

Produção de algodão, café e agroecologia

LPV 0564

Disciplina de Graduação

- 25/10 a 29/11 de 2023 -

J

Prof. J. L. Favarin

Departamento de Produção Vegetal

- Setor de Agricultura -

Assuntos da 3ª aula

- 08 e 10/11/2023 -

- Morfologia da raiz e sistema radicular de *C. arabica*.**
- Morfologia do caule, gemas axilares e ação da radiação.**
- Morfologia do ramo plagiotrópico e sistemas de poda.**
- Morfologia da folha, da flor e do fruto do cafeeiro.**

Morfologia da raiz e sistema radicular

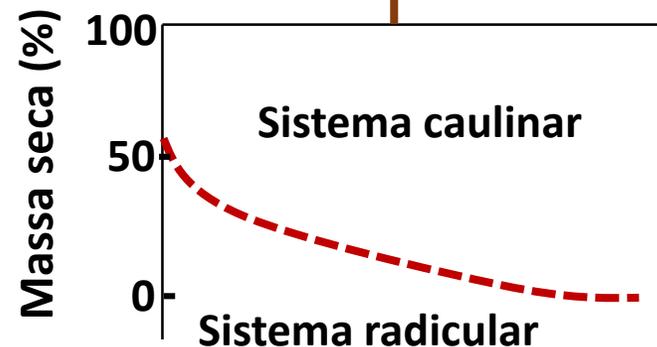
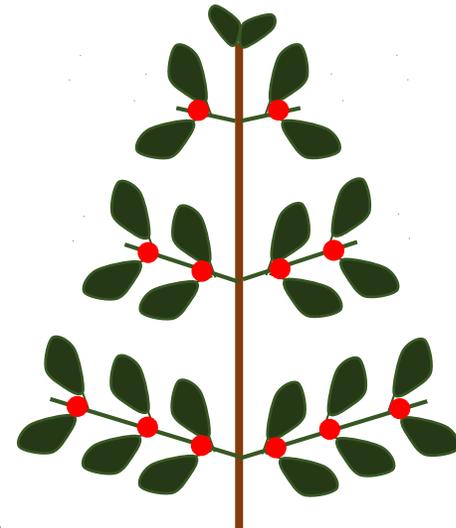
Desenvolvimento do eixo embrionário forma o sistema radicular axial ou pivotante (primária) . Da primária surge raiz secundária, dessas a raiz terciária, sempre pela divisão de camada única de células, o periciclo.



Raízes de qualquer ordem tem meristema e zona pilífera. O sistema radicular do café é pivotante, mas em geral é inferior a 0,5 m. Por que? Raízes de muda formada assexuadamente é do tipo adventícia.

Partição de fotoassimilado: sistema caulinar e radicular

- Fase juvenil -



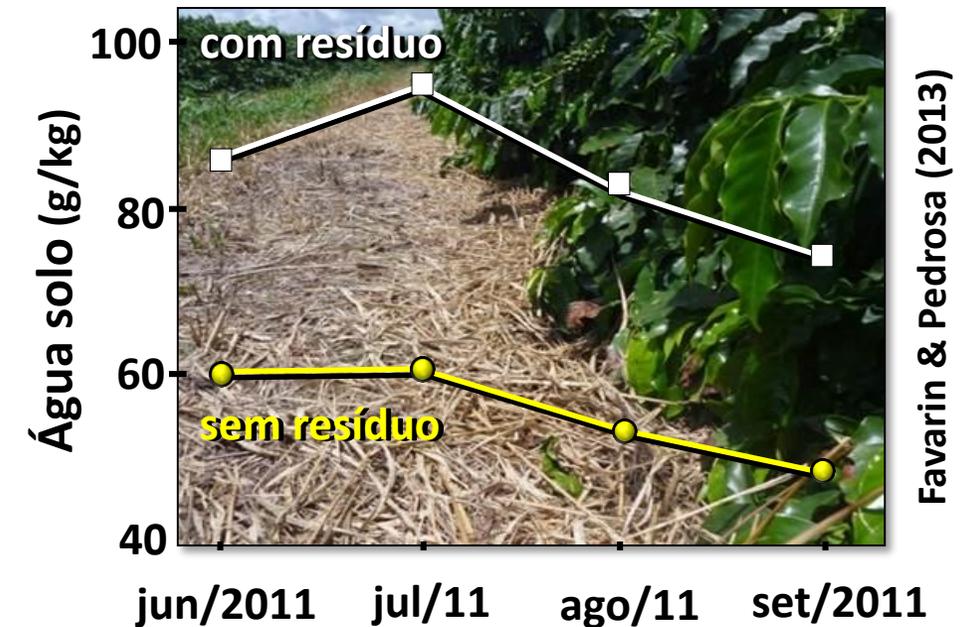
- Fase adulta -



Na fase juvenil, tem dois drenos de fotoassimilado: (i) vegetação e (ii) raízes. Planta adulta, em produção, são três drenos, nessa ordem: (i) fruto, (ii) vegetação e (iii) raízes; exceto na fase chumbinho (45-60 dias).

Crescimento de raízes: reserva e temperatura

Temperatura do solo em cafeeiro em formação, sem resíduo vegetal no solo, ultrapassa a 40 °C. Isso é prejudicial para o crescimento das raízes superficiais e, também, afeta a absorção de nutrientes.



Corte de raiz lateral evidenciou consumo de amido antes de agosto, no inverno (Teixeira, 2005). Digestão dessa reserva pode ser usada para o crescimento radicular e, talvez, dos ramos inferiores.

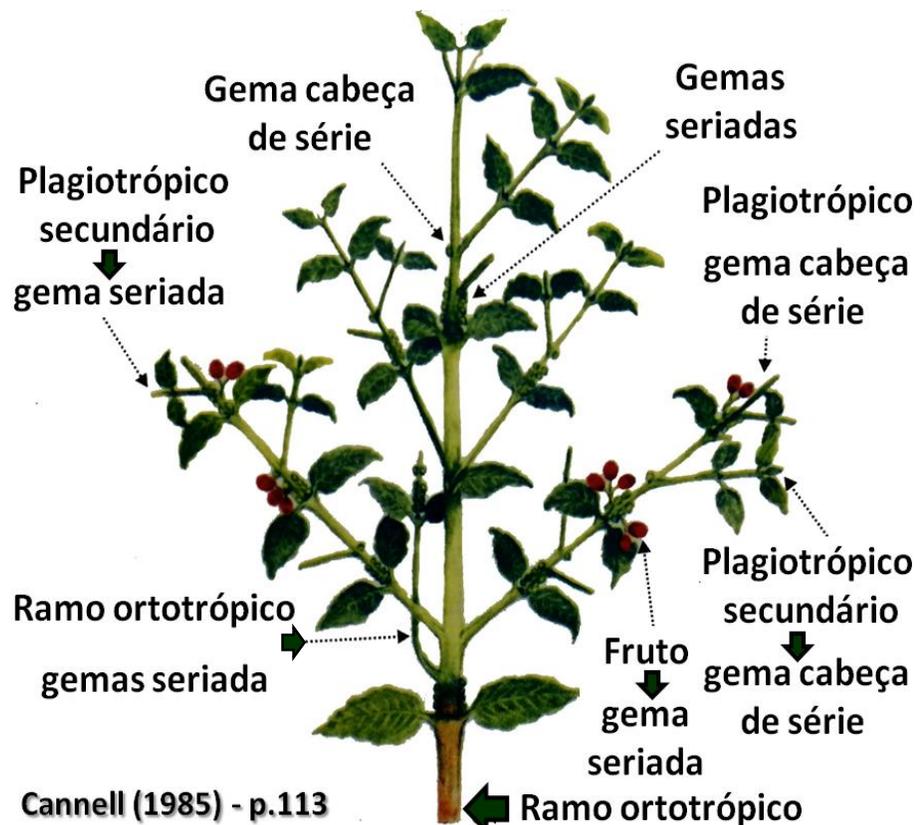
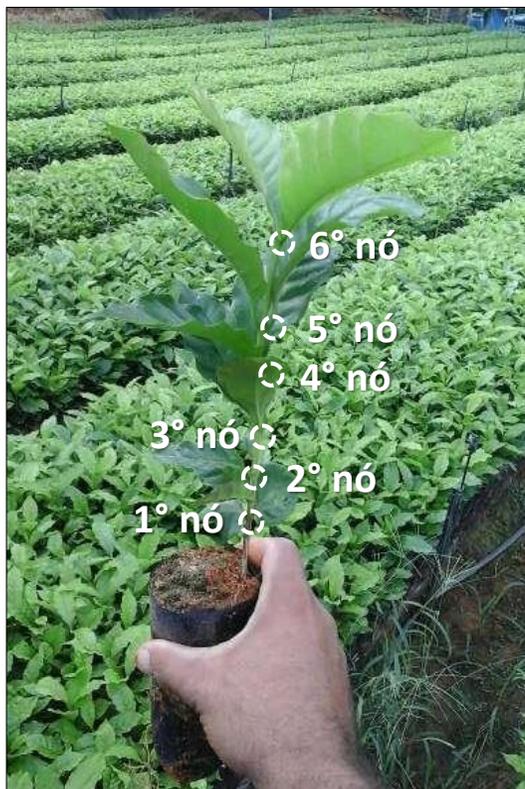
Cafezal com resíduo sobre solo. Subsola ou não?





