

"FOREST PRODUCTION FACTORS"



Prof. Dr.nat.techn. Mauro V. Schumacher
DCFI/CCR/UFSM
E-mail: schumacherprofessor@gmail.com

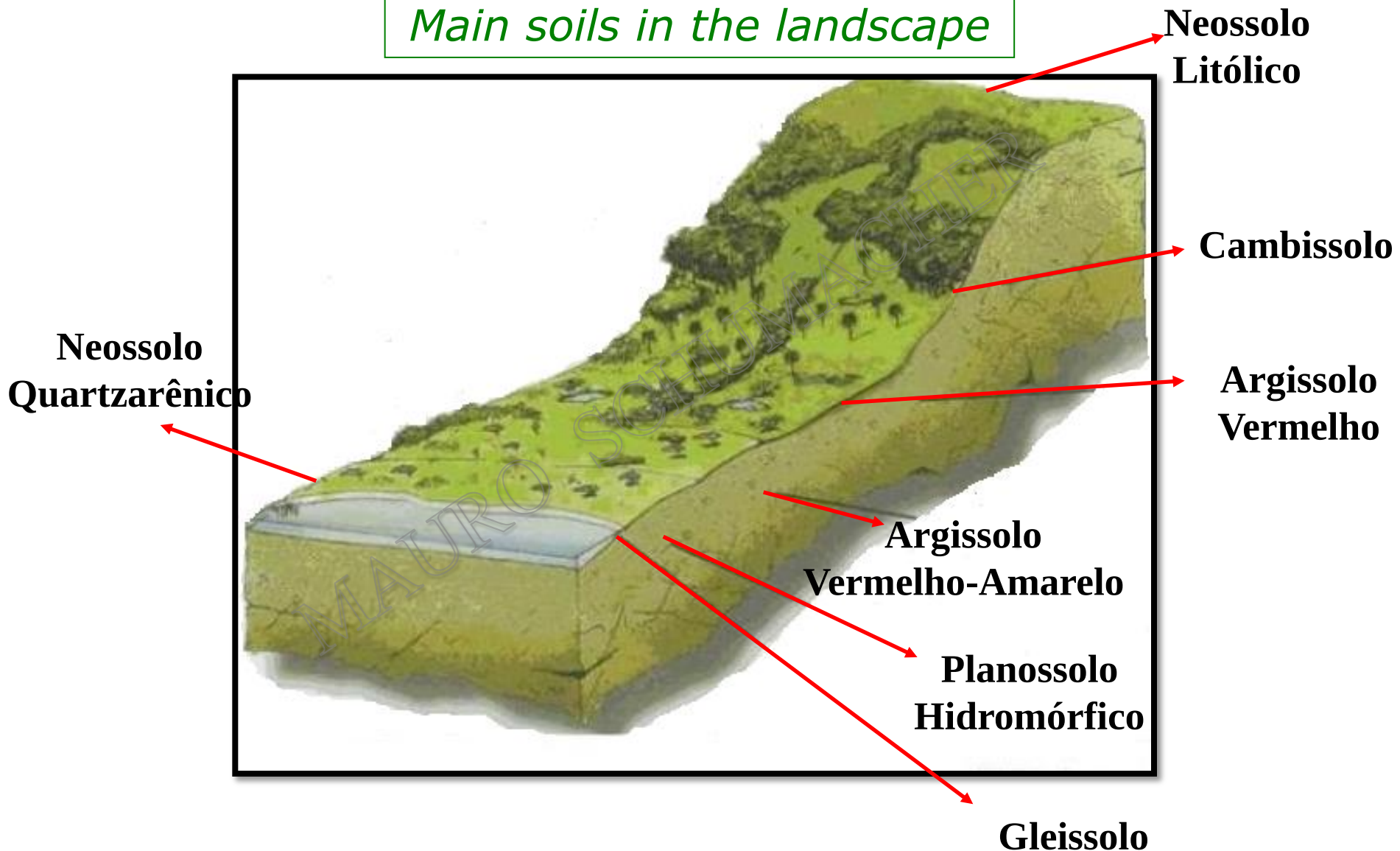
*Gain in tree growth as a result
silvicultural practices (genetic improvement)*



*Environmental Factors Related to Growth,
Partition of Biomass and Use of Resources*



Main soils in the landscape

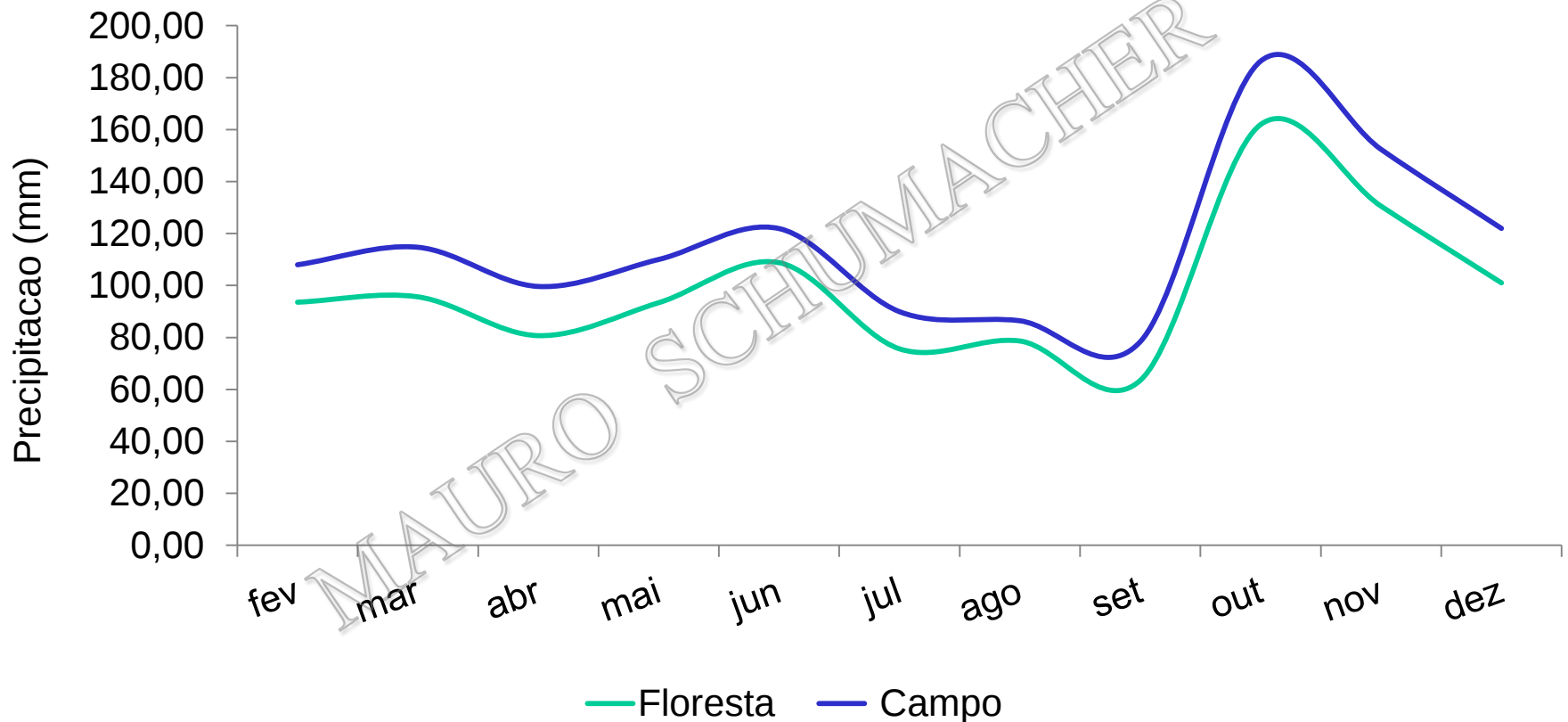


Source: Adapted from CURI (2008)

Rainfall in ecosystems



*Precipitation x Interception
(average 2003 - 2007) Itaara-RS*



Interception 5 - 36 %

Source: Schumacher et al. (2008)

