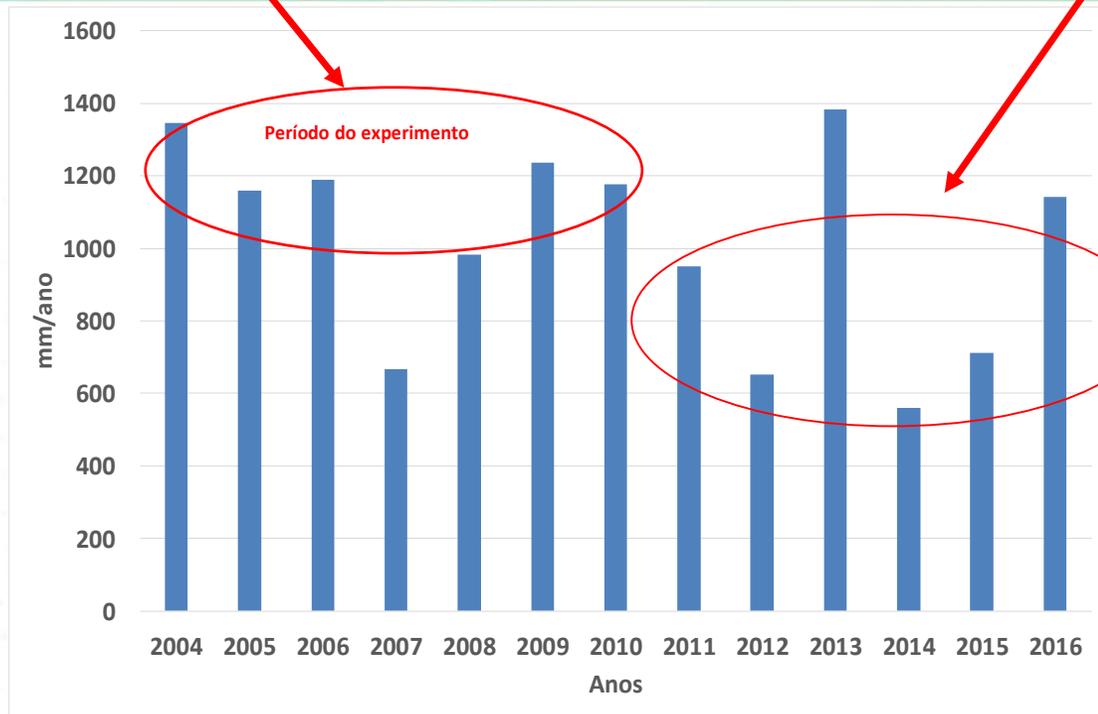
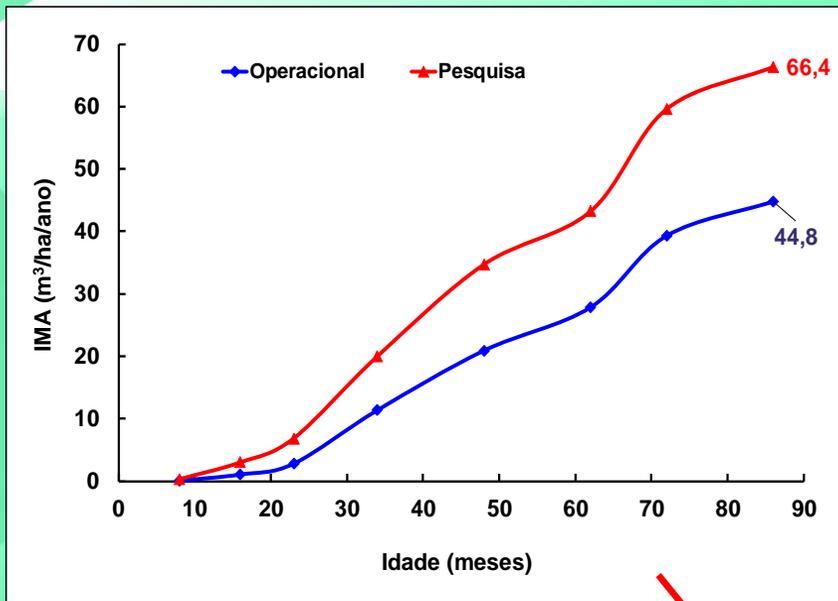
IMA do clone MN463 aos 86 meses na fazenda Vargem Grande na região de Bocaiúva, em função da tecnologia de adubação – plantio novembro de 2003