Morfologia de caule e ramo plagiotrópico

Há uma série de cinco gemas axilares no caule e no ramo plagiotrópico. Do 6° ou 10° nó surge uma gema que se destaca da série, a cabeça-de-série. Dessa gema que origina o ramo plagiotrópico ou lateral.



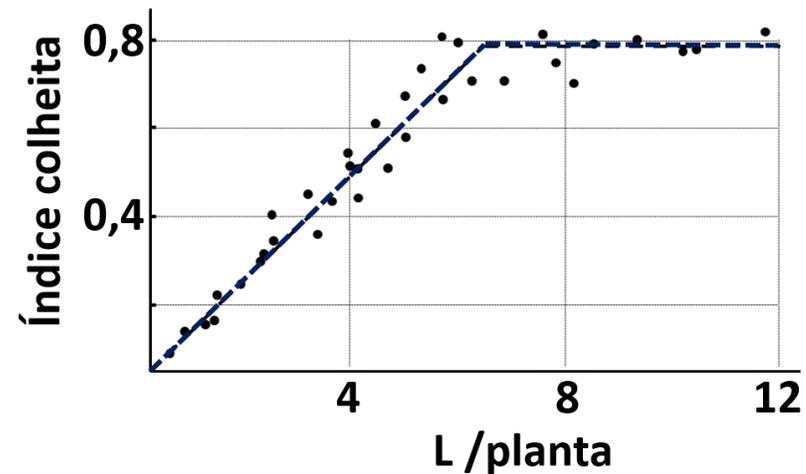
Dimorfismo de ramo é uma diferenciação somática permanente, cuja natureza (vegetativa ou reprodutiva) é mantida pela propagação assexuada. Planta típica só consegue com estaca de ramo ortotrópico.

Partição de biomassa entre drenos

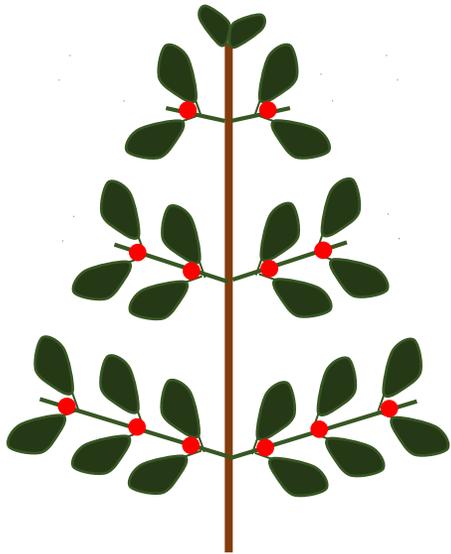
- Partição de fotoassimilado varia com espécie, nº de drenos, duração da vegetação e teor de nutriente -

$$IC = MSG / MST (MSG + MSV)$$

Simulação de carga de frutos



Souza & Favarin (artigo preparação)



Depois da fase de fruto chumbinho, a frutificação passará a diminuir o crescimento caulinar, onde dar-se-á safra futura e, principalmente das raízes. Fato a ser considerado na adubação e poda do cafezal.

Sistemas de podas da planta

Sucessões de ciclos vegetativo e reprodutivo reduzem a zona produtiva do ramo plagiotrópico, com a perda de produtividade no tempo. Podar nada mais é do que refazer a estrutura vegetativa da planta.