Cation contents in rainwater of the Subtropical Seasonal Forest

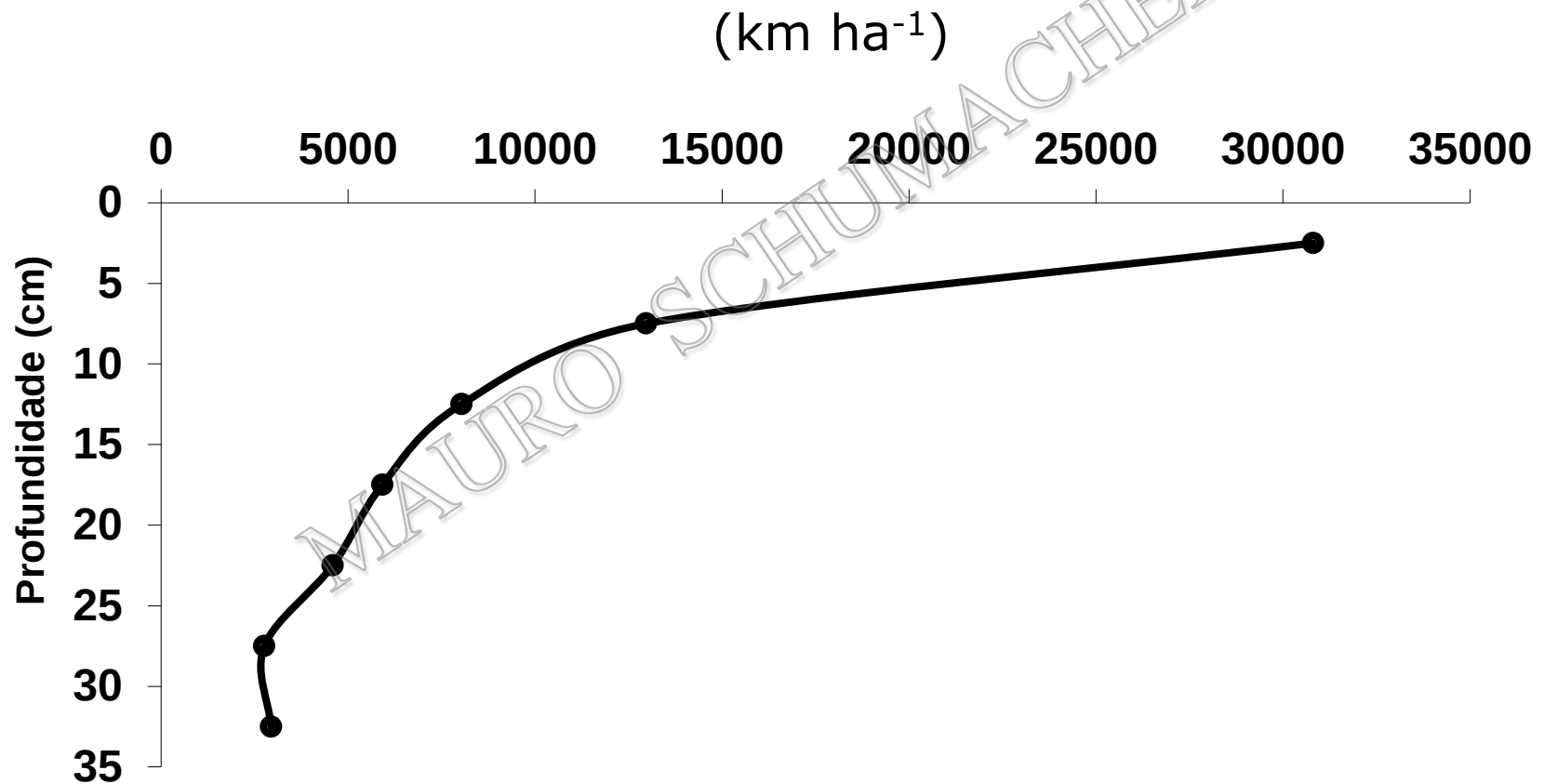
Teor mg/L										
	Precipitação (P)					Precipitação interna (Pi)				
	Ca	Mg	K	Na	Cl	Ca	Mg	K	Na	Cl
jan	0,17	0,09	0,71	0,79	1,37	0,70	0,35	8,67	3,53	2,70
fev	0,25	0,04	0,62	2,02	1,90	0,81	0,28	5,99	2,95	2,25
mar	0,27	0,05	0,20	1,27	1,48	1,01	0,40	8,22	2,64	3,15
abr	0,18	0,03	0,95	1,04	1,95	0,71	0,31	8,39	1,56	3,22
mai	0,31	0,06	0,24	2,68	1,50	0,93	0,37	7,66	2,41	2,81
jun	0,17	0,03	0,22	1,04	0,83	1,25	0,59	9,87	2,19	2,98
jul	0,15	0,02	0,32	1,57	0,88	1,14	0,56	9,57	4,37	2,47
ago	0,27	0,03	0,31	1,76	1,66	1,22	0,60	9,29	2,60	3,51
set	0,12	0,03	0,58	1,61	1,27	0,50	0,19	5,12	2,47	2,10
out	0,15	0,04	0,55	1,30	1,10	0,89	0,45	7,57	2,79	2,56
nov	0,26	0,03	0,31	1,53	1,14	1,08	0,73	9,58	3,69	3,13
dez	0,29	0,11	1,17	1,67	1,63	1,04	0,67	19,92	4,97	4,79

Source: Schumacher et al. (2008)

Evaluation of fine roots in forests and plantations

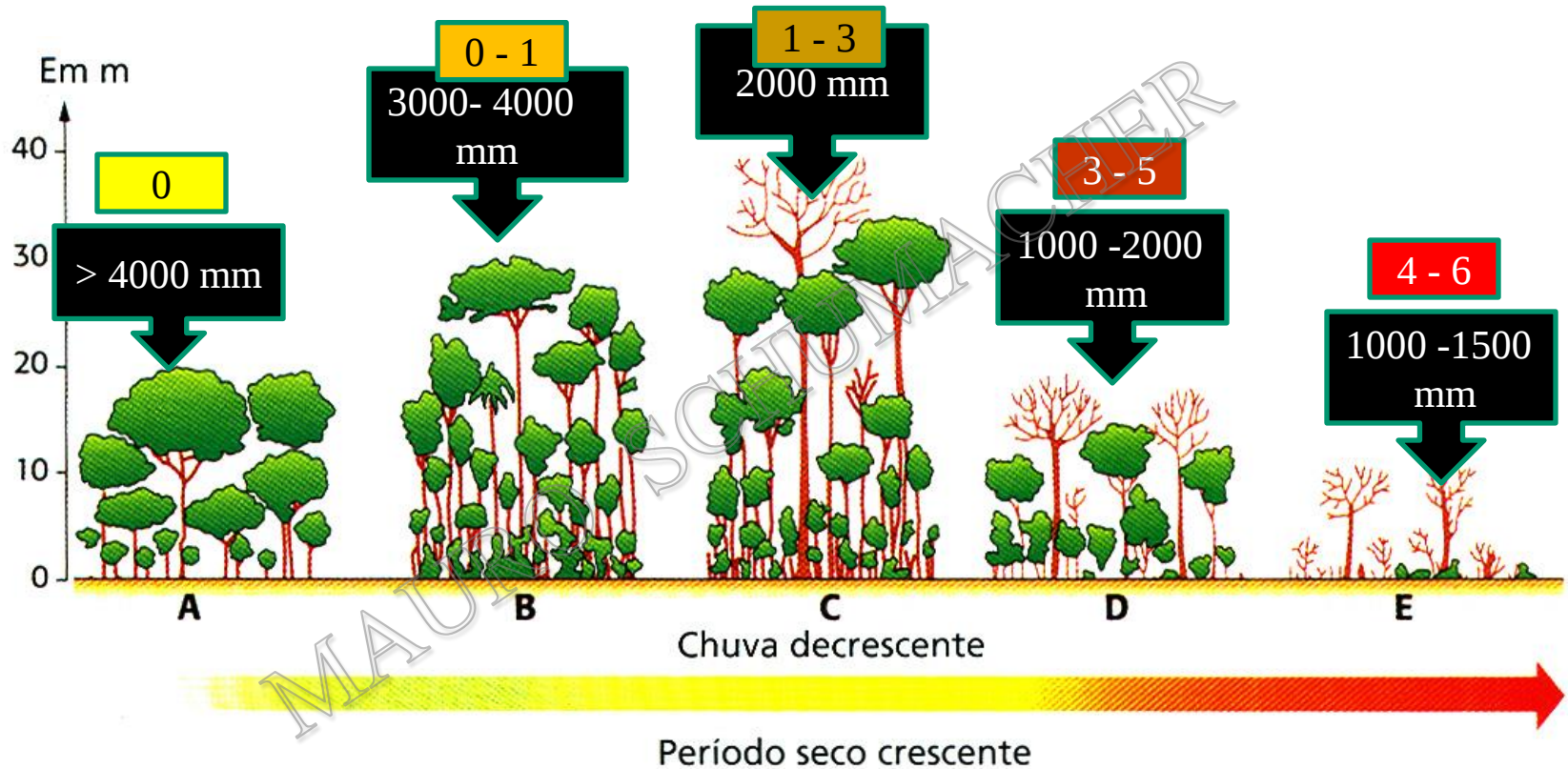


*Length of fine roots (< 2.0 mm)
in Subtropical Seasonal Forest*



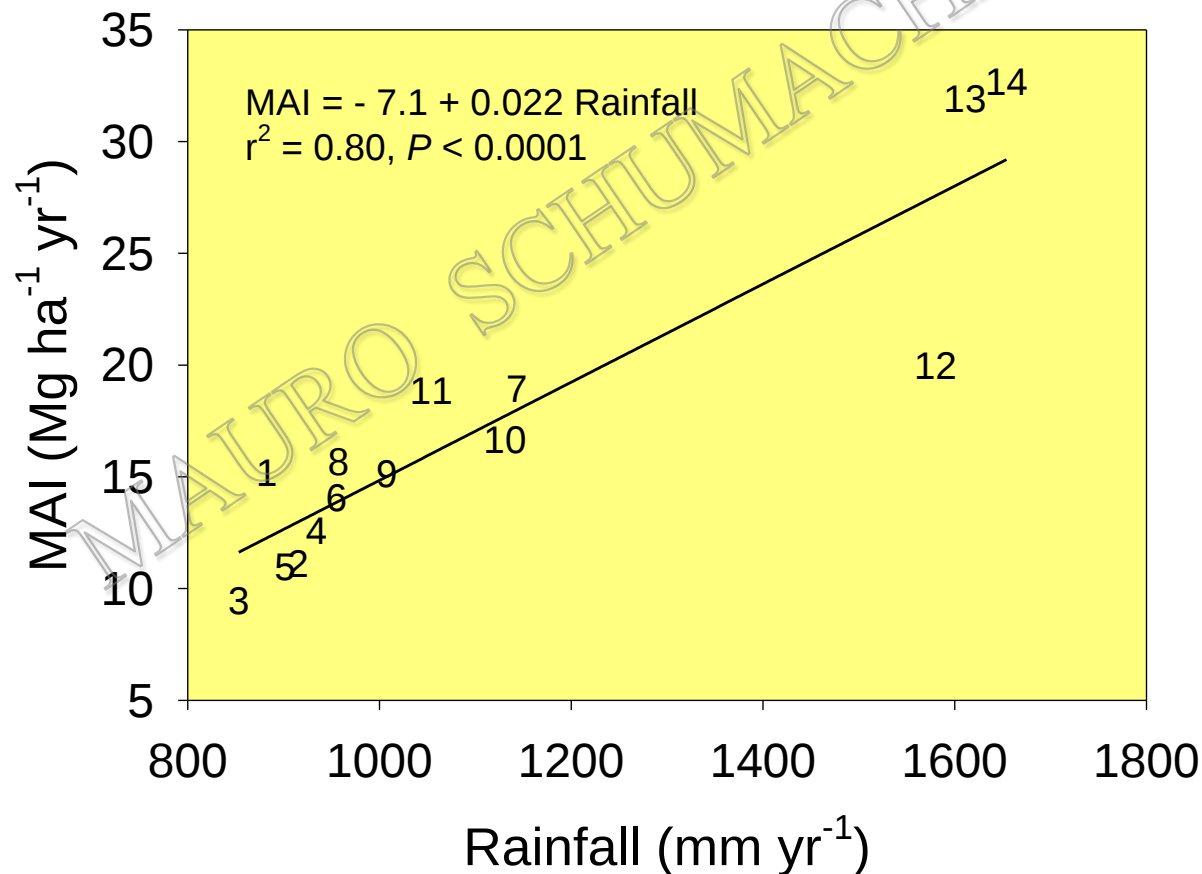
Source: Lopes et al. (2008)