Chuva total de 8.103 mm

1 ano abaixo de 1.000 mm

Média de 1.143/ano



Total de 8.103 mm

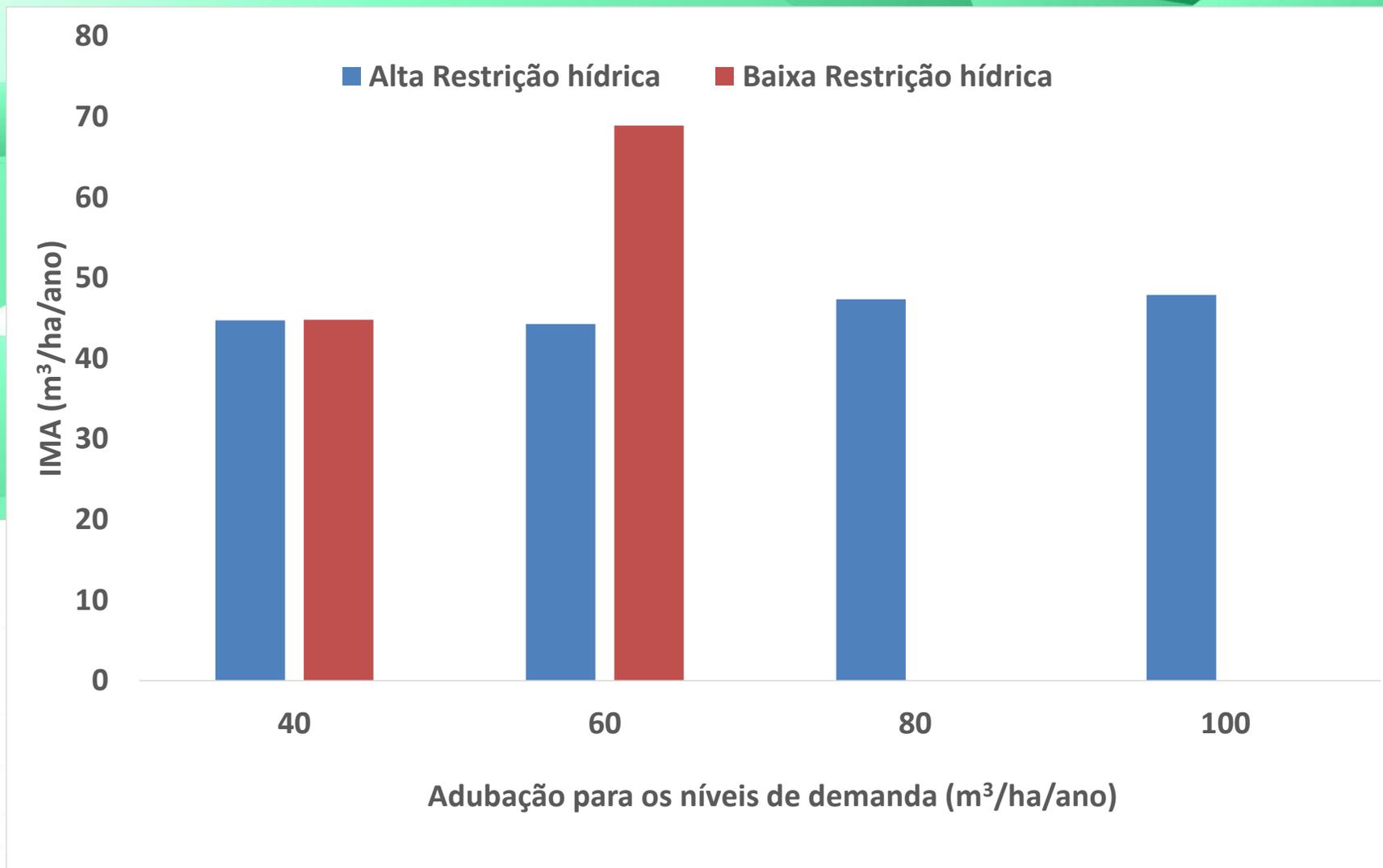
1 ano abaixo de 1.000 mm

Média de 1.143/ano

Total de 6.815 mm

Média de 950 mm/ano

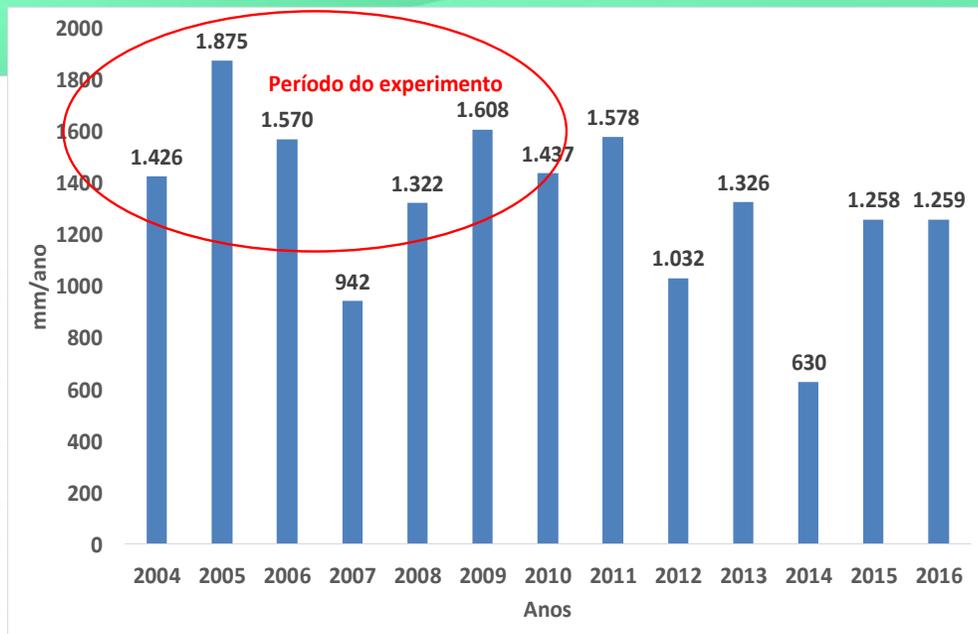
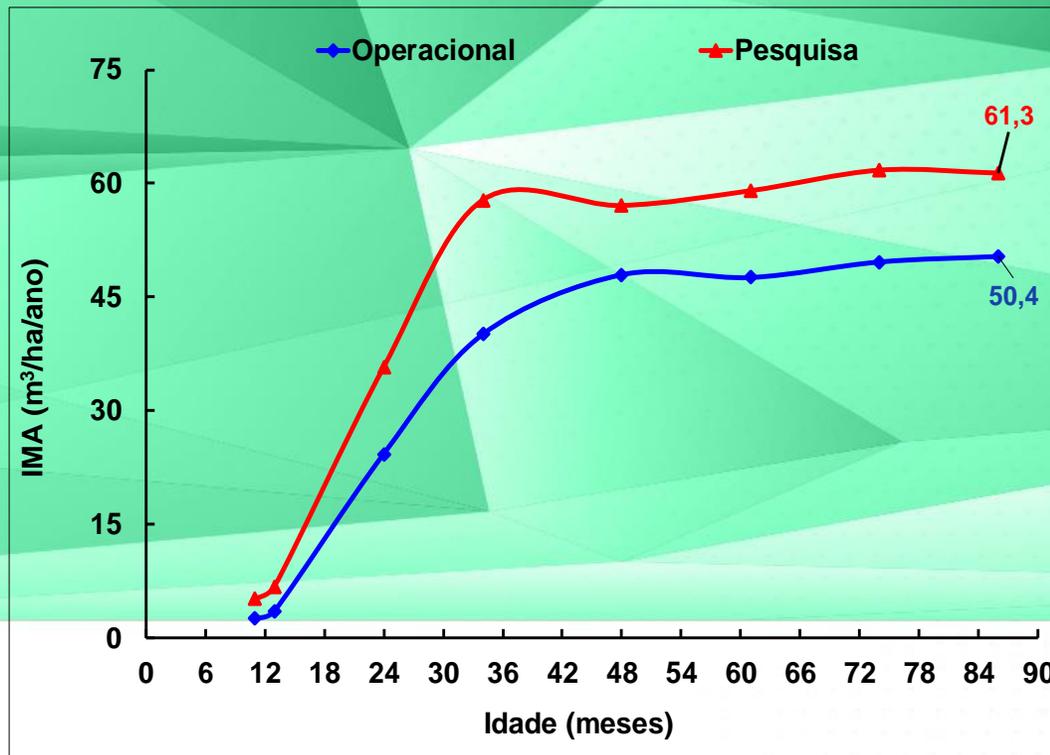
3 anos com menos de 800 mm/ano



Produtividade obtidas em anos anteriores não puderam ser repetidas devido à crise hídrica

Adubação	Talhão/Clone	kg/ha									
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	
Operacional											
Operacional	1456/MN463	6,6	60	151	477	84	5,5	5,0	0,0	0,0	
Pesquisa	1456/MN463	99	90	189	880	156	27	6,0	2,0	3,0	

IMA do clone MN463 aos 86 meses na fazenda Itapoã na região de Curvelo, em função da tecnologia de adubação – plantio novembro de 2003

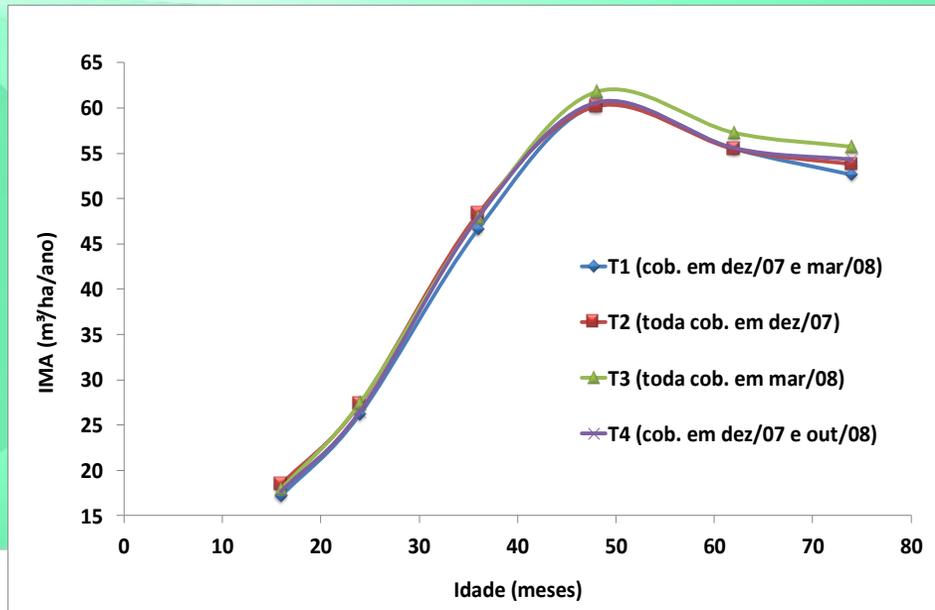


Chuva total de 10.449,1 mm

1 ano abaixo de 1.300 mm

Média de 1.312 mm/ano

Parcelar ou não parcelar as adubações de cobertura ?

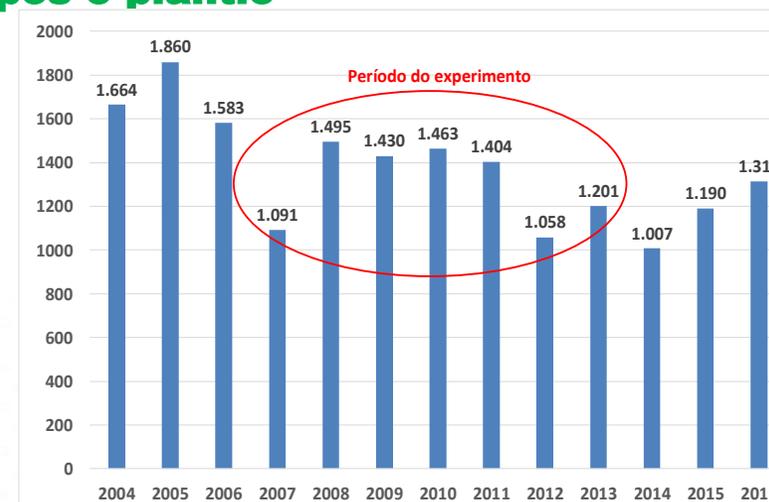
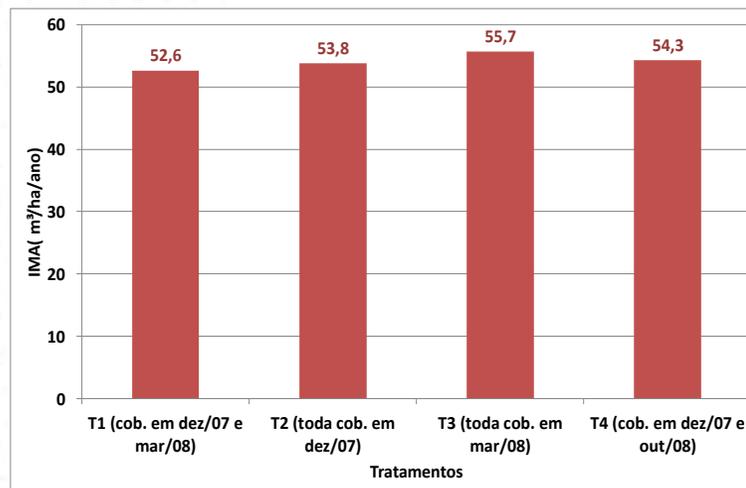