- Recepta -



- Decote -



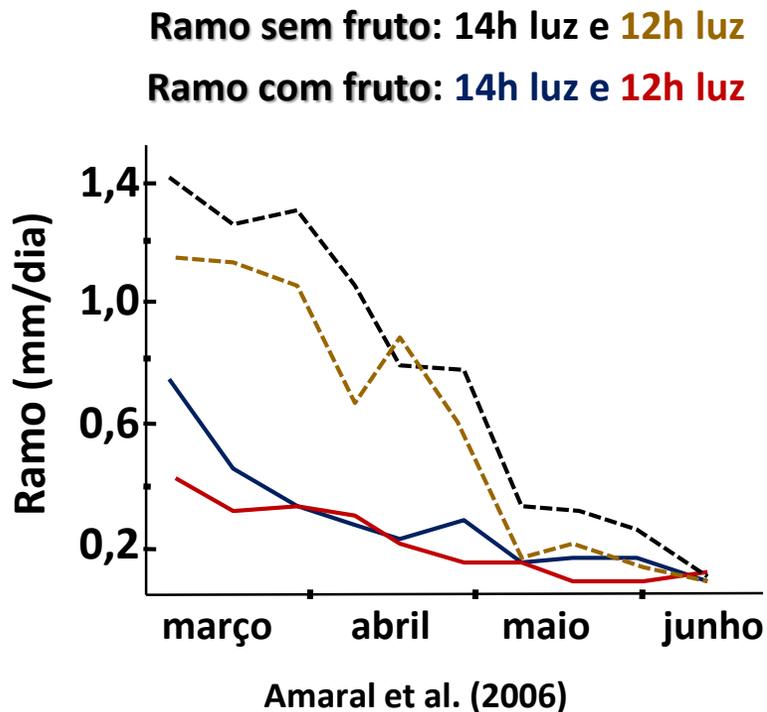
- Lateral ou esqueletamento -



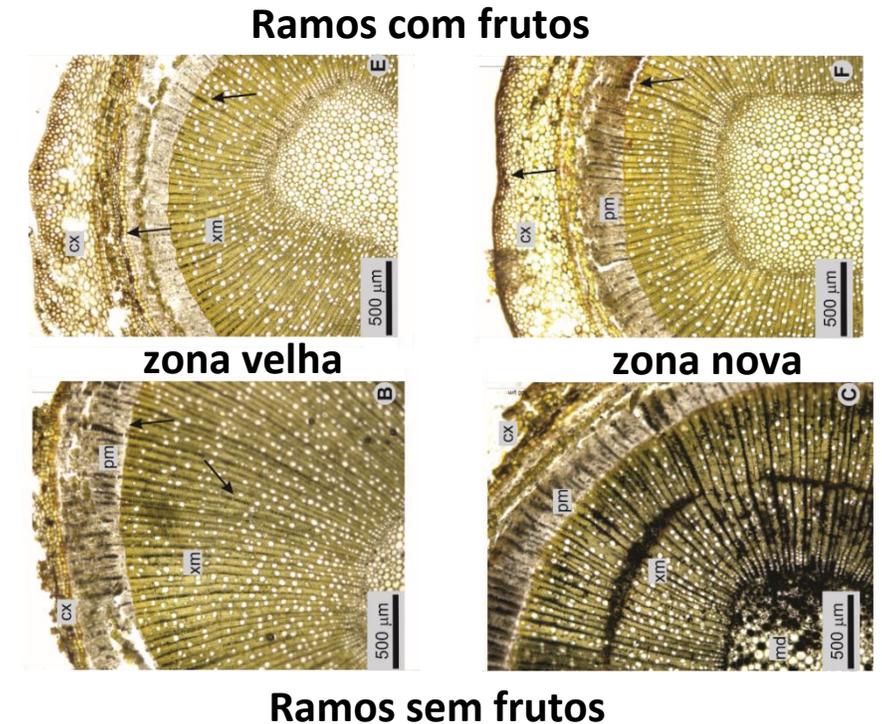
Poda realiza-se depois de uma safra alta. Quanto mais cedo fizer a poda, maior será a recuperação da estrutura vegetativa da planta, onde ocorrerão as produções seguintes (ramo plagiotrópico ou lateral).

Crescimento de ramo plagiotrópico

Crescimento de ramo plagiotrópico depende da carga de fruto, temperatura e água. No outono, março-junho, o crescimento reduz mesmo sob irrigação e aumento do fotoperíodo (Amaral et al. 2006).



cafelondrinense

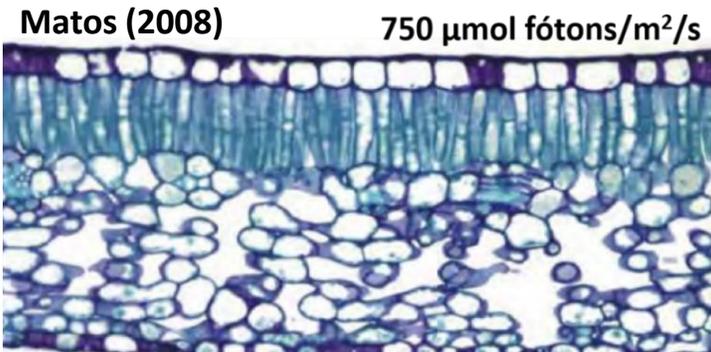


Mazafera & Santos (2019)

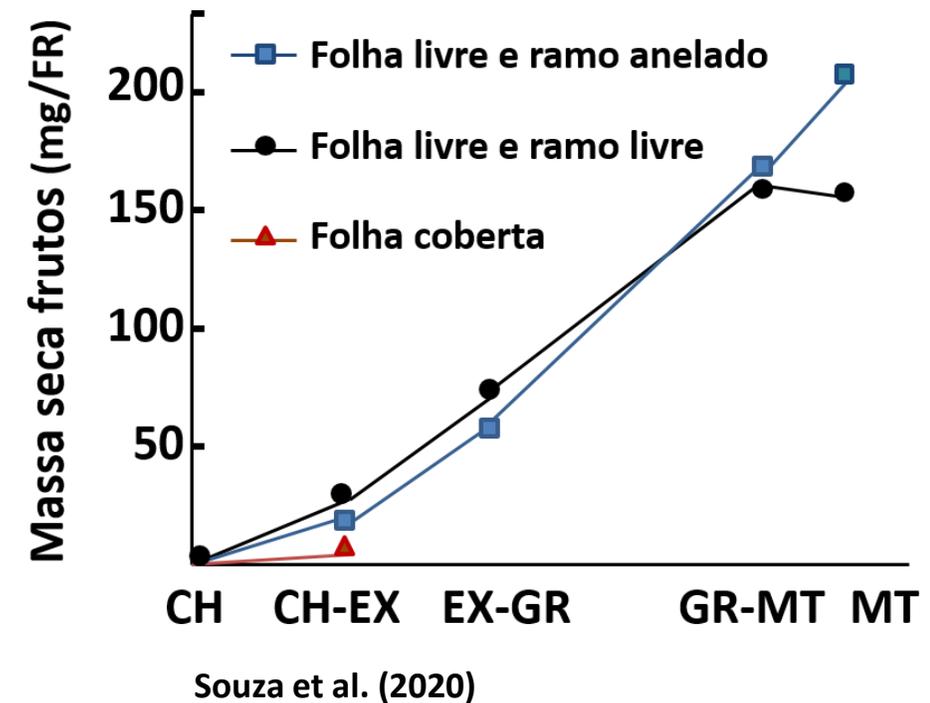
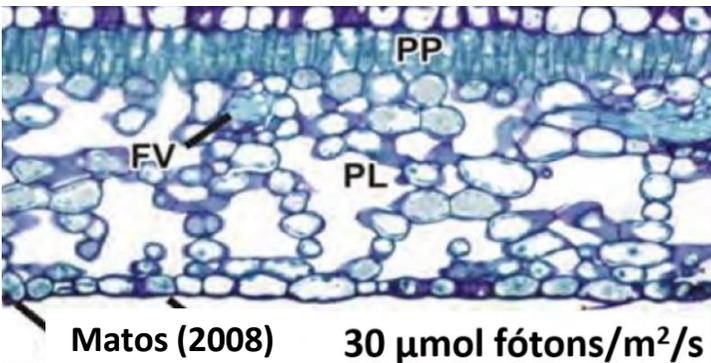
Reserva de ramo frutífero esgotou na zona velha e nova. Reserva do ramo sem carga também reduziu na zona velha, provavelmente para a formação da parte nova do ramo produtivo e para reserva futura.

Morfologia da folha

O cafeeiro é uma planta hipoestomática, com estômatos na face abaxial ou inferior. Café arábico têm cerca de 200 estômatos/mm² e o canéfora da ordem de 400 estômatos/mm² (Voltan et al. 1992).



Ramo 2ª e 3ª ordem linha ~ floresta



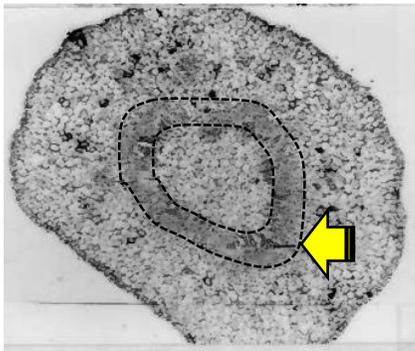
O parênquima paliçádico é mais longo em folha exposta ao sol, a fim de absorver mais energia. O parênquima lacunoso de folha sombreada é espaçoso, para maior concentração de CO₂ (Menezes et al., 2012).