"Rainfall gradient and type distribution of forests in the Amazon"



Floresta densa ombrófila (baixa) (A), Floresta densa ombrófila (alta) (B) Floresta sempre-verde sazonal (C), Floresta semicaducifólia (D) Savana arbórea climática (E)

Precipitation = Dominant factor
+ 2.2 Mg ha⁻¹ year⁻¹ per 100 mm year⁻¹



Irrigation in eucalyptus stands

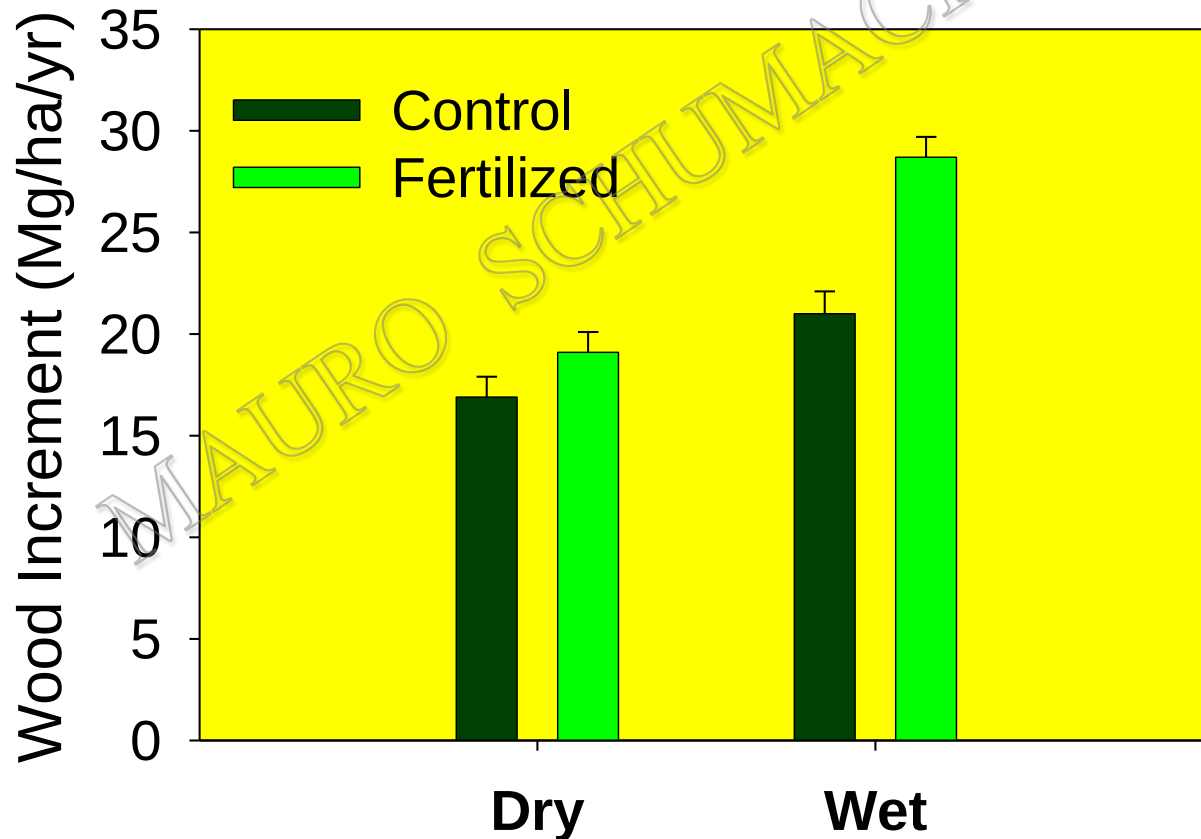


*Partial exclusion of throughfall in
eucalyptus plantations*



Real Productivity = $37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$

Potential Productivity = $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$



"Evaluation of the effects of weed competition on eucalyptus"



Trat	Grupo	Período de controle das plantas daninhas										Forest stand formation	
		00	28	56	84	112	140	168	210	252	294	336	378
01	G1												
02													
03													
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13	G2												
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

Treatments

Herbicide application



Treatment 01 - without control



*Treatment 02 - without control for 28 days
after with control*



*Treatment 13 - with control for 28 days
and after uncontrolled*



Treatment 21 - Control for 294 days



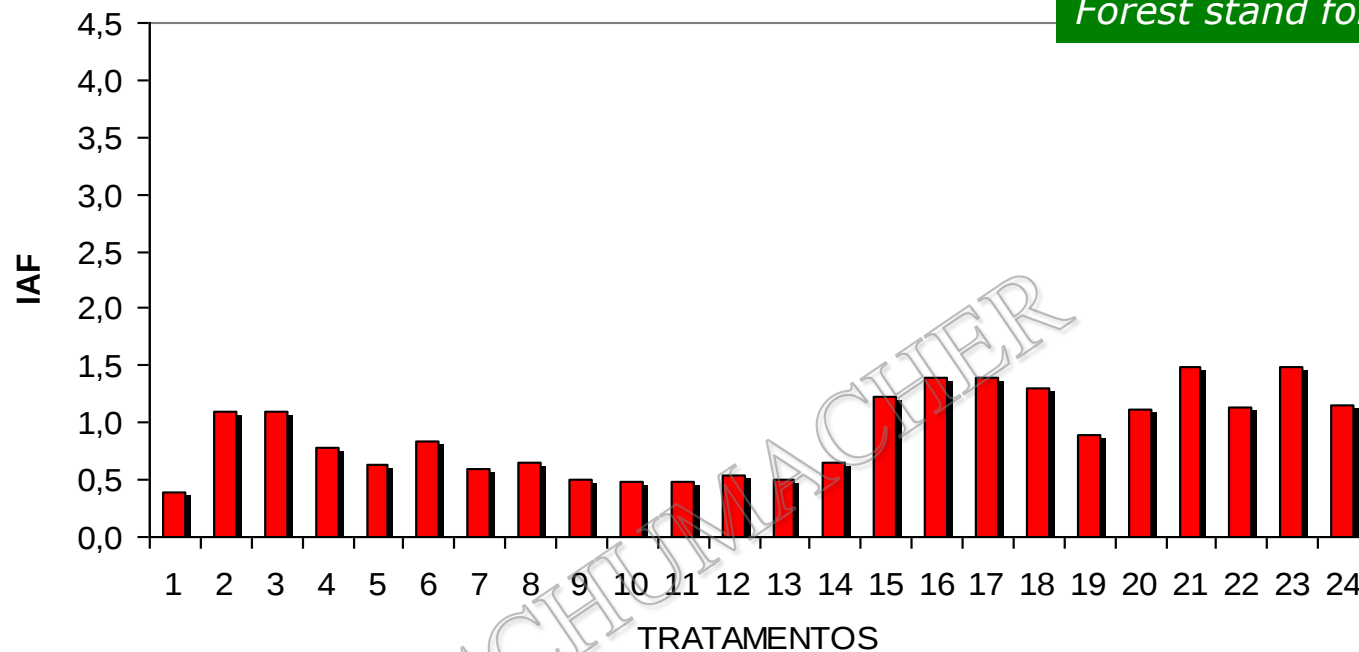
Above-ground biomass distribution



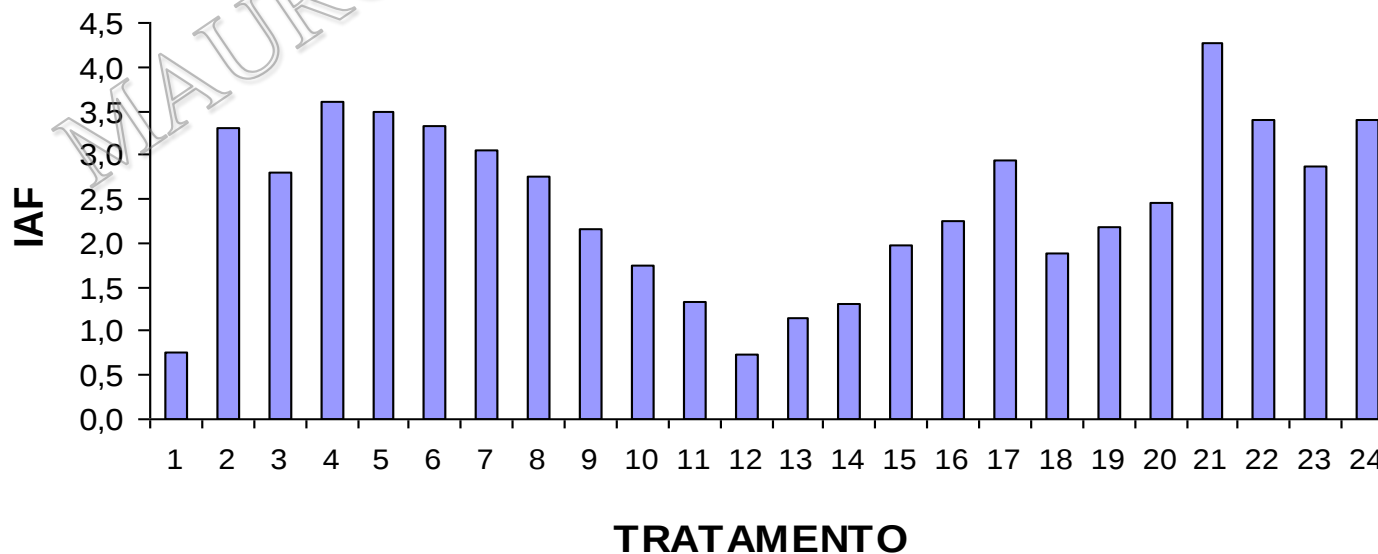
Component	Without control (T1)	With control (T24)
	kg ha ⁻¹	
Leaf	687,2 (27,5)*	2.864,3 (23,0)
Branch	569,2 (22,7)	4.147,1 (33,4)
Canopy	1.256,4	7.011,4
Stem	1.243,4 (49,8)	5.406,2 (43,6)
Total	2.499,8	12.417,6