Plantio em janeiro/2007

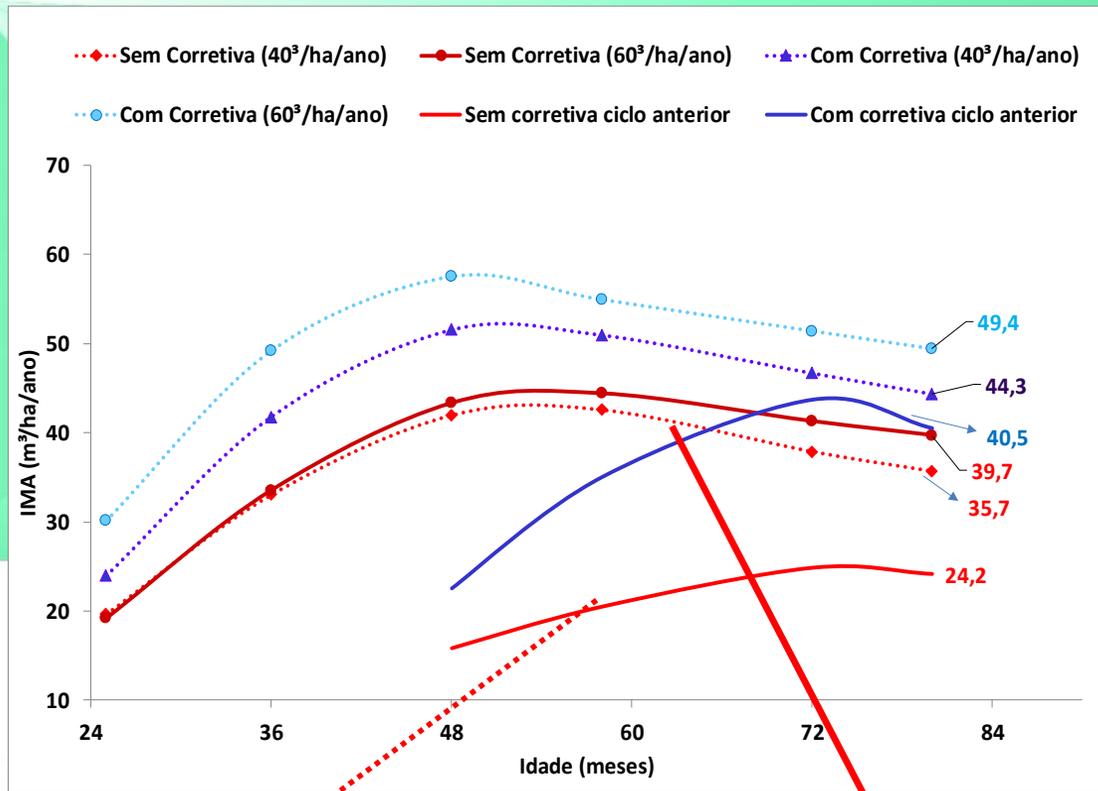
Tratamentos	Coberturas	
	2ª	3ª Cobertura
1	dez/07 350 kg/ha de 18-00-18	mar/08 400 kg/ha de 15-00-30
	dez/07 350 kg/ha de 18-00-18 400 kg/ha de 15-00-30	-
3	-	mar/08 350 kg/ha de 18-00-18 400 kg/ha de 15-00-30
	dez/07 350 kg/ha de 18-00-18	out/08 400 kg/ha de 15-00-30

1ª cobertura igual para todos : 125 kg/ha de 20-00-15 + B

IMA do clone MN463 nos tratamentos de parcelamento N e K, na fazenda Patagônia, região de João Pinheiro, aos 74 meses após o plantio



Floresta pouco produtiva no 1º ciclo precisa ser reformada?



Total de 11.469 mm

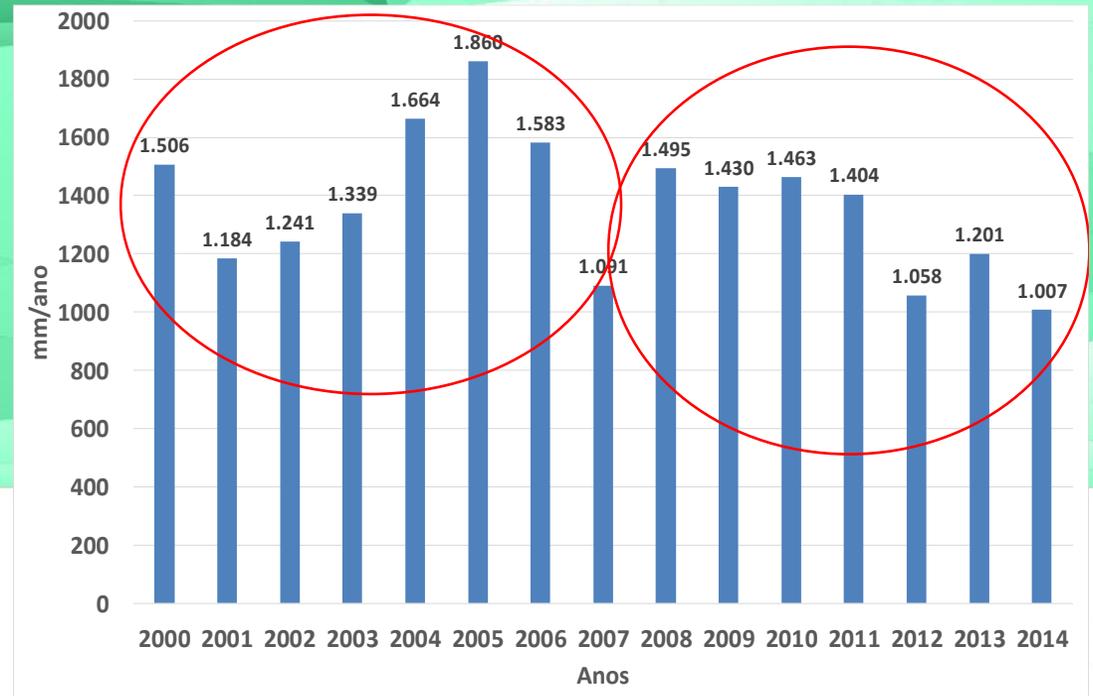
Média de 1.434 mm/ano

IMA de 24,2 m³/ha/ano

Total de 10.149 mm

Média de 1.268 mm/ano

IMA de 35,7 m³/ha/ano



Qual a real causa da menor produtividade?

4. Estratégia do manejo nutricional para áreas de déficit hídrico

☐ Fonte de cálcio e corretivos

Objetivos

- ✓ Fornecer **Ca, Mg e S**
- ✓ Uso de **calcário calcítico ou gesso** deve estar associado a fonte extra de Mg
- ✓ Aumenta a decomposição da matéria orgânica – **maior disponibilidade** de N, P e S.
- ✓ Diminui a **fixação de fósforo** – efeito positivo em solos muito argiloso