Morfologia do botão e da flor

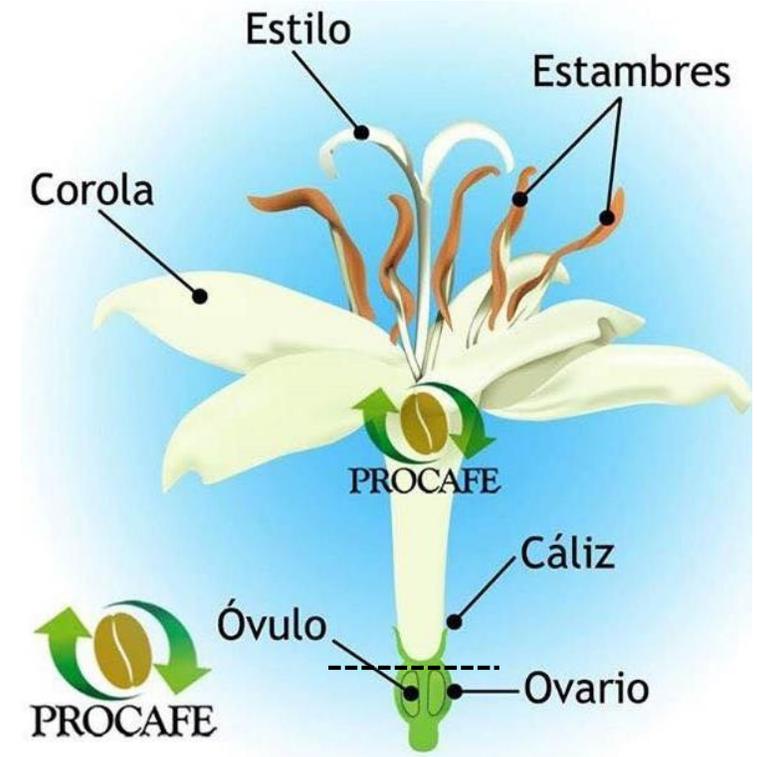
Flor do cafeeiro é hermafrodita ou tem parte feminina e masculina na mesma flor. Flor é disposta em glomérulo axilar, com duas a quatro flores por gema. O ovário é ínfero e, em geral, bilocular.



E4



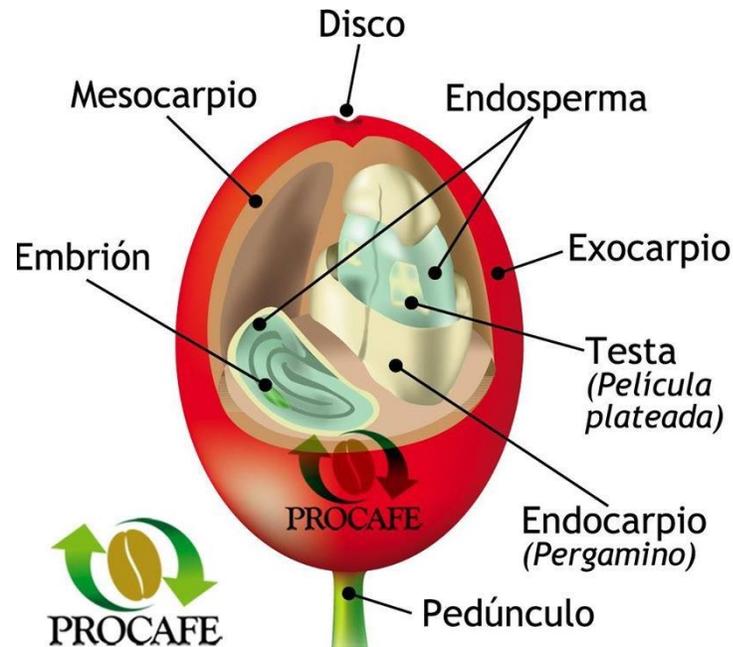
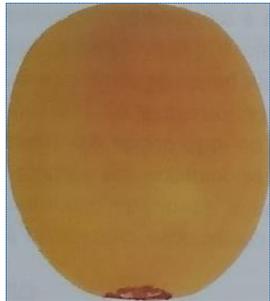
xilema rudimentar



O perianto é o conjunto protetor da estrutura reprodutiva, por meio de dois involúcros: cálice e corola. O cálice tem sépalas verde rudimentar, enquanto a corola é branca e possui cinco pétalas.

Morfologia do fruto e da semente

Fruto é formado pelo pericarpo e semente. Pericarpo ou parede fruto tem três estruturas: (i) exocarpo (casca), (ii) mesocarpo (mucilagem) e (iii) endocarpo (pergaminho). Semente: embrião mais endosperma.



endosperma e endocarpo



endocarpo ou pergaminho



endosperma com resto do perisperma ou película plateada



Primeira divisão do núcleo do endosperma ocorre 21 a 27 dias após a abertura da flor, enquanto do zigoto 60-70 dias após antese. Endosperma têm menos de 40 células, nos primeiros 45 dias (Mendes, 1942).

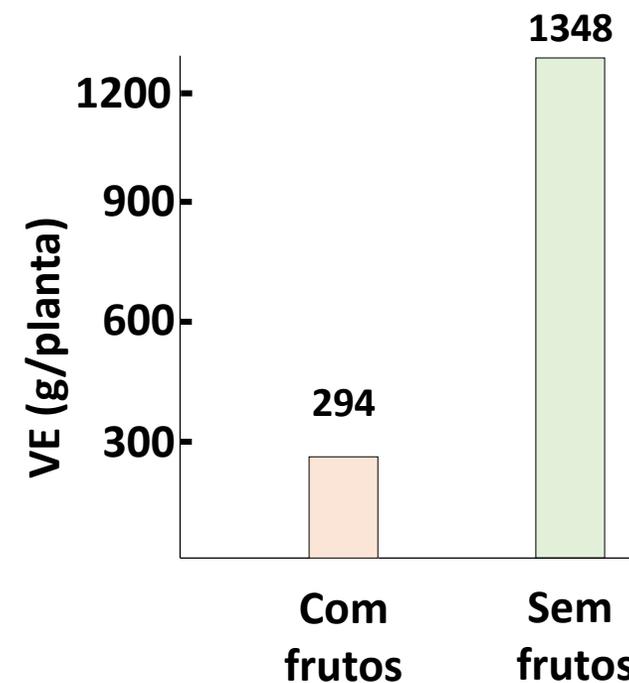
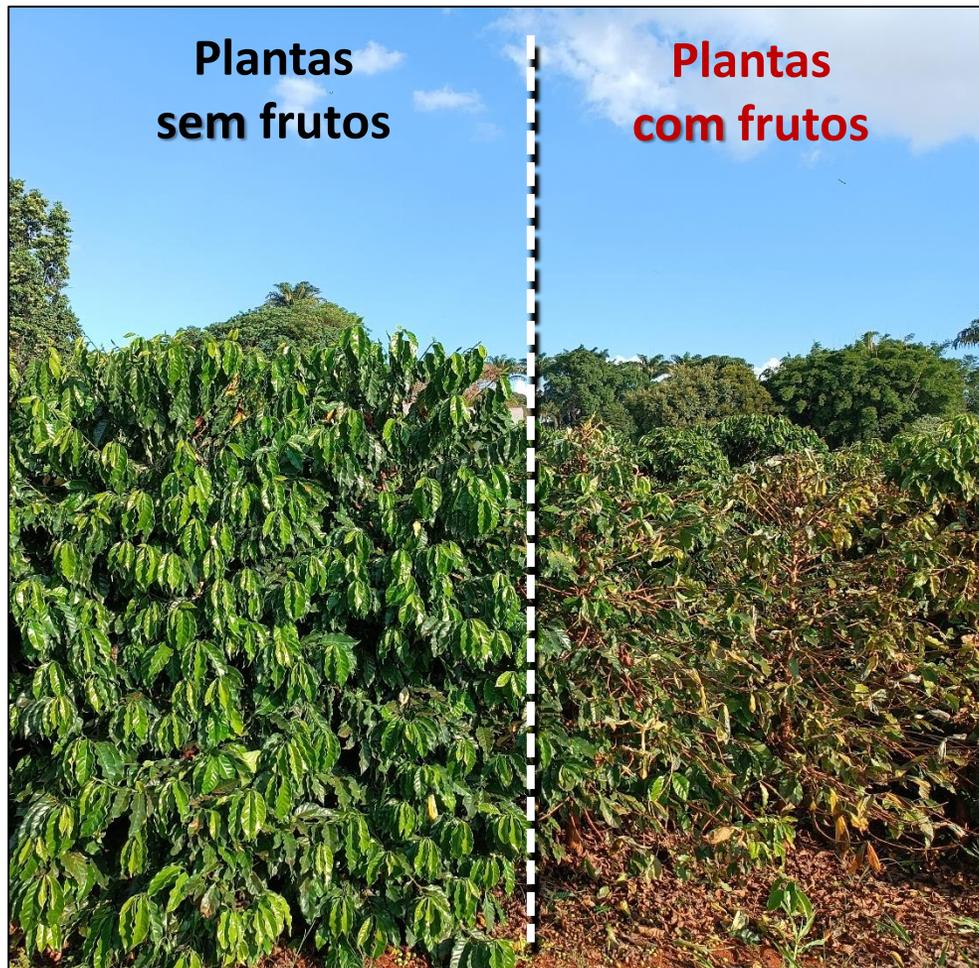
3ª aula prática