* Refers to the percentage of total biomass

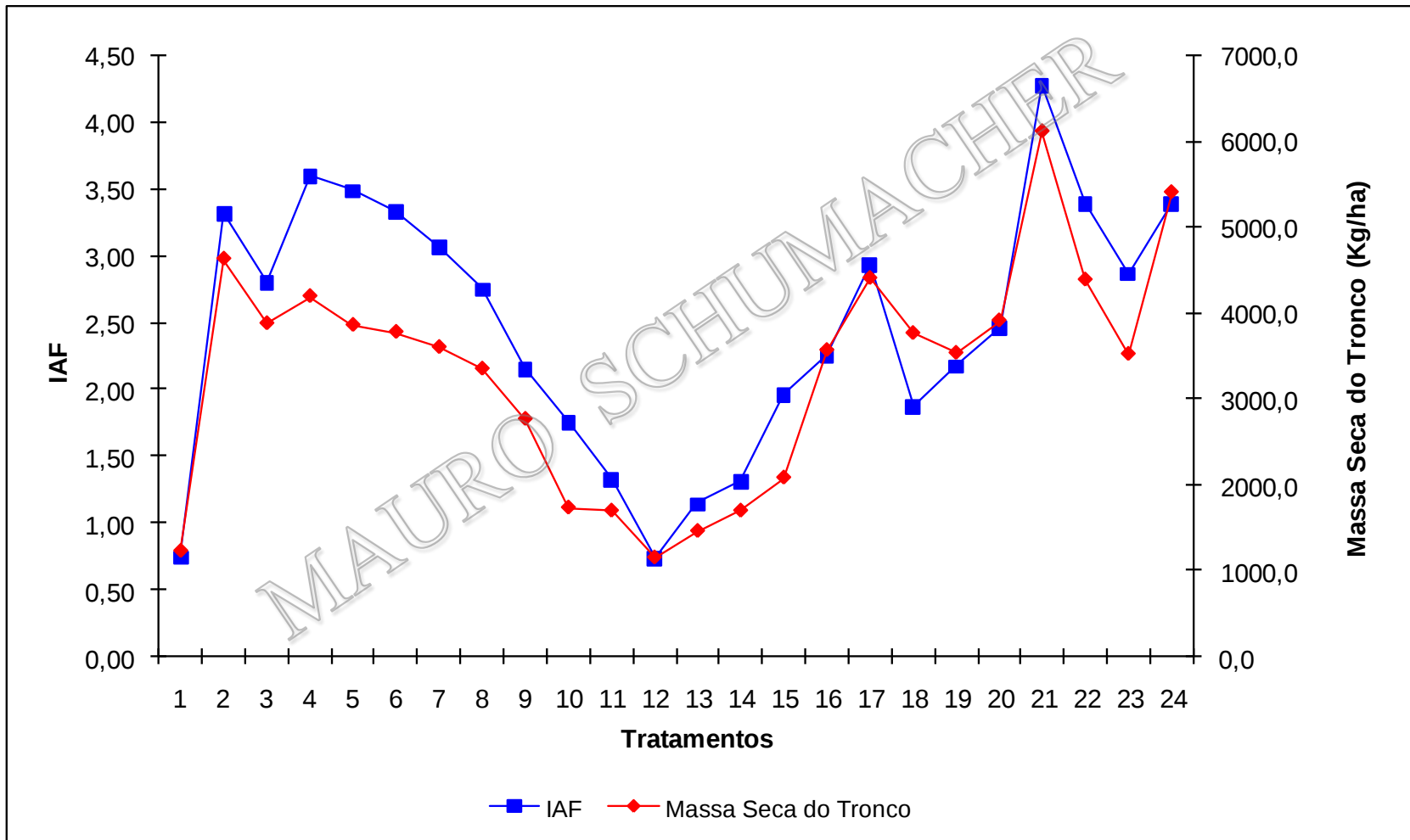
06
months



12
months



Relationship between LAI and dry matter of stem

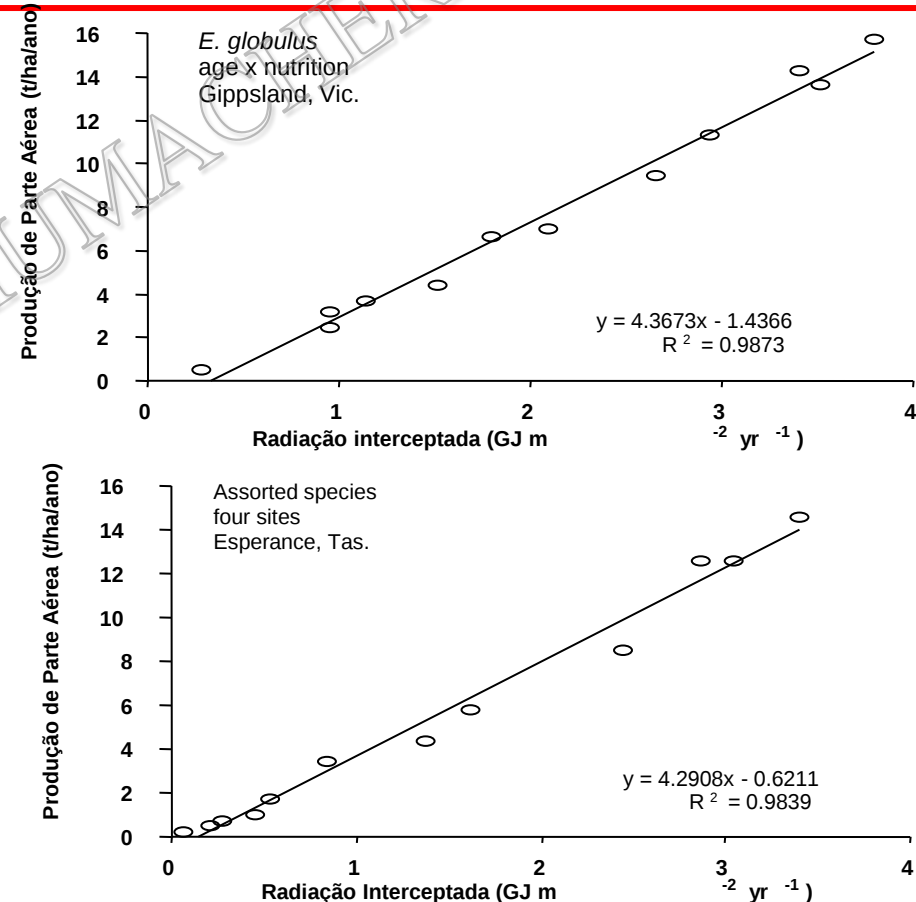


Source: Schumacher et al. (2008)

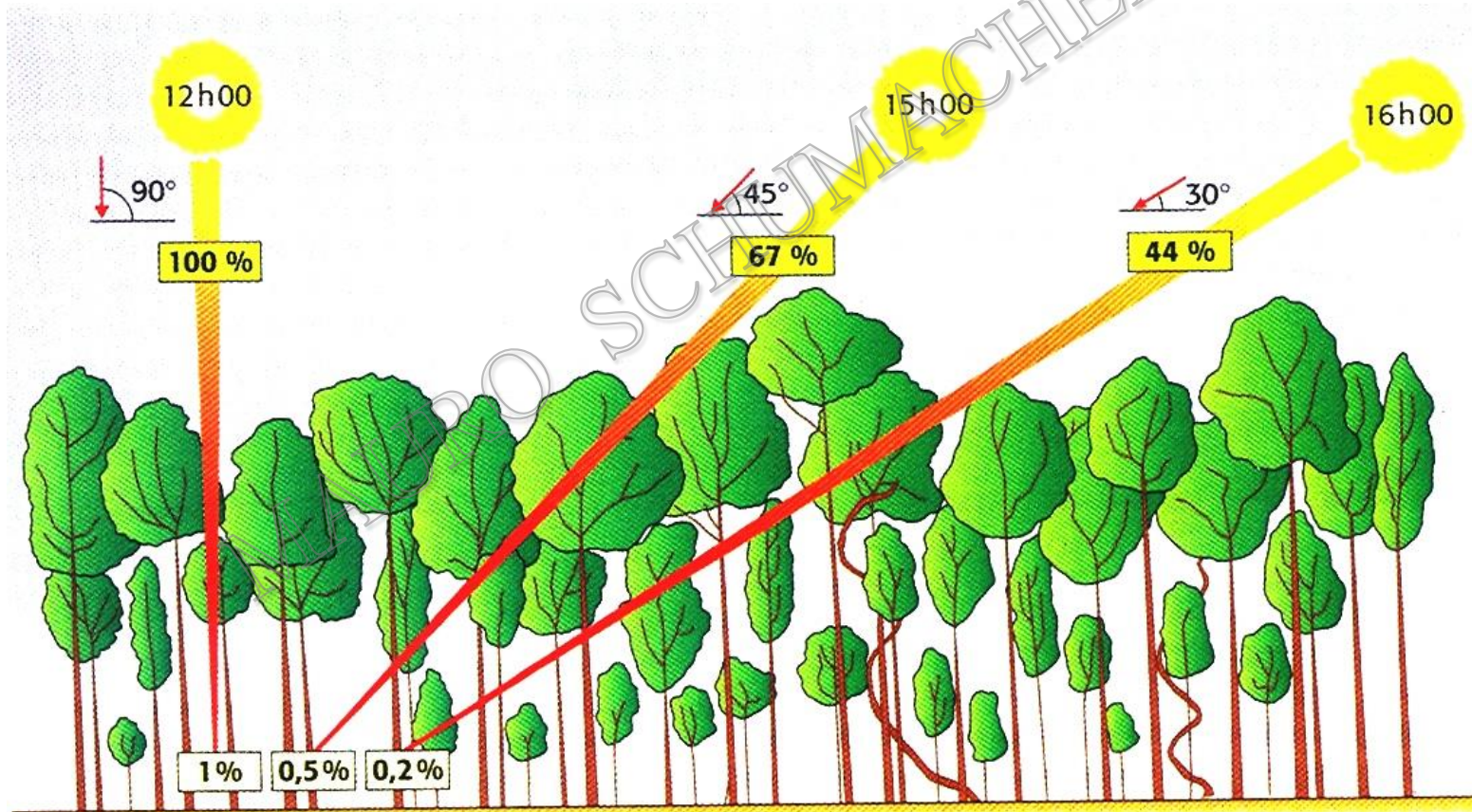
Biomass production and intercepted solar radiation

- A produção de parte aérea relaciona-se linearmente com a radiação interceptada.
- A produção primária bruta é proporcional a radiação interceptada.
- A declividade desses relacionamentos é a Eficiência de Uso de Luz e ($g_{DM} MJ^{-1}$).