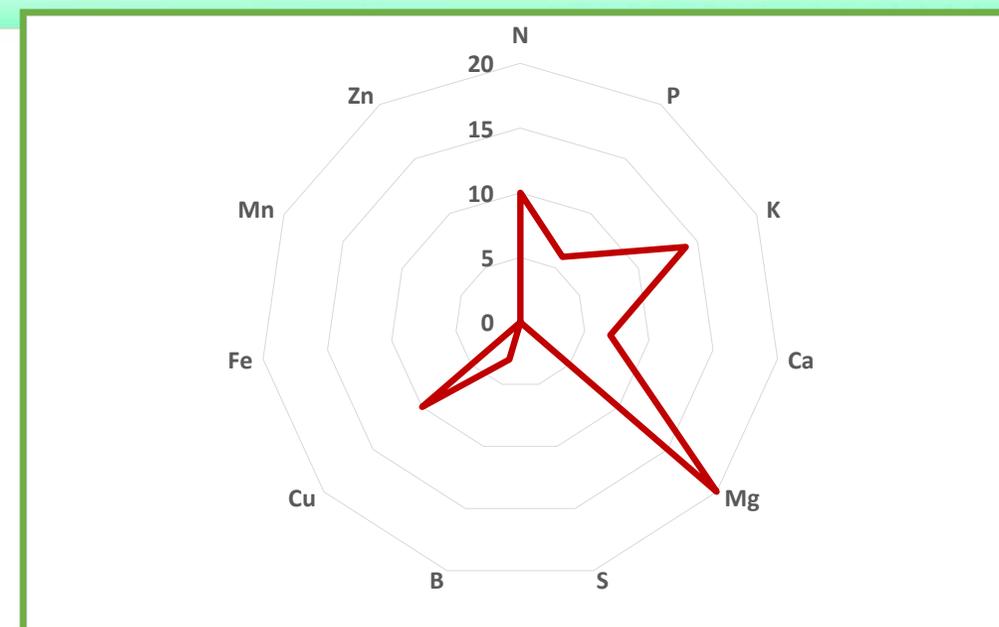
Forma e época de aplicação

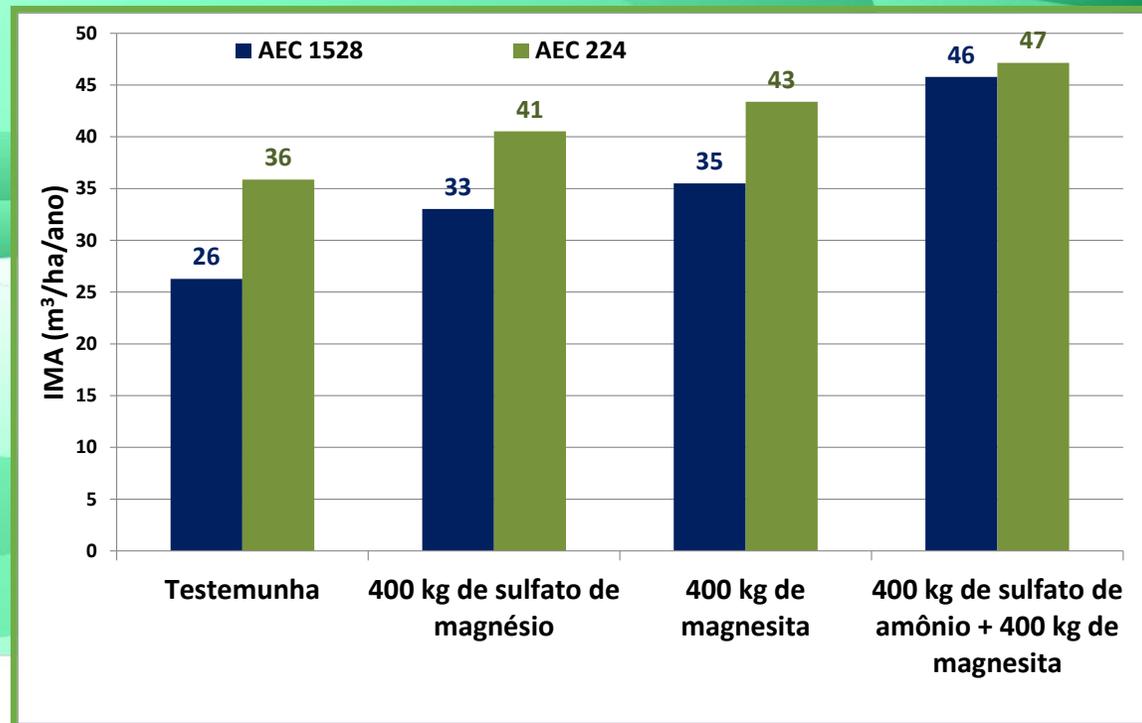
- ✓ Mais **próximo do plantio** e **maiores teores de argila** – maior dependência do PRNT do calcário e menor efeito imediato
- ✓ Preferencialmente em **área total e antes do plantio**
- ✓ Relevo permitir - **incorporação é bem vinda** – ajuda na solubilização e também colocar Ca + porofundo
- ✓ Florestas em reforma ou condução **aplicar antes do corte**,
3-4 meses de chuva (evitar aderência no tronco – danos nos equipamentos de corte)
- ✓ **Aplicação tardia de calcário realizada após a cobertura com K** resulta em deficiência de Mg e Ca

	Cloreto de K	Calcário dolomítico
	KCl	CaCO ₃ e MgCO ₃
Nutriente fornecido	K	Ca e Mg
Solubilidade em água	Alta	Baixa
Mobilidade no perfil do solo	Móvel	Ca (baixa) e Mg (média)
Absorção pela planta	Rápida (K ⁺)	Lenta (Ca ⁺²) e Média (Mg ⁺²)
Translocação na planta	Móvel	Imóvel (Ca) e Móvel (Mg)

Deficiência visual de Mg cada dia mais frequente principalmente na condição de brotação

Minas Gerais - Região de Três Marias/MG - Brotação



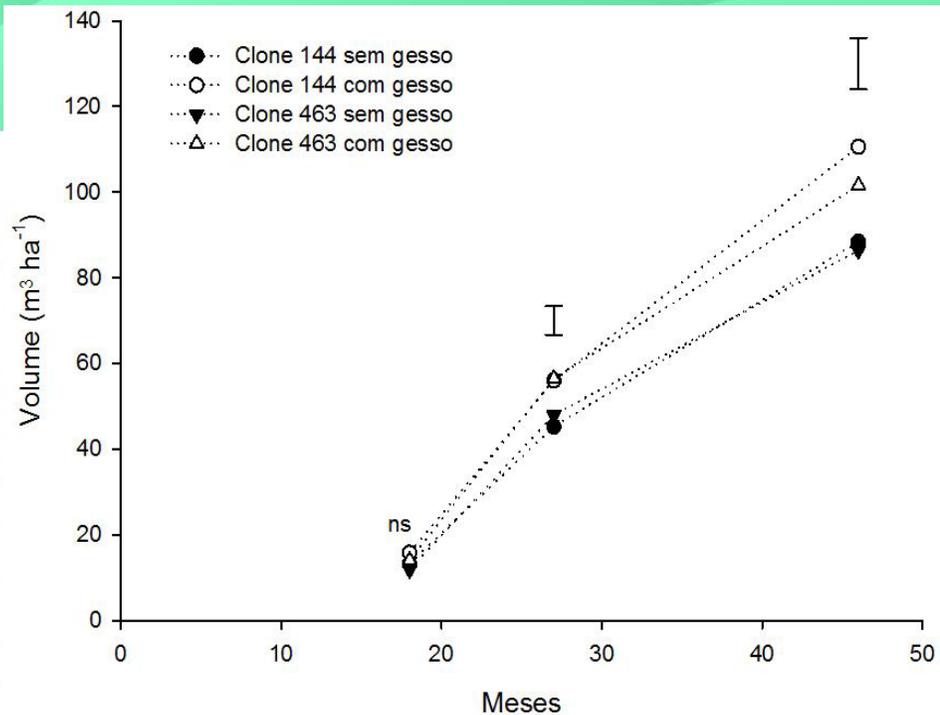


Incremento médio anual do clone HC 1528 e I224 nos diferentes tratamentos de adubação corretiva com Mg, N e P aos 84 meses de idade na região de Itamarandiba/MG (60% de argila, 900-1000 m de altitude e 1.100 mm/ano)

- **A aplicação corretiva de Mg aumenta em 20% via sulfato e 32% via óxido.**
- **A aplicação de N com Mg aumenta em 20% o IMA em relação a aplicação isolada de Mg.**
- **A aplicação de N e Mg aumenta em 53% o IMA em relação à testemunha**
- **Resposta diferenciada dos clones**
- **A deficiência de Mg tem se tornado frequente nos plantios de eucalipto**