- 08 e 10/11/2023 -

**- Visita à lavoura de cafeeiro na Esalq. Morfologia do cafeeiro, tipos de podas e entende a
bienalidade da planta à pleno sol.**

Prática: partição de fotoassimilado entre drenos e podas

Observem o visual das plantas com e sem carga de frutos em maio/23



Aula prática dos pós-graduandos
efetuada em maio/2023



ESALQ

**Muito obrigado,
até!**

J

Prof. J. L. Favarin

**Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o
que ensina (Cora Coralina).**



Assuntos da 4ª aula

- Complemento da aula sobre adubação e nutrição do cafeeiro

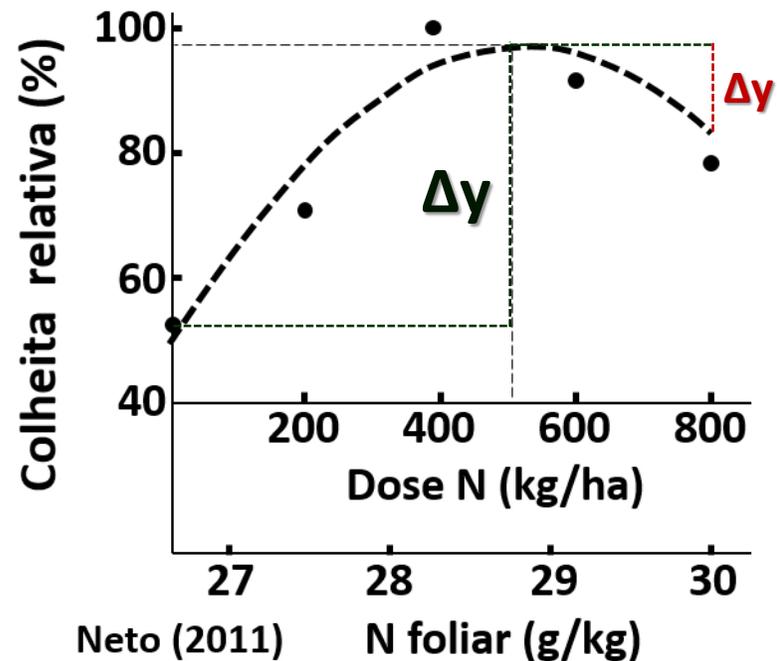
não apresentada por falta de tempo -

- Adubação nitrogenada: dose, recuperação e perda.**
- Adubação fosfatada: caso Embrapa-Cerrado.**
- Adubação potássica: dose, interação e ciclagem.**
- Fluxos no sistema solo-cafeeiro-atmosfera.**
- Fontes alternativas: interpretação.**

Adubação nitrogenada

- Água, temperatura e nitrogênio são chaves de ignição do crescimento vegetal e da produção de massa -

- Curva dose-resposta -



Chumbinho não cresce (45-60 d), mas a planta Vegeta (próxima safra), por isso precisa de N



Nitrogênio



- Mais cedo, melhor,
- 3-4 parcelamentos,
- 70% dose até janeiro.

Produção massa depende da captação radiação (clorofila, 4N e Mg) e reações enzimáticas (proteína, N e S).

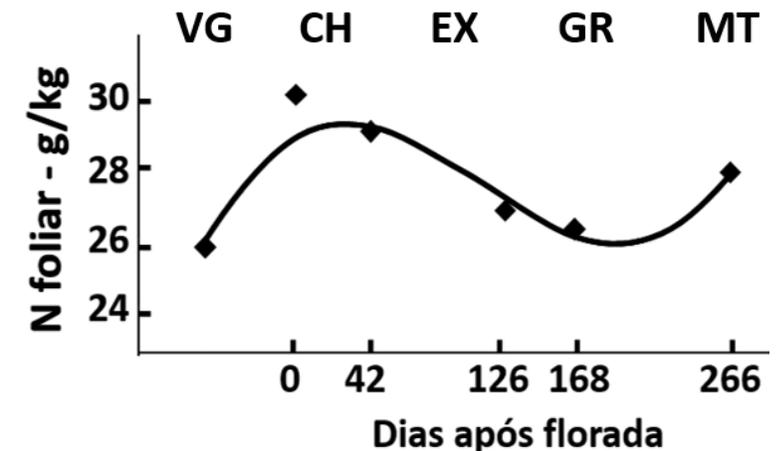
Nitrogênio: lixiviação e concentração foliar

Hidrólise da ureia (urease) decompõe o N-amídico em dois gases NH_3 e CO_2 e o pH próximo do grânulo alcança valores da ordem de 8-10 (Nömmik & Nilsson, 1963).



N kg/ha	^{15}N -RE		Lixiviado	
	kg/ha	%	kg/ha	%
200	149,2	74,6	2,6	1,3
400	164,4	41,1	14,8	3,7
600	273,0	45,5	45,6	7,6
800	228,8	28,6	104,0	13

Bortolotto (2010) - 15% argila; 1,2% MO



N-proteico da planta é redistribuído após ser transformado em aminoácido, com perda de cerca de 20% de NH_3 entre os estádios R1-R6 na planta de milho (Francis et al., 1993).

Geração de cátion ácido de H^+

Qualidade da operação?



Dissociação de CO_2



Liberação radicular - H^+

Lixiviação bases (CA°)



Remoção da colheita



$$PRNT (\%) = (PN \times RE) / 100$$

$$PN (\%) = (\% CaO \times 1,8) + (\% MgO \times 2,5)$$

$$RE (\%) = 0,2x + 0,6y + z$$

Nitrificação - adubo ou resíduo



Hidrólise Alumínio (Al^{3+})



Problema à vista?

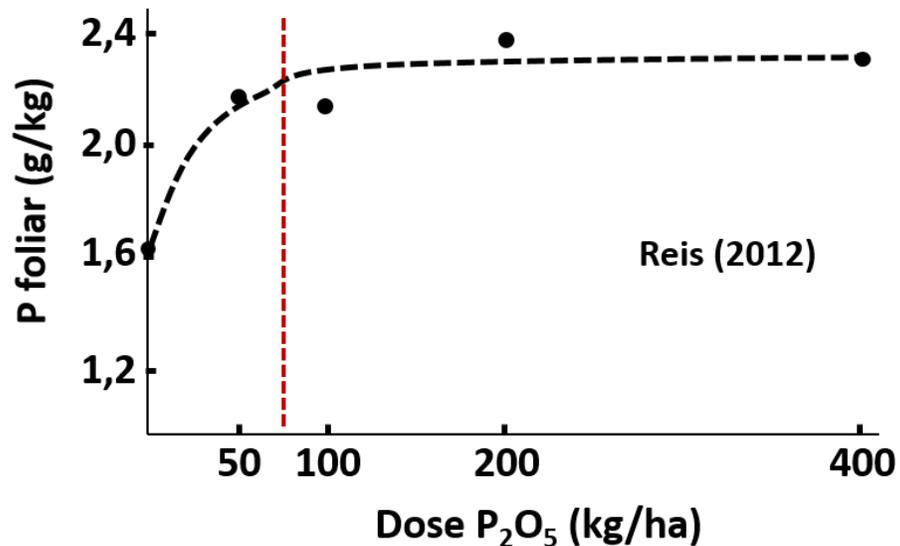
Atributos	Profundidade	
	20 cm	5 cm
P (mg/dm^3)	12	62
pH $CaCl_2$	4,5	6,0