Source: Sands (2002)



Effects of the forest structure on the light penetration as a function of angle incidence of solar radiation

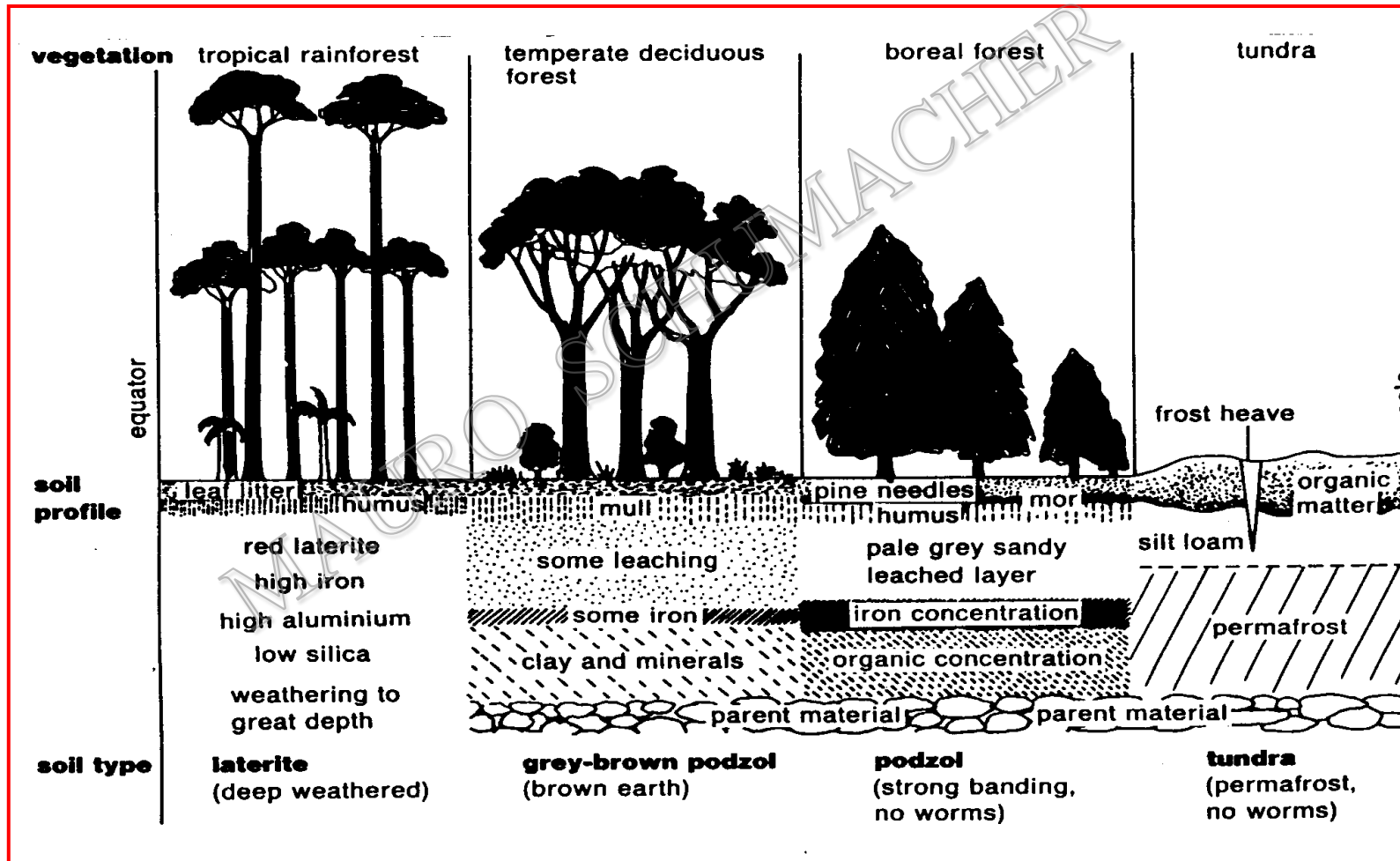


Source: Longman & Jenik (1987)

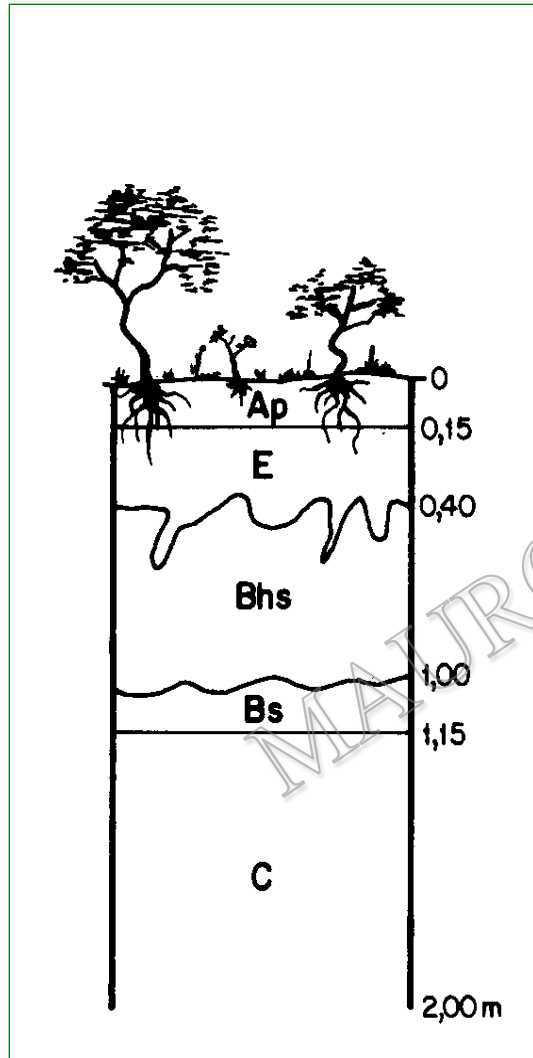
Forest Soils



The large groups of soils that are found over the largest areas of terrestrial vegetation



Hypothetical profile of a Podzol soil



Ap = Indica modificações na camada modificações na camada superficial (aração, gradagem etc)

E = Horizonte resultante da perda de minerais de argila, compostos de ferro, de alumínio ou matéria org.

Bhs = Horizonte enriquecido com acumulação iluvial de matéria org. e óxidos de ferro e alumínio

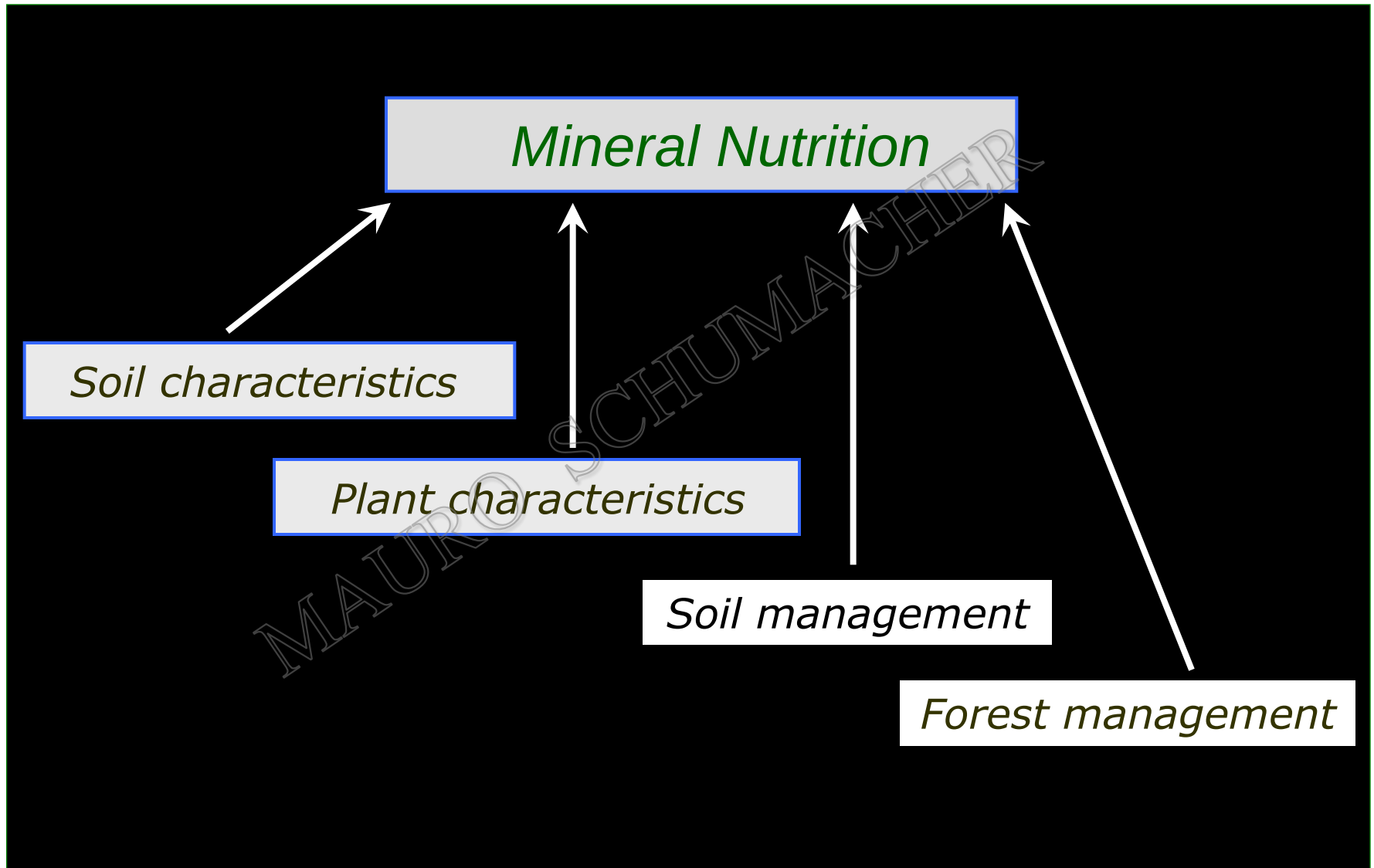
Bs = Horizonte enriquecido com acumulação iluvial e óxidos de ferro e alumínio