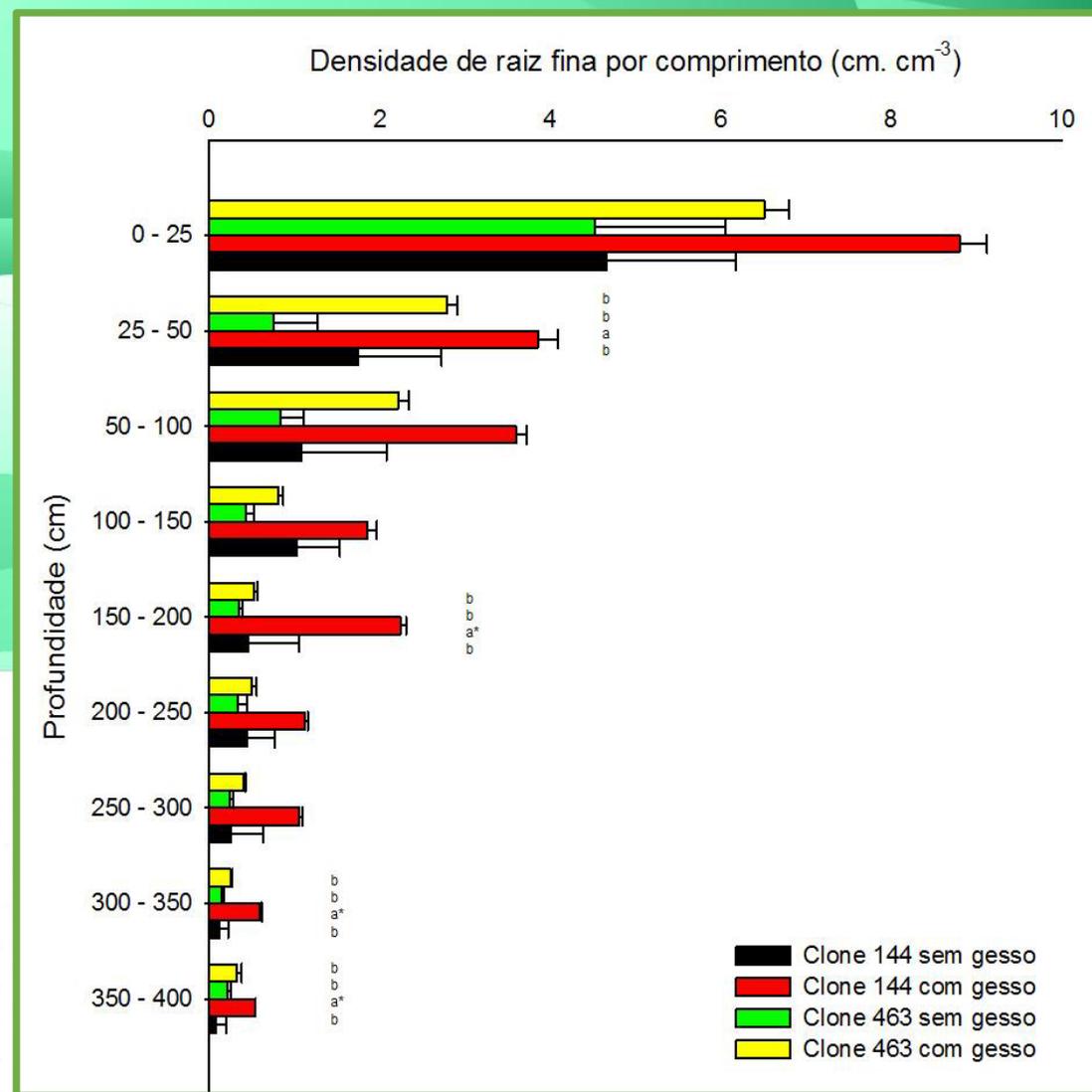
O que fazer para melhorar o fornecimento de Ca e Mg ?

- ❑ Quando possível incorporar calcário dolomítico
- ❑ Uso de fontes mais solúveis combinadas
 - **Gesso ou Sulfurgran como Fonte de S**
 - **Óxidos de Ca e Mg em relação aos carbonatos**



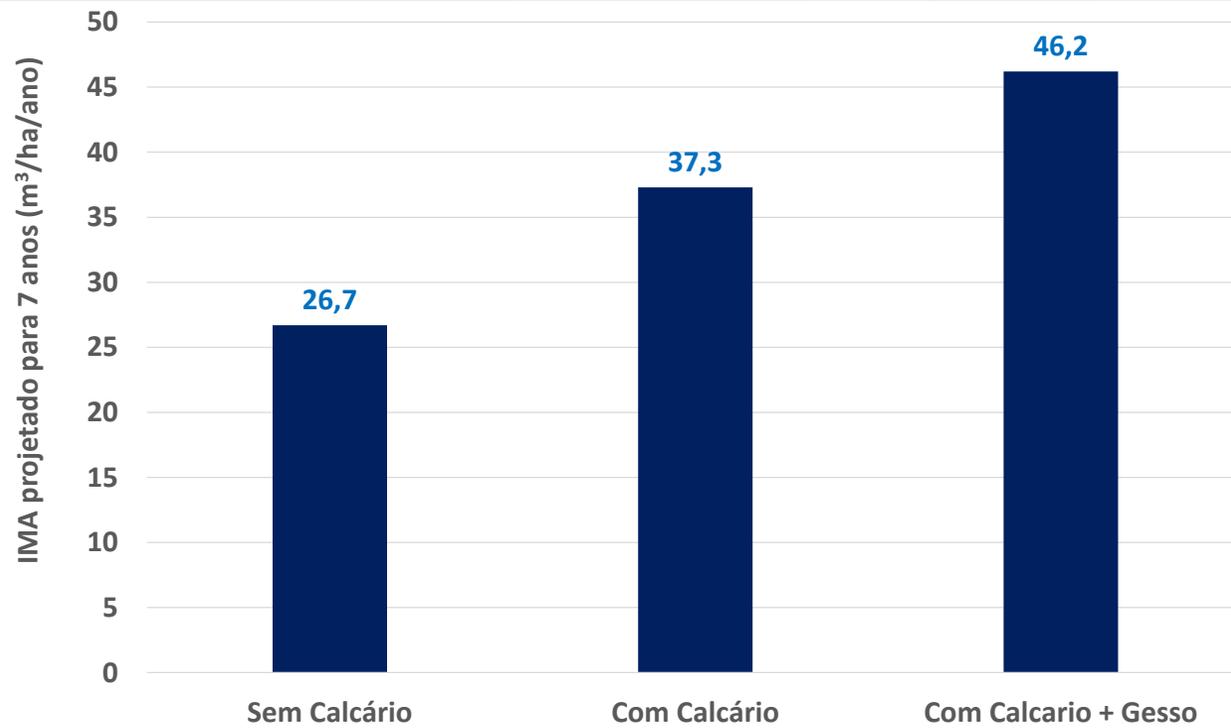
Volume de madeira produzido em função da aplicação ou não de gesso e do clone de eucalipto

Fonte: Mariño (2016)



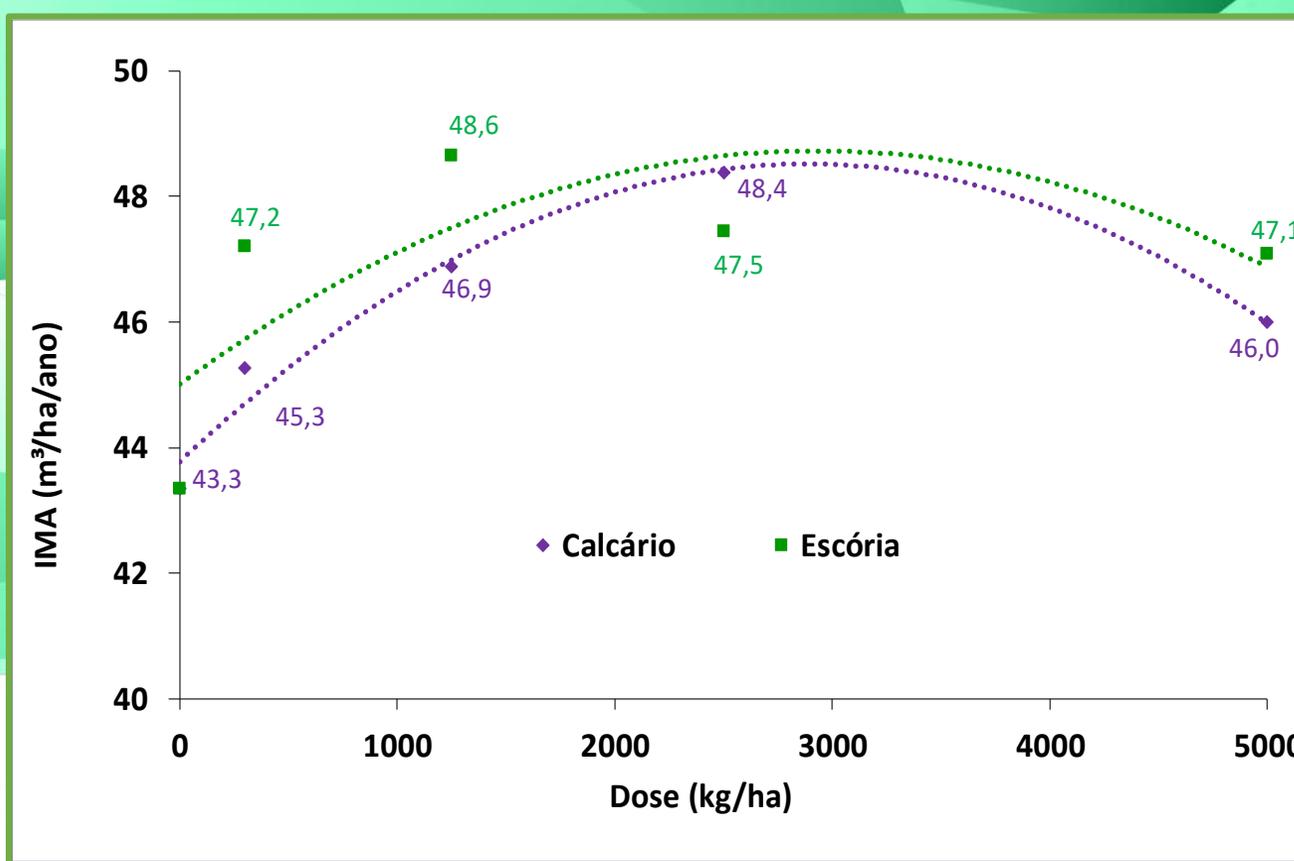
Densidade de raízes finas por biomassa ($\varnothing \leq 3$ mm) ao longo do perfil do solo, em plantios de *Eucalyptus* com 59 meses de idade, de acordo com a presença ou ausência de gessagem e do clone de eucalipto