Raij (1992)

Cafezal em produção, priorizar calcário reativo ou de qualidade superior, com PRNT maior do que 100%

Adubação fosfatada

Cafeeiro em produção não é exigente em fósforo, pois o fruto remove muito pouco. Não se preocupe, se o solo tiver entre 15 e 30 mg/dm³ de P_{resina} -

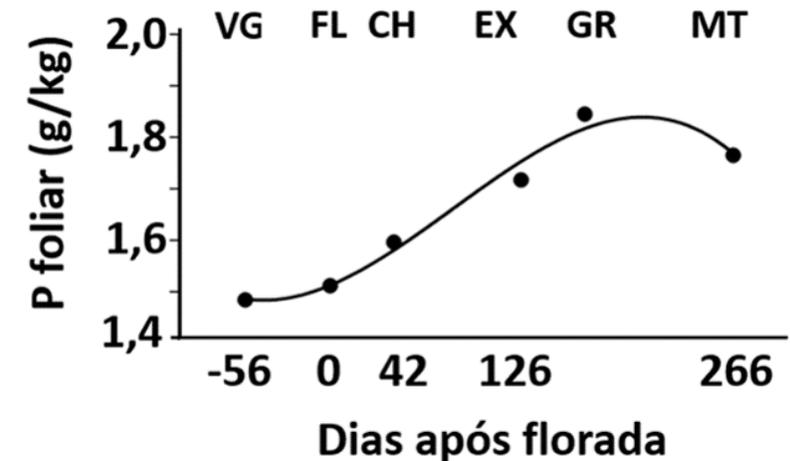


120 sacas/ha x 0,6 kg P₂O₅/saca
72 kg P₂O₅



Nesse sistema de cafeicultura a recuperação de P deve ser alta

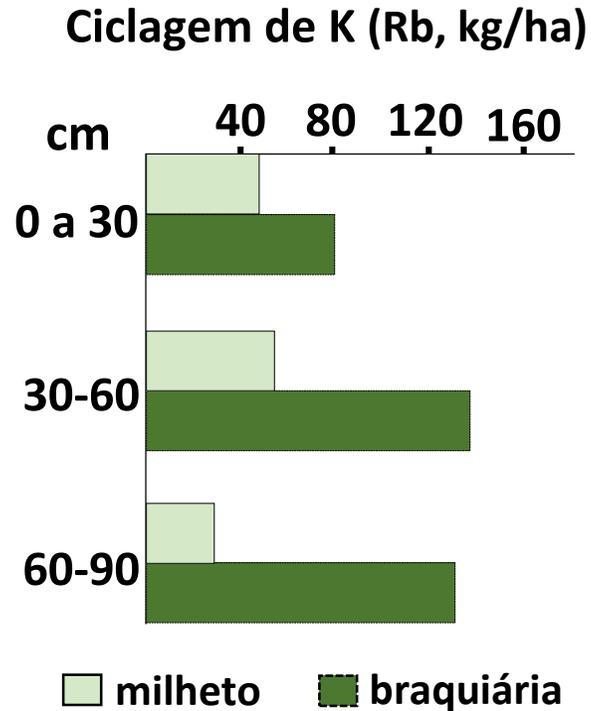
Concentração P foliar em razão fenologia da frutificação



- Aplicar todo o fósforo de uma só vez no primeiro ou no segundo parcelamento, quando for necessário -

Adubação potássica

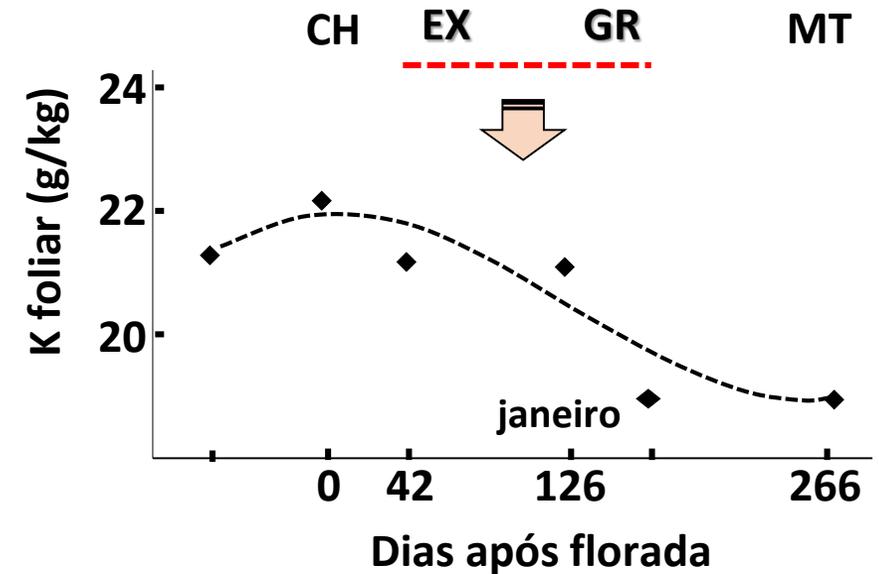
- Cafeeiro é muito exigente em potássio. Cuidado, pois esse nutriente esgota muito rápido do solo -



Oliveira et al. (2021)



- Teor foliar varia com a fenologia -



Neto & Favarin (2011)

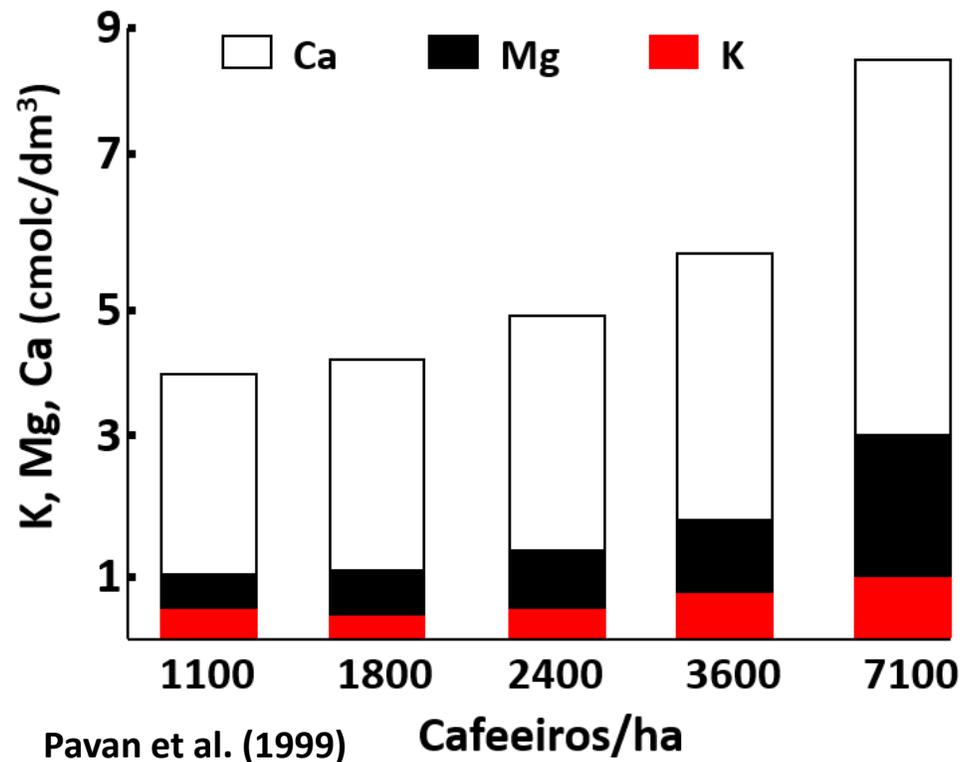
Absorção de um cátion é reduzida pela absorção excessiva de outro cátion. Teor elevado de potássio limita a absorção de magnésio, ainda que o teor desse elemento seja adequada.