C = Horizonte ou camada mineral relativamente pouco afetado pelos processos pedogenéticos, com características do material de origem

Source: Oliveira et al. (1992)







*Chemical and physical characteristics
of soils used for eucalyptus and pine
plantations in Brazil.*

Característica do solo superficial	Faixa
Argila	6– 50
pH em CaCl_2 (0,01M)	3,8–5,5
Matéria orgânica (g dm^{-3})	6–35
Fósforo-resina (g dm^{-3})	1,0–3,0
Potássio trocável (g dm^{-3})	0,2-1,2
Cálcio trocável (g dm^{-3})	0,4-5,0
Magnésio trocável (g dm^{-3})	0,2-2,5
Alumínio trocável (g dm^{-3})	0,8-25,0

Source: Nambiar et al. (1997)

Nutrient absorption by forest species



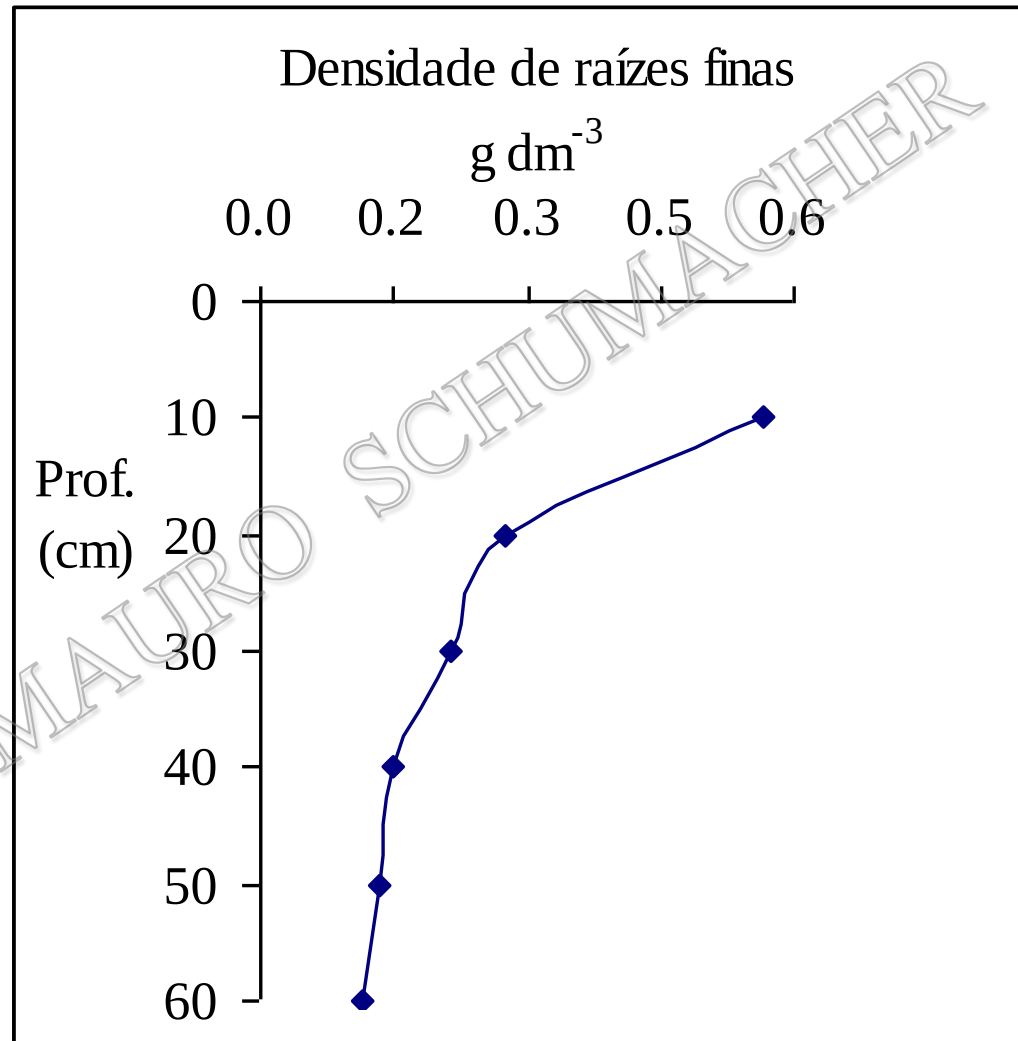
Sampling of fine roots (< 2.0 mm) I



Sampling of fine roots (< 2.0 mm) II



*Density of fine roots in
*Eucalyptus urophylla**

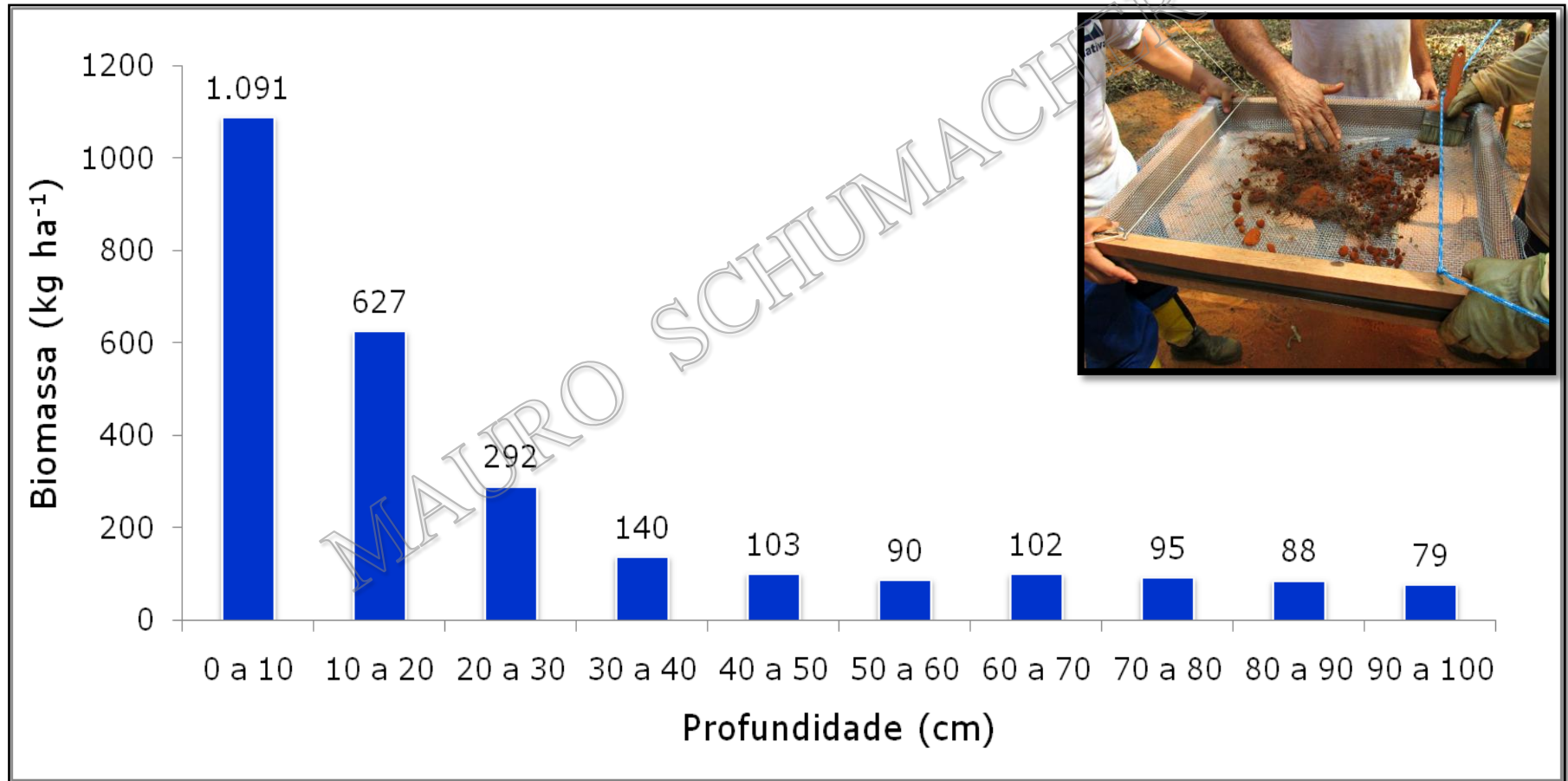


Source: Witschoreck et al. 2000

Sampling of eucalyptus root system

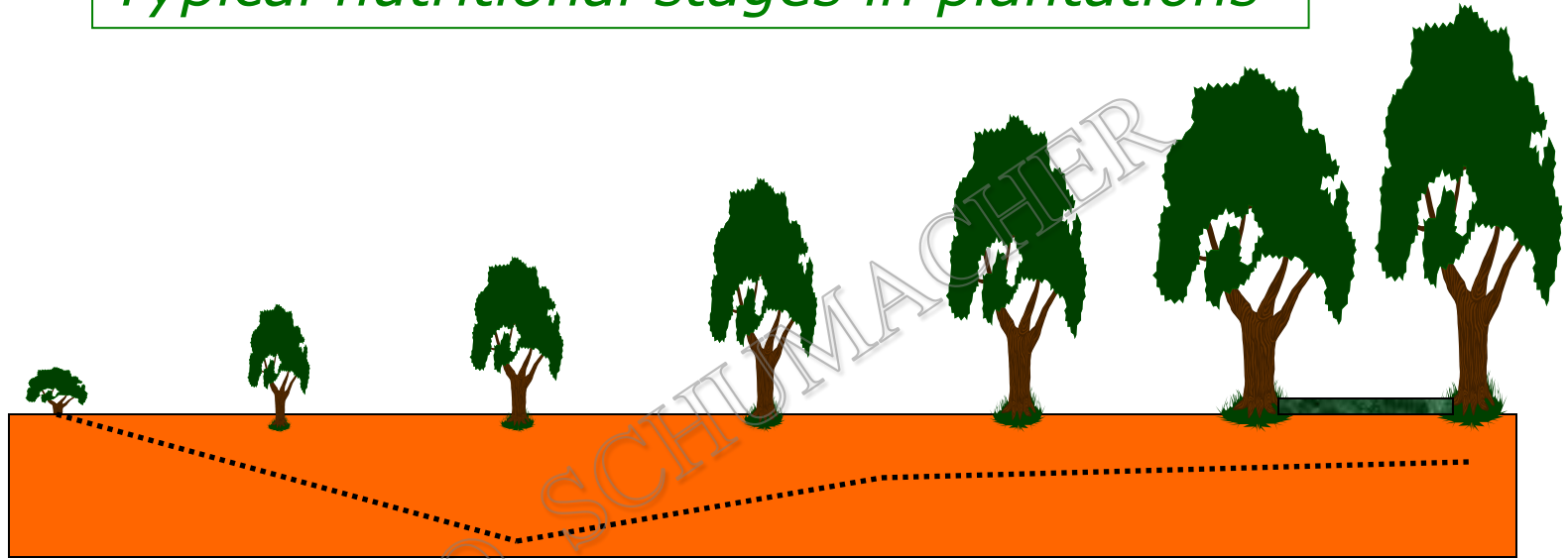


Source: © Schumacher (2015)

Fine root biomass (< 2.0 mm) in E. urograndis

Source: Frantz et al. (2015)

Typical nutritional stages in plantations



Estágio nutricional	Antes fechamento da copa	Durante o fechamento da copa	Pós fechamento da copa
Demanda de nutrientes	Grande	Média	Média
Competição por nutrientes	Pequena	Média	Grande
Ciclagem de nutrientes	Ausente	Pequena	Grande
Resposta a adubação	Grande	Média	Pequena

Teores de nutrientes no solo requeridos de acordo com a produtividade de eucalipto

Nutrientes (0 - 20)	Produtividade ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)			
	20	30	40	50
P (mg/dm^3)				
Argiloso	4,3	4,3	4,4	4,5
Arenoso	6,2	6,3	6,4	6,5
K (mg/dm^3)	45	60	75	90
Ca ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)	0,45	0,60	0,70	0,80
Mg ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)	0,10	0,13	0,16	0,19

P e K - Melich-1; Ca e Mg - KCl 1 mol/L

Fonte: Novais et al. (1986)

BASAL SYMPTOMS

SINTOMA	NUTRIENTE
Clorose uniforme – amarelecimento e avermelhamento – seguida da queda das folhas.	Nitrogênio
Pontos e manchas escuro-arrocheadas sobre um limbo foliar verde-escuro intenso. Pontos necróticos.	Fósforo
Clorose nas pontas e margens das folhas seguida de necrose. Manchas necróticas. Folhas encarquilhadas.	Potássio
Clorose internerval, podendo ser seguida de necrose da região clorótica. Folhas encarquilhadas. Queda de folhas.	Magnésio

APICAL SYMPTOMS

SINTOMA	NUTRIENTE
Clorose uniforme caracterizada pelo desenvolvimento de cor amarelo-alaranjada	Enxofre