Fonte: Mariño, 2016



IMA projetado do clone I144 para 7 anos após o plantio em função da aplicação de calcário e gesso na região de Três Marias/MG (solo arenoso – 20,5% de argila e 1.250mm/ano)

- **A aplicação de calcário aumentará IMA em cerca de 40%**
- **A aplicação de gesso na presença do calcário aumenta a produtividade em 24%**
- **A aplicação de calcário + gesso aumenta a produtividade em 73% em relação à testemunha**



IMA do clone I144 aos 85 meses em função das doses de calcário dolomítico e escória de siderurgia na região de Curvelo (solo argiloso, 670 m de altitude e 1050 mm/ano)

- ✓ **Resultado similar** entre silicato e carbonato
- ✓ **A aplicação corretiva proporcionou aumentos de 10-12%** no IMA

❑ Adubação de plantio

Objetivos

- ✓ Fornecer **nutrientes de menor mobilidade** no perfil do solo (P, Cu e Zn) – aplicação em profundidade e próximo as raízes.
- ✓ Fornecer parte da demanda de N, K e do B – **50 a 70% da dose total**
- ✓ Uso de **adubos de liberação controlada – dose única** no plantio ou adubação de **plantio + 1 cobertura** aos 12-18 meses
 - **Ótimos resultados** com o fornecimento de todo N no plantio e 1 cobertura só com KCl
 - **Maior arranque da floresta** com fechamento rápido das copas – diminuindo a matocompetição e o uso de glifosato (fitotoxicidade)
 - **A lixiviação de N e K é pequena** quando comparadas às culturas anuais mesmo em solo arenoso – volume de raízes de absorção até 80 cm de prof.
 - **Maiores doses de N e K no sulco – atrasar** a adubação de cobertura ou **até retirar** – facilitando a programação operacional
- ✓ Fornecer **P solúvel** (reduz limitação de P no arranque) – potencializa o uso dos demais nutrientes, principalmente N

Sugestão de manejo para área de déficit hídrico

Adubar para demanda de IMA 30-35 no plantio e depois ir ajustando as coberturas em função das precipitações ao longo do período – aproveitar as oportunidades
Flexionar a adubação em função do clima – expectativa de produtividade

Importante

- ✓ **Localização do adubo – dose total e concentração de NK e B na formulação**

Alta dose de N e K - maior profundidade de aplicação (> distância da raiz/adubo)

Subsolador com 2 saídas em profundidades diferentes

Exemplo 1

15 cm – superfosfato simples ou 06-30-06

30 cm – NK (15-00-30) ou NPK (20-05-20)

Exemplo 2

350 kg de 10-30-10

15 cm – 100-150 kg/ha

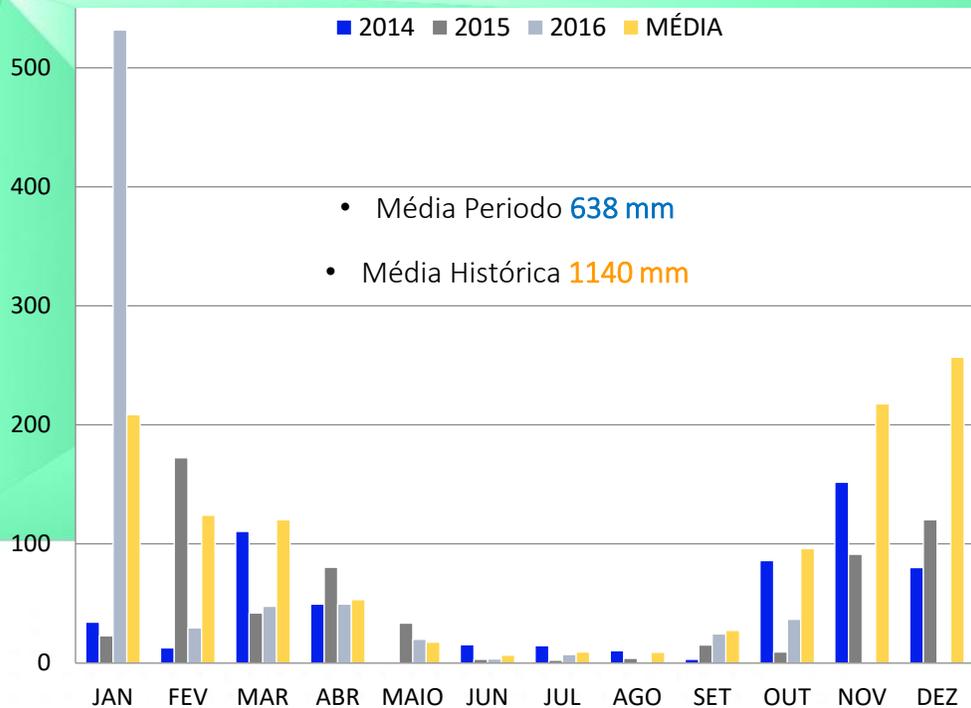
30 cm – 200-250 kg/ha

- ✓ **Uso de coveta – a decisão é mais operacional que técnica**

Subsolador 2 saídas – maior eficiência e operacionalidade



PRECIPITAÇÃO (mm)



Tratamentos

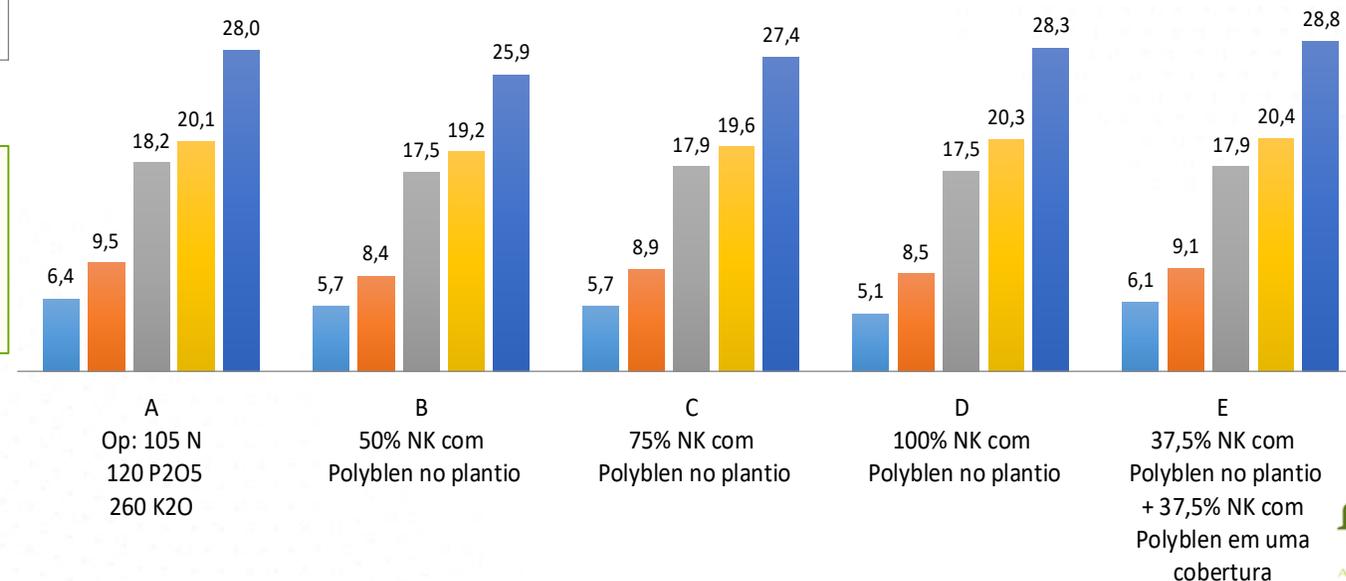
Dose dos nutrientes N-P-K (kg ha⁻¹)

	Plantio			Cobertura			Total		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A Plantio: N-P-K Convencional Coberturas: 2 N-P-K Convencional	45	90	65	60	30	195	105	120	258
B 50% N-K com 'Polyblen' no plantio	46	125	125	-	-	-	46	125	125
C 75% N-K com 'Polyblen' no plantio	78	122	183	-	-	-	78	122	183
D 100% N-K com 'Polyblen' no plantio	119	119	227	-	-	-	119	119	227
E 37,5% N-K com 'Polyblen' no plantio + 37,5% N-K com 'Polyblen' em 1 cobertura	58	116	87	33	-	105	91	116	192

Fatos Relevantes:

2014 e 2015 chuvas foram 50% da média.

Em 2016 chuva de 530 mm em Janeiro.