Ciclagem de potássio

- Densidade de planta reduziu a lixiviação, papel semelhante do consórcio em lavoura nova -



Lixiviação: $K^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}$



Lixiviação: $CaL^0 > MgL^0 > K^+$



10 anos de experimentação

Pavan et al. (1999)

Adubação de zinco e boro

- Não se espera resposta a Zn em solo com 5-10 mg/dm³. Carência Zn pode ser corrigida via foliar e solo -

- ☐ Mobilidade do zinco da folha velha para a nova é muito baixa. Quando usar ZnCl₂ e Zn(NO₃)₂ pode-se reduzir 2-3x a concentração usada de ZnSO₄ - 0,6 a 0,8% ZnSO₄ (IAC, 2018).



Deficiência Zn

Zinco mg/dm ³	Folha mg/kg	Ramo mg/kg	saca/ha
4,8	10,0	26,2	59,9a
116	13,0	39,5	45,6a
193*	11,8	83,0	55,1a

Tezotto & Favarin (2010)



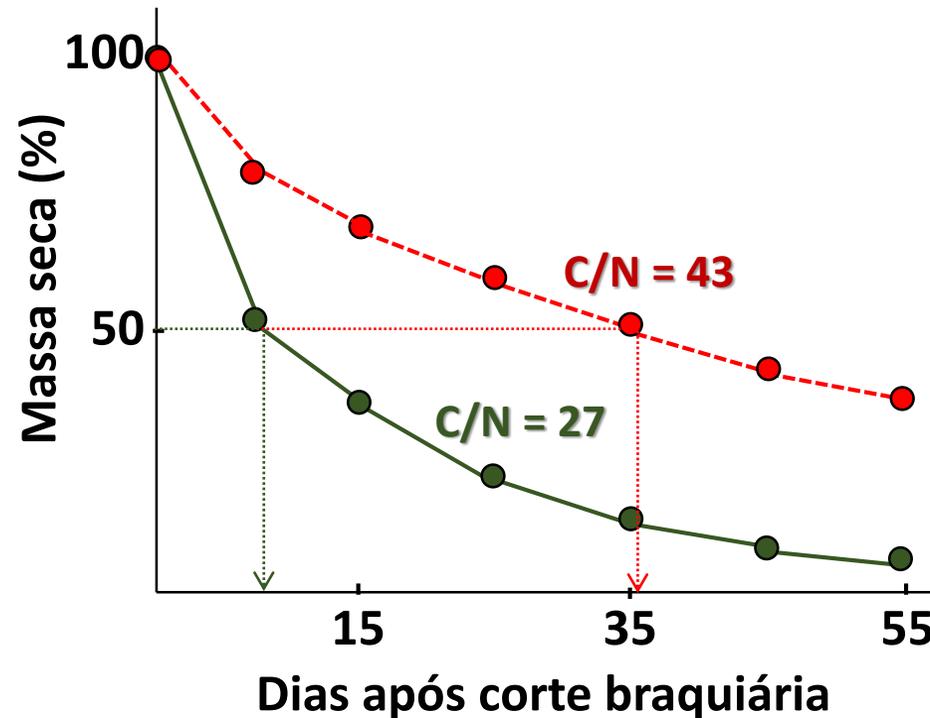
Deficiência B

- ☐ Boro é pouco móvel, menos de 5% do que é aplicado na folha migra para o fruto (Leite al., 2007). Cerca de 90% do boro encontra-se na parede celular. B via foliar - 0,2 a 0,3% H₃BO₃.

Fonte alternativa de nutriente

- Palha de café (1% N e 3% K₂O), resíduos animal e vegetal (1% N e 2,6% K₂O) e organomineral -

- ❑ Relação C/N deve ser inferior a 30 para não faltar N para o cafeeiro. Não se conhece a eficiência com que o nutriente de fonte orgânica é recuperado pela planta



- ❑ Fonte orgânica não aumenta o teor de matéria orgânica solo (k e quantidade). Café não absorve nutriente orgânico, e quando passa à forma mineral sofre os mesmos processos (fixação, volatilização e lixiviação).

Reserva do solo: fósforo e potássio

- Pode usar a reserva de fósforo sem preocupação. Cuidado com potássio, demanda alta e lixiviação -

☐ Cada 10 sacas/ha café têm cerca de 3 kg P_2O_5 , o que equivale aproximadamente: 0,7 mg/dm³ de P



☐ Cada 10 sacas/ha café têm cerca de 35 kg K_2O , o que equivale a aproximadamente: 14,5 mg/dm³ de K