Necrose clara nas pontas e margens das folhas. Folhas encarquilhadas. Morte das brotações terminais.	Cálcio
Paralisação do crescimento e morte das brotações terminais. Encarquilhamento das folhas que se tornam quebradiças.	Boro
Lançamentos curtos. Folhas diminutas e encarquilhadas. Clorose internerval	Zinco
Clorose internerval de malha fina sem alterar tão sensivelmente (como para o zinco) o tamanho das folhas	Ferro e/ou Manganês

NITROGEN

MAURO SCHUMACHER

*Progression of symptoms in Eucalyptus grandis
x Eucalyptus urophylla.*



Coloring of budding leaves of Eucalyptus clones grown under different nitrogen doses in nutritive solution.



PHOSPHOR

MAURO SCHUMACHER

*Progressão dos sintomas em clone
híbrido de Eucalyptus*



Manchas arroxeadas e pontos necróticos em folhas de clone de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla.



POTASSIUM

MAURO S. MACHIER

*Reddening of leaf margin
in Eucalyptus clone.*



*Chlorosis and drying of leaf margins
in Eucalyptus grandis progeny*



*Chlorosis and drying of leaf margins
in Fagus silvatica - Germany*



BORON

MAURO SCHUMACHER

Clorose das folhas e a presença de nervuras salientes dando o aspecto de "costela" em clone de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla.



*Progression of marginal chlorosis as
position of leaves on the branch*



IRON

MAURO SCHUMACHER

*Clorose internerval das folhas novas
"reticulado fino" em Eucalyptus grandis*



*Amarelecimento generalizado de brotações em clone
de Eucalyptus grandis, em macrojardim clonal*



MANGANESE

MAURO SCHUMACHER

*Clorose internerval das folhas novas
"reticulado grosso" em clone de Eucalyptus.*



Estágio inicial da clorose interneval em folhas de clone de Eucalyptus



INTERPRETATION OF DATA ANALYSIS OF EUCALYPTUS LEAVES

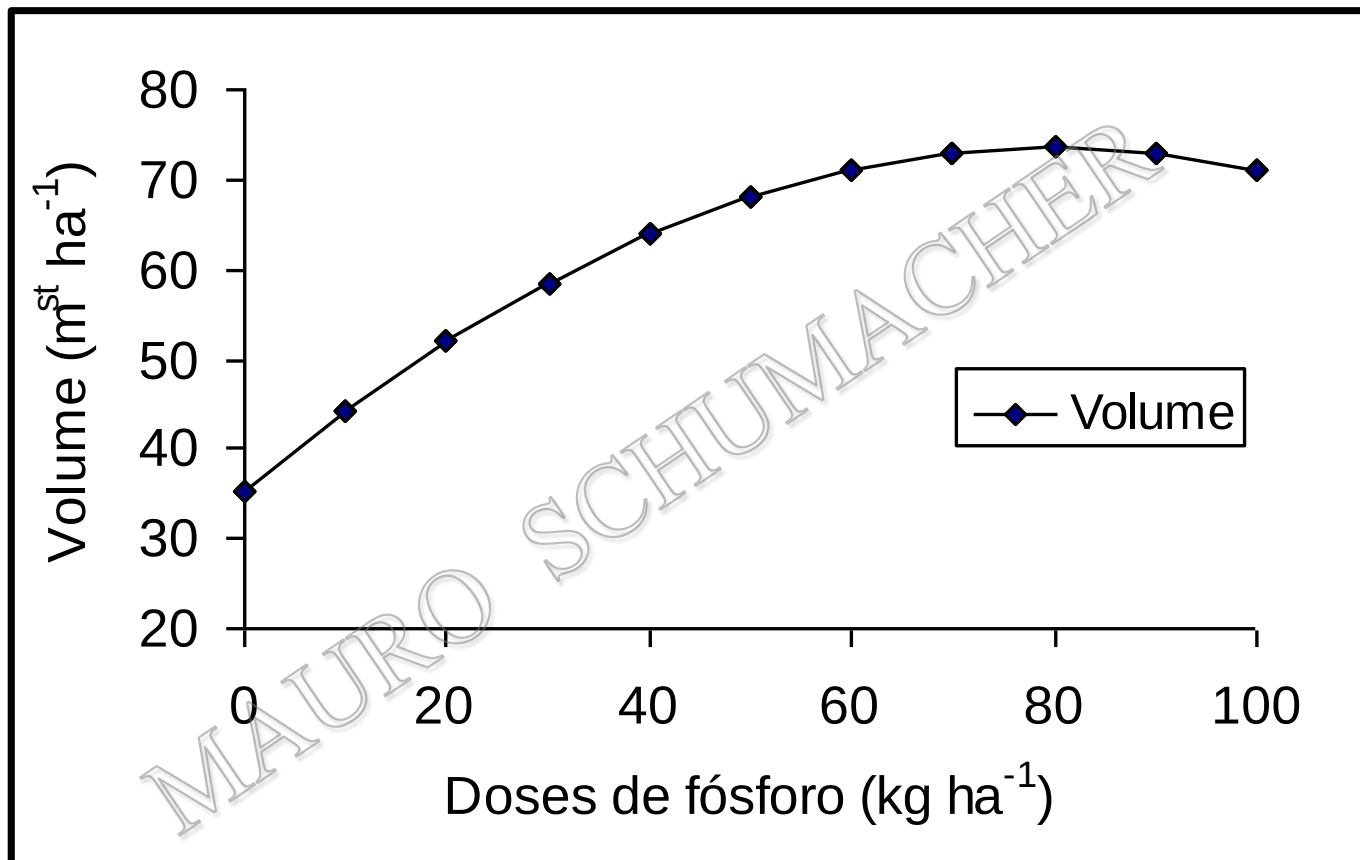
Macronutrients (g kg⁻¹)

Nutrientes	Faixas adequadas				Faixas deficientes		
	Malavolta et al. (1997) ⁽¹⁾	Dell et al. (1995) ⁽²⁾	Gonçalves (1995) ⁽³⁾	Silveira et al. (1998/1999) ⁽²⁾	Malavolta (1987) ⁽³⁾	Dell et al. (1995) ⁽²⁾	Silveira et al. (1998/1999) ⁽²⁾
N	21-23	18-34	13,5-18	22-27	8-13	--/--	< 16
P	1,3-1,4	1,0-2,2	0,9-1,3	1,7-2,2	0,4-0,8	--/--	< 1,1
K	9-10	9-18	9-13	8,5-9,0	6-8	5-6	< 7,0
Ca	5-6	3-6	6-10	7,1-11	2-4	--/--	< 5,5
Mg	2,5-3	1,1-2,1	3,5-5	2,5-2,8	1,5-2,0	--/--	< 2,1
S	1,5-2,5	1,5-2,3	1,5-2	1,5-2,1	0,8-1,2	--/--	< 1,3

⁽¹⁾ Dados referentes a *Eucalyptus grandis* com alta produtividade de madeira.