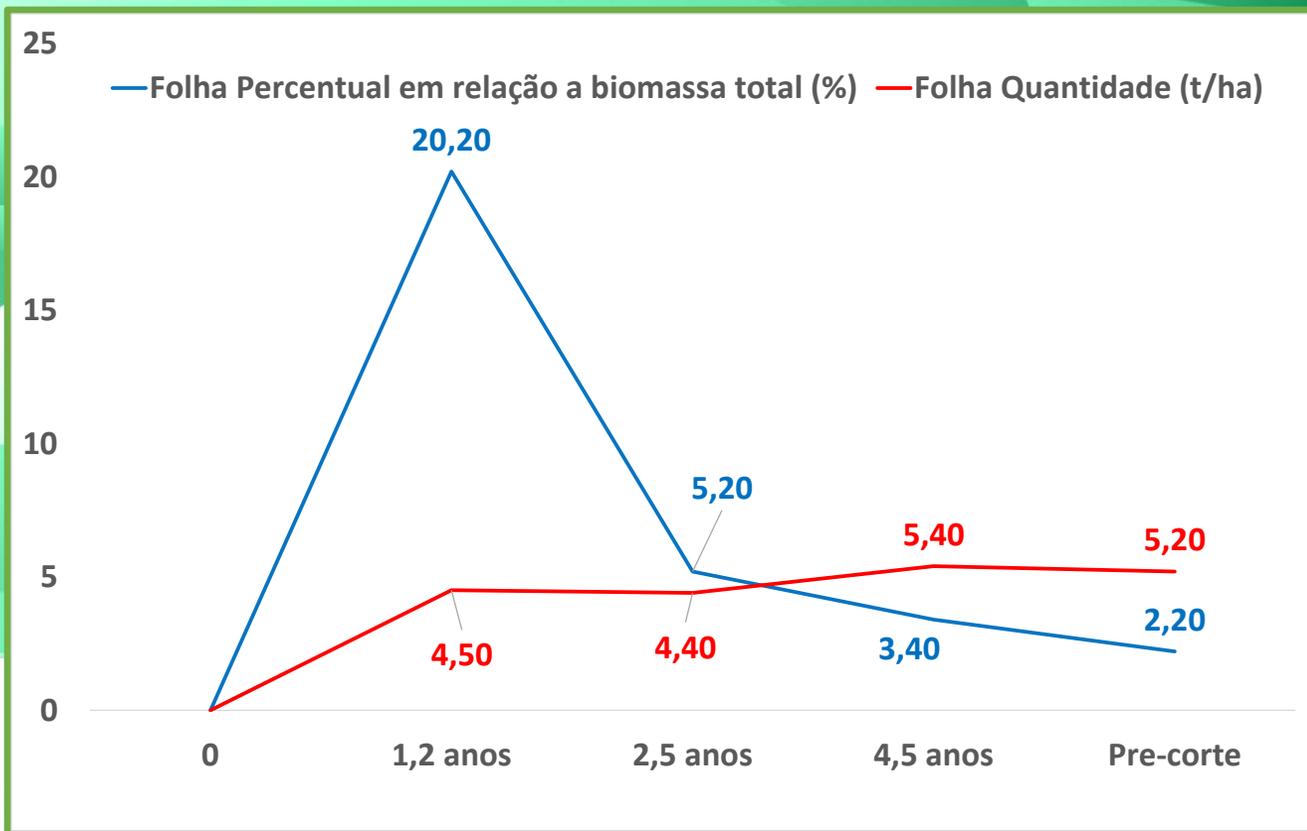
❑ **Adubação de cobertura**

Objetivos

- ❖ **Fornecer nutrientes de maior mobilidade no perfil do solo (N, K, S e B)**
 - **As fontes de N, K, S e B são solúveis em água**
 - **São nutrientes com maior velocidade de absorção**

Doses

- ✓ **As doses devem variar em função da fisiologia da planta**
 - K atua no controle osmótico e no transporte dos fotoassimilados para o tronco - necessidade aumenta com a maior IAF e déficit hídrico**
- ✓ **Variar as relações N/K nas adubações de cobertura em função do estágio de crescimento e déficit hídrico**
- ✓ **Dose ajustada em função da expectativa de produtividade no transcorrer do período**



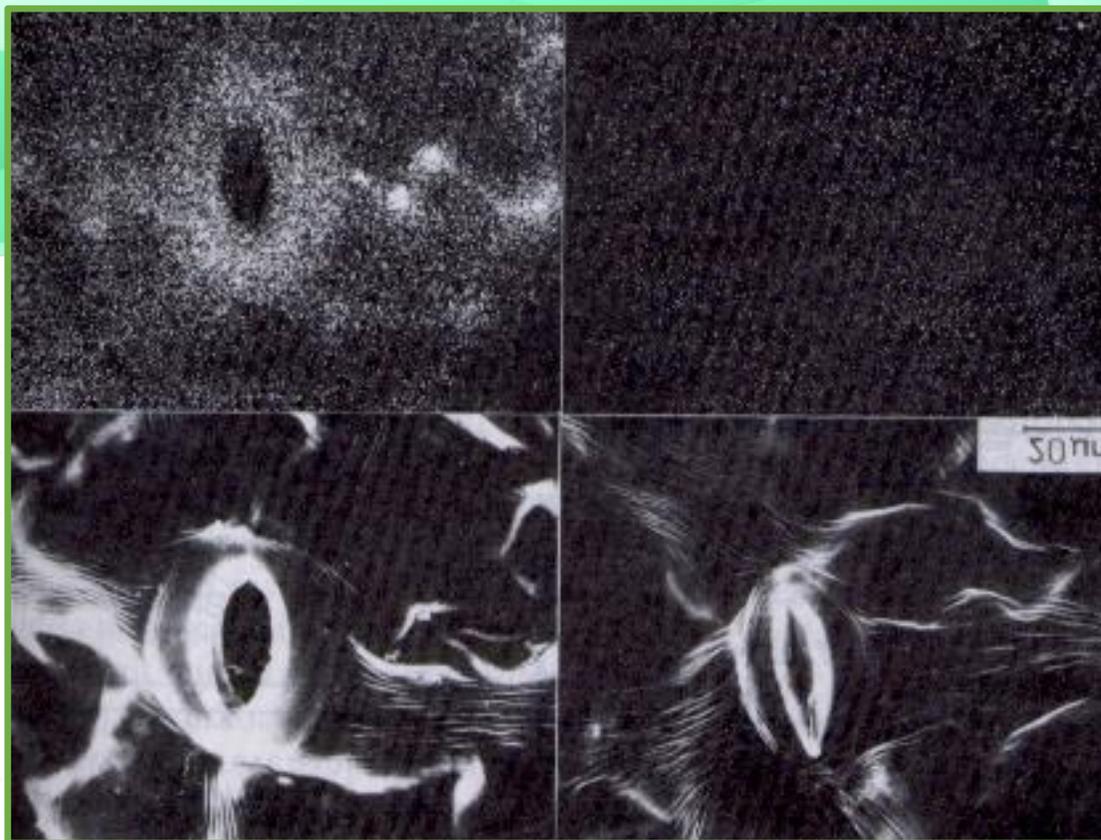
Percentual de folhas em relação a biomassa total e a quantidade de folhas em um clone de *E. urophylla* em função da idade na região de Itatinga/SP

- ❑ **85% da biomassa total de folhas aos 7 anos já ocorre aos 12 meses**
- ❑ **Quando adubar com N? Crescimento vegetativo – maior dose no sulco de plantio**

Funções

- ✓ **Potássio** – nutriente mais importante para déficit hídrico junto com **boro**
 - Controle de abertura e fechamento de **estômatos** – maior eficiência no uso da água
 - Aumenta a **resistência** das plantas ao **déficit hídrico**, **geadas**, **ataque de pragas e doenças**