Fluxo hídrico solo-cafeeiro-atmosfera

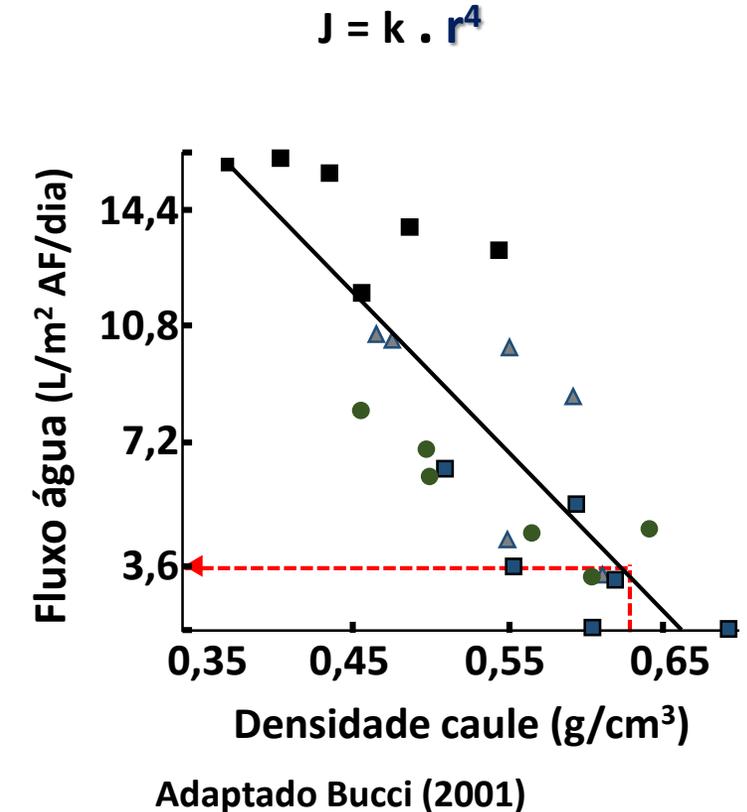
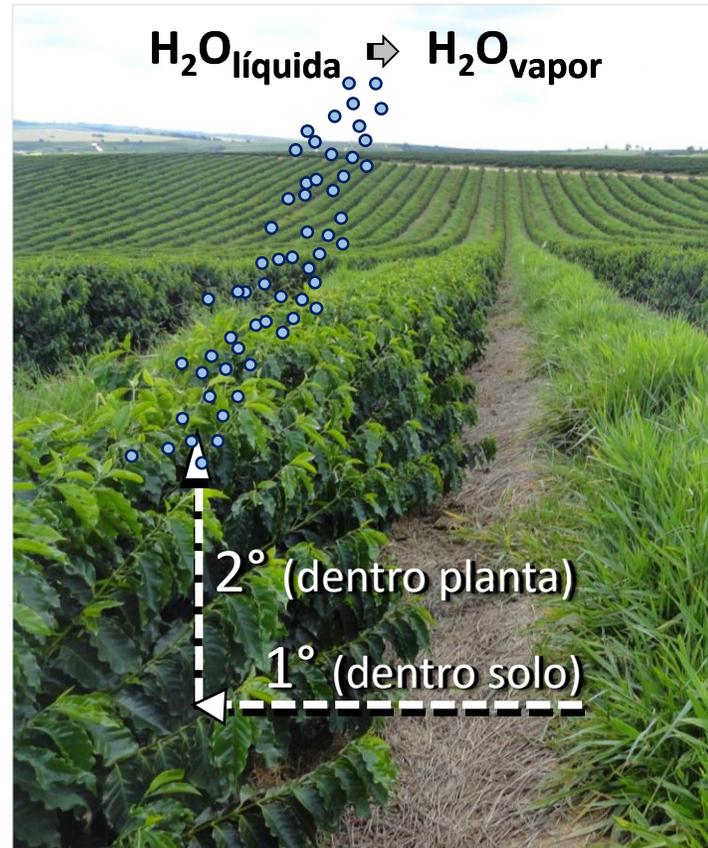
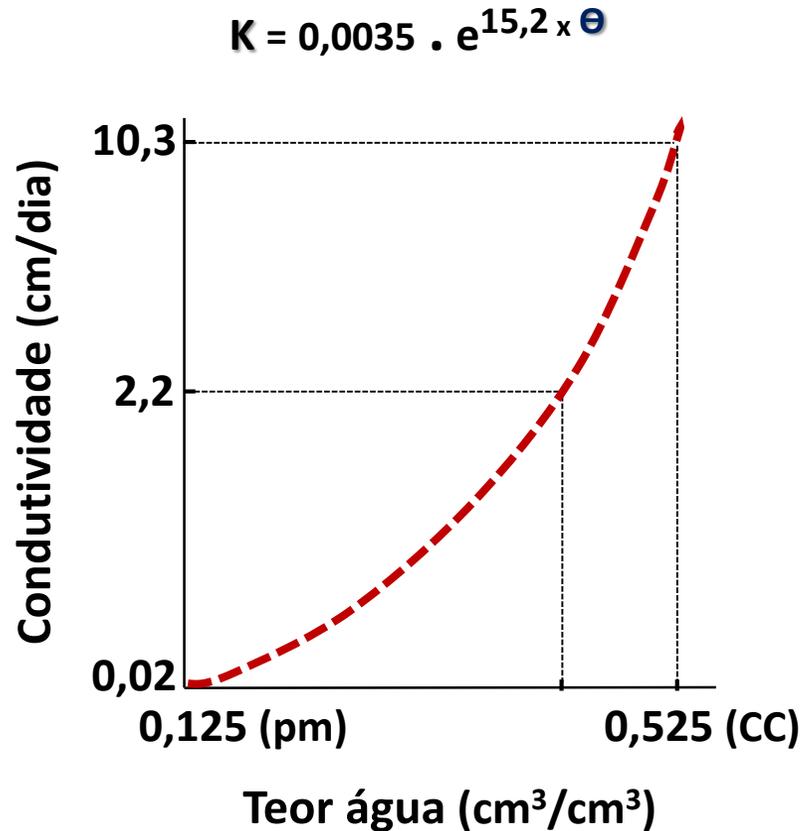


ESALQ

(1°) fluxo: solo às raízes

$$\psi_{\text{atmosfera}} = -1,06 \cdot T \text{ (}^\circ\text{K)} \cdot (2 - \log UR)$$

(2°) fluxo: raízes às folhas



Densidade do caule do cafeeiro é alta (0,61 g/cm³), por causa do diâmetro reduzido de vasos xilemáticos ou pouco espaço poroso, com influência na resistência à transpiração diária.

Estado nutricional do cafeeiro



ESALQ

Interpretação da análise foliar depende de referência, obtida em certas condições. Ainda, precisa saber a condição de temperatura e umidade durante a formação da folha diagnóstico.

- FM: solução move de zonas úmidas até a rizosfera, a distância x , por causa do gradiente de potencial (ψ_w) -

$$FM = K \cdot \Delta\psi / \Delta x \cdot C_i$$



- Referência -

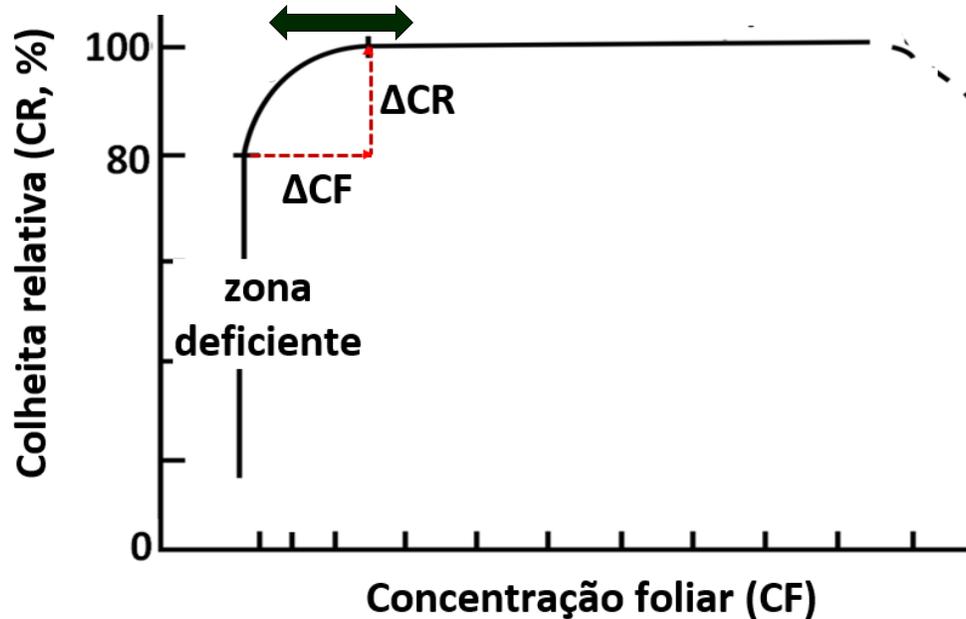
Concentração (g/kg)

N	P	K
25-30	1,2-2	20-30

IAC (2022)



$$DI = D_f \cdot \theta \cdot \Delta C_i / \Delta x$$



- DI: íon move na solução de zona concentrada até a raiz, a distância x , por causa do gradiente concentração (C_i) -

Equilíbrio acidez: ciclos carbono e nitrogênio

- Resíduo vegetal pode recuperar, em parte, a capacidade de tamponar a acidificação de solo -

Alcalinização

(C-solúvel, vida útil cerca 15-20 dias)



Protonação de ânions orgânicos



e

Complexação orgânica (muda valência)



Retira H^+ e Al^{3+}

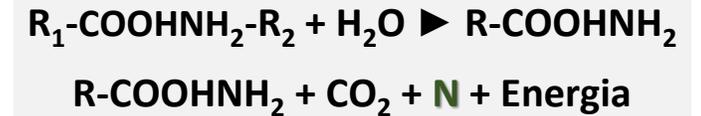
Cerca de 80% do C-resíduo é insolúvel (polissacarídeos, lignina e ác. graxos).



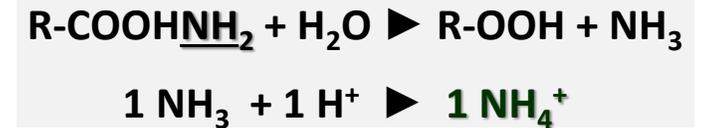
- Agricultura rompe esse equilíbrio -

Acidificação

(Nitrogênio, resíduo vegetal)



Amonificação



e

Nitrificação (resíduo)



Fornece H^+



ESALQ

**Muito obrigado,
até!**

J

Prof. J. L. Favarin

**Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o
que ensina (Cora Coralina).**