⁽²⁾ Dados referentes a povoamentos de *Eucalyptus grandis*.

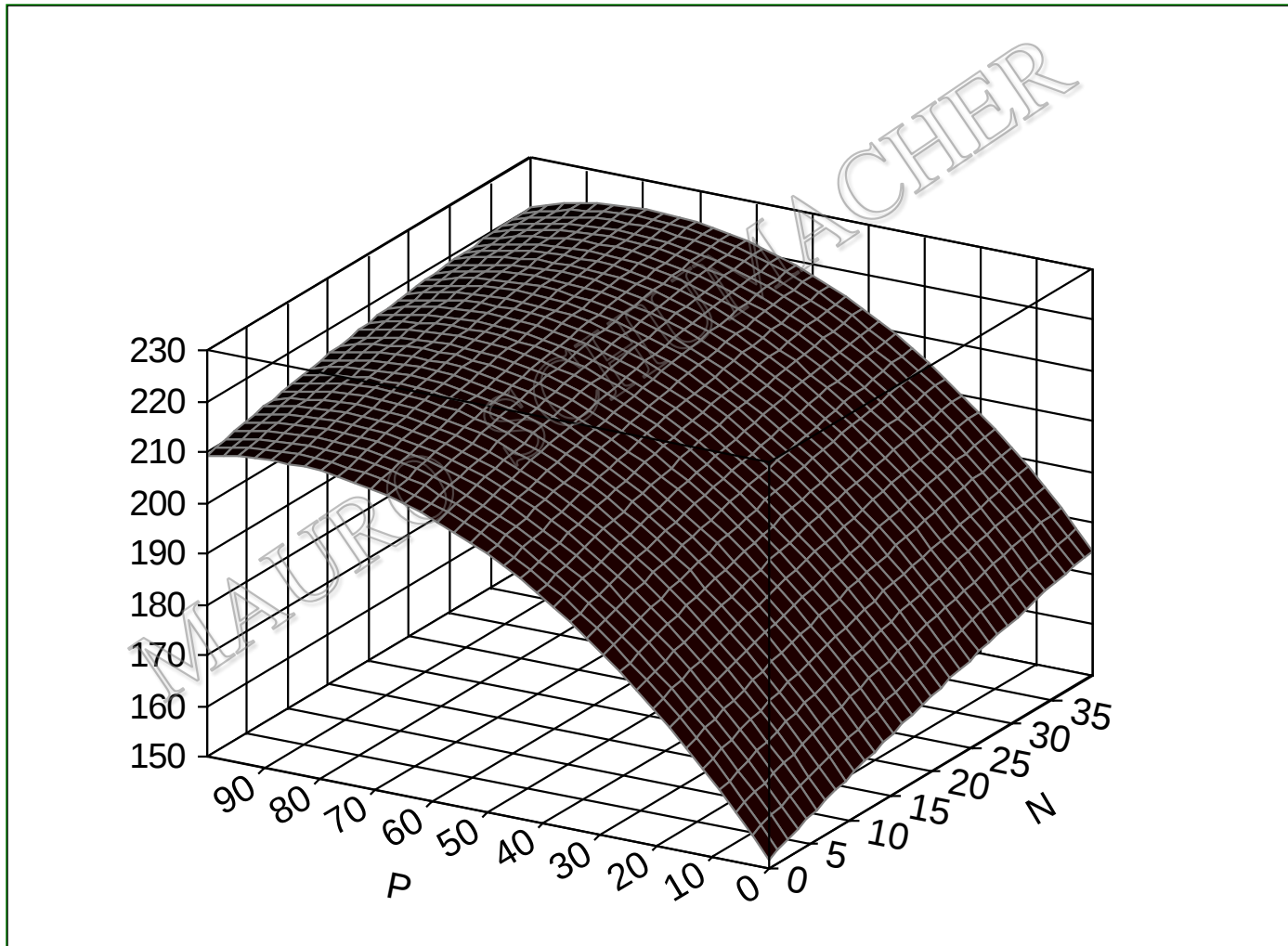
⁽³⁾ Dados médios para as espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil.



Comportamento da variável volume de *Acacia mearnsii* em função das doses de fósforo segundo a função:

$$Y = 35,160538 + 0,963691P - 0,006281P^2 \quad (R^2 = 0,98)$$

Source: Schumacher et al. (2004)

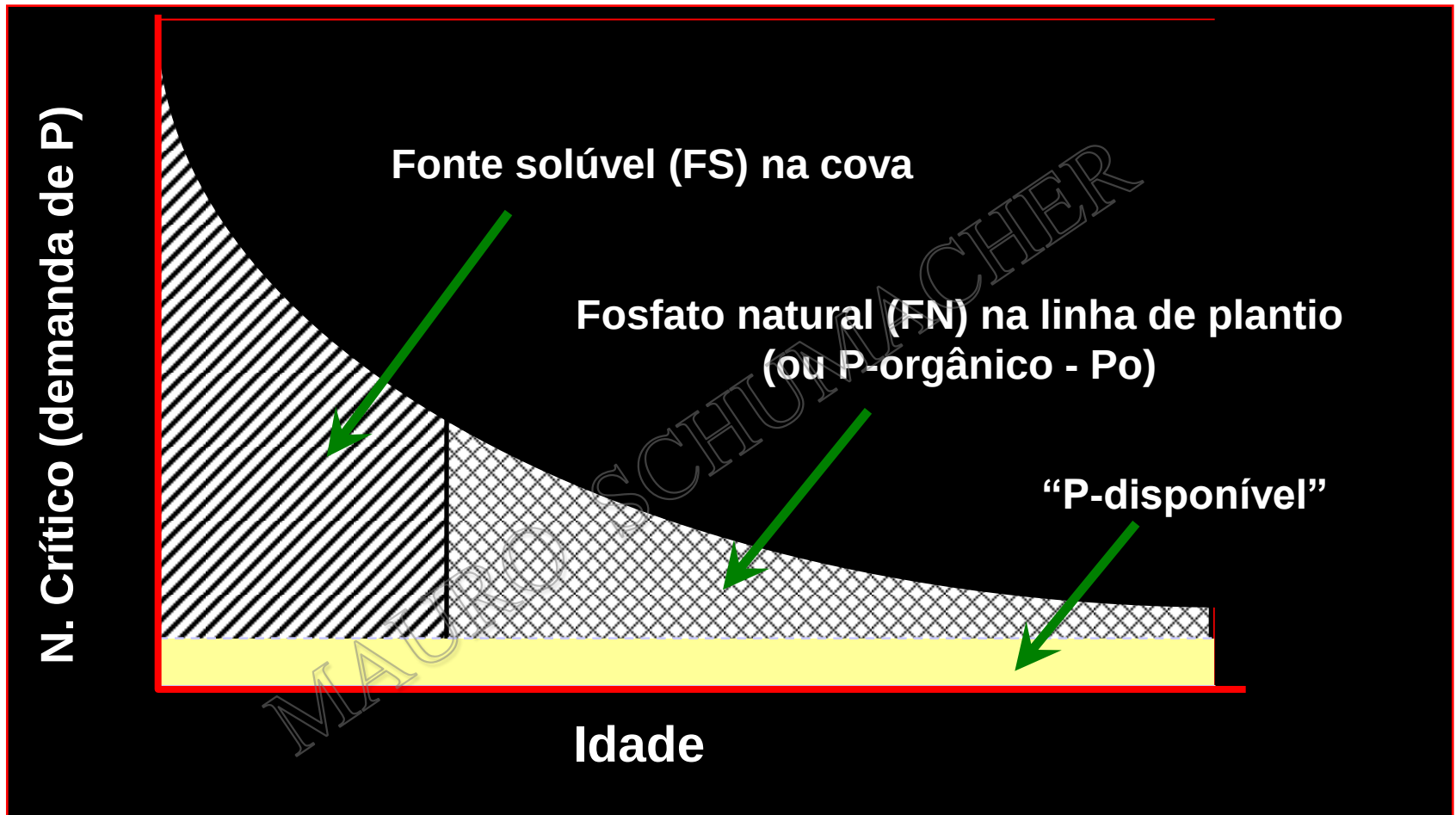


No addition of P



With addition of 50 kg ha⁻¹ of P





Change in phosphorus demand with the age of the eucalyptus.

Proteção dos Recursos Hídricos

Proteção à Biodiversidade

Plantio Eucalipto

Reserva Legal Formada

Nascente

30 m

Reserva Legal em Regeneração
(corredores de fauna)

Nascente

50 m

Preservação Permanente

30 m

Nascente

50 m

córrego

01