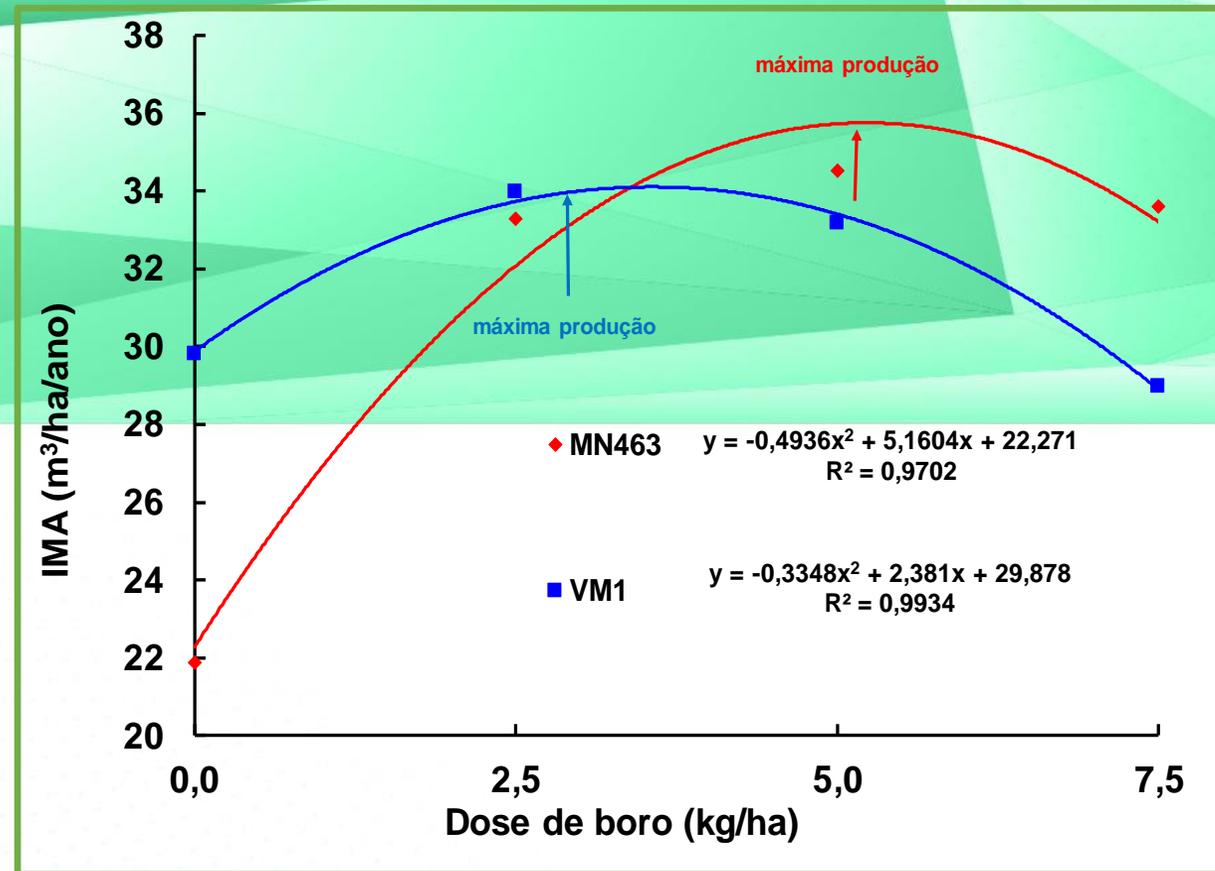
Mais K - aumenta turgor das células guardas



Com K

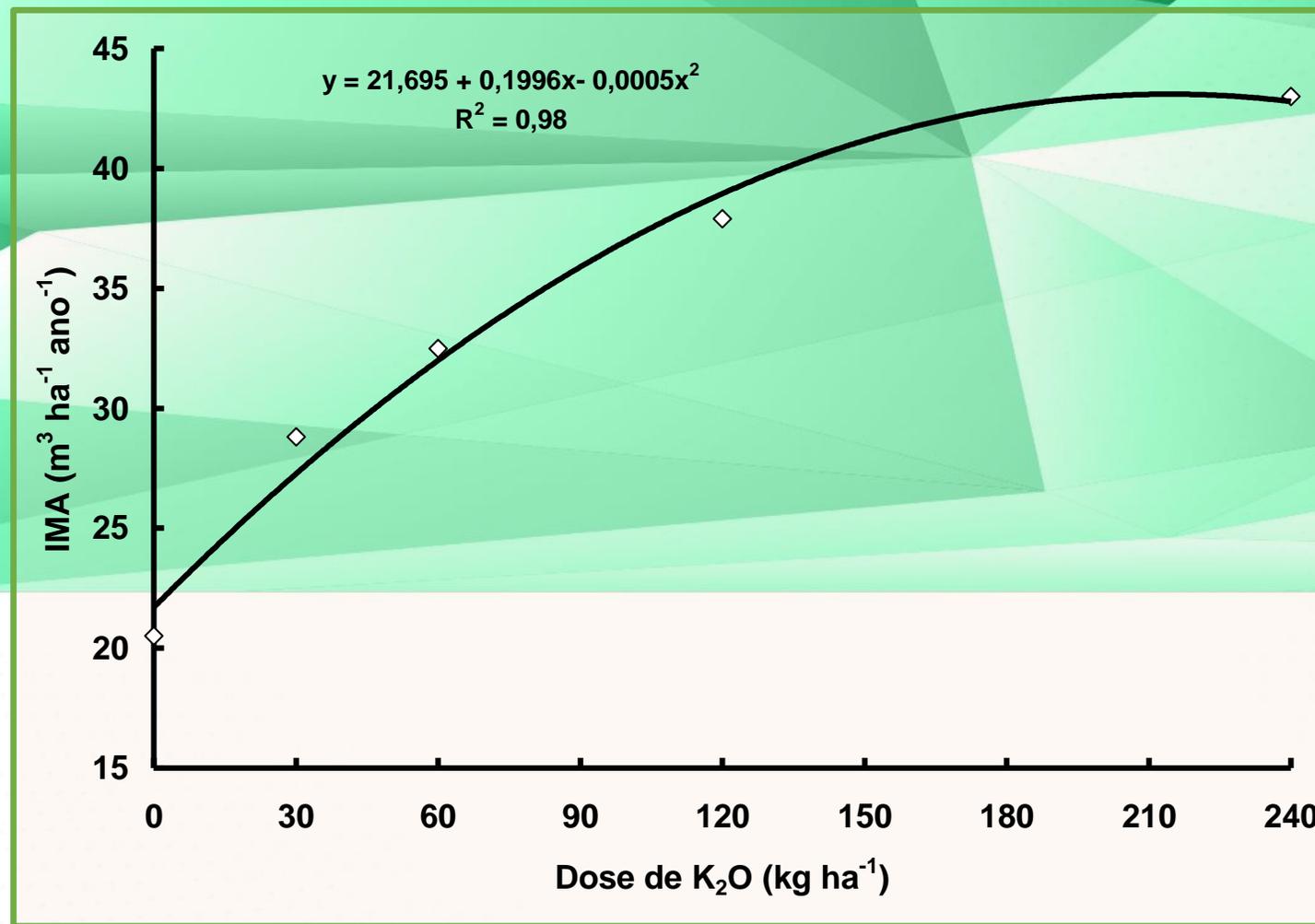
Sem K

- ❑ **Boro junto com K** ajudam a aumentar a resistência ao déficit hídrico
- ❑ **Demanda nutricional de cada clone é importante – fator genético**



Incremento médio anual dos clones MN463 e VM01 aos três anos de idade de eucalipto nas diferentes doses de boro na região de Bocaiúva/MG (solo argiloso – 60% de argila e 1058 mm/ano)

(Fonte: VM)



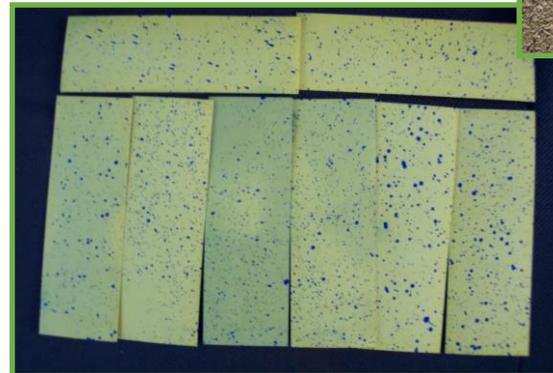
Produtividade aos 6,5 anos de idade na região de Itamarandiba/MG em função das doses de potássio na condição de 1ª rotação em solos com baixo teor de K trocável

Fonte: Faria et. al (2002)

❑ Adubação foliar com boro e outros micros

Objetivos

- ✓ Fornecer micronutrientes (**B, Cu, Mn e Zn**) com ênfase para o boro
Relação direta entre seca de ponteiro e deficiência de boro
- ✓ Fornecer **parte da demanda de micronutrientes via folha até os 3 anos**
- ✓ Fornecer **pequenas doses de potássio** visando melhorar o controle estomático e aumentar a **resistência ao déficit hídrico**



Considerações finais

- ✓ **Melhorar fornecimento de cálcio, magnésio e enxofre – incorporação ou fontes mais solúveis**
- ✓ **Maiores doses de N e K no sulco - adubação no sulco para atender uma demanda inicial de IMA 30-35**
- ✓ **Flexionar as adubações de cobertura em função das precipitações anteriores que geram a expectativa de produtividade futura**
- ✓ **Redução da adubação de cobertura – colocar todo N no sulco de plantio e fazer coberturas com KCl + B ou em solos muito arenosos (10-00-30 + B)**
- ✓ **Uso de adubos de liberação controlada – dose única no plantio – risco em função das precipitações futuras**
- ✓ **Uso de adubos de liberação controlada – sugestão de dose no plantio para IMA 30-35 + 1 cobertura com KCl (solo com mais MO) ou NK (solo arenoso pobre em MO) caso as precipitações do período permitam uma expectativa de produtividade maior que IMA 30-35**
- ✓ **Atenção especial para K e B – ajustando as doses em função do clima e da expectativa de produtividade**

OBRIGADO