

Tecnologias Embrapa



Omar Cruz Rocha

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador
Manejo do solo e da água na agricultura irrigada

Estresse hídrico Controlado



ORIGEM DA ESPÉCIE *Coffea arabica* L.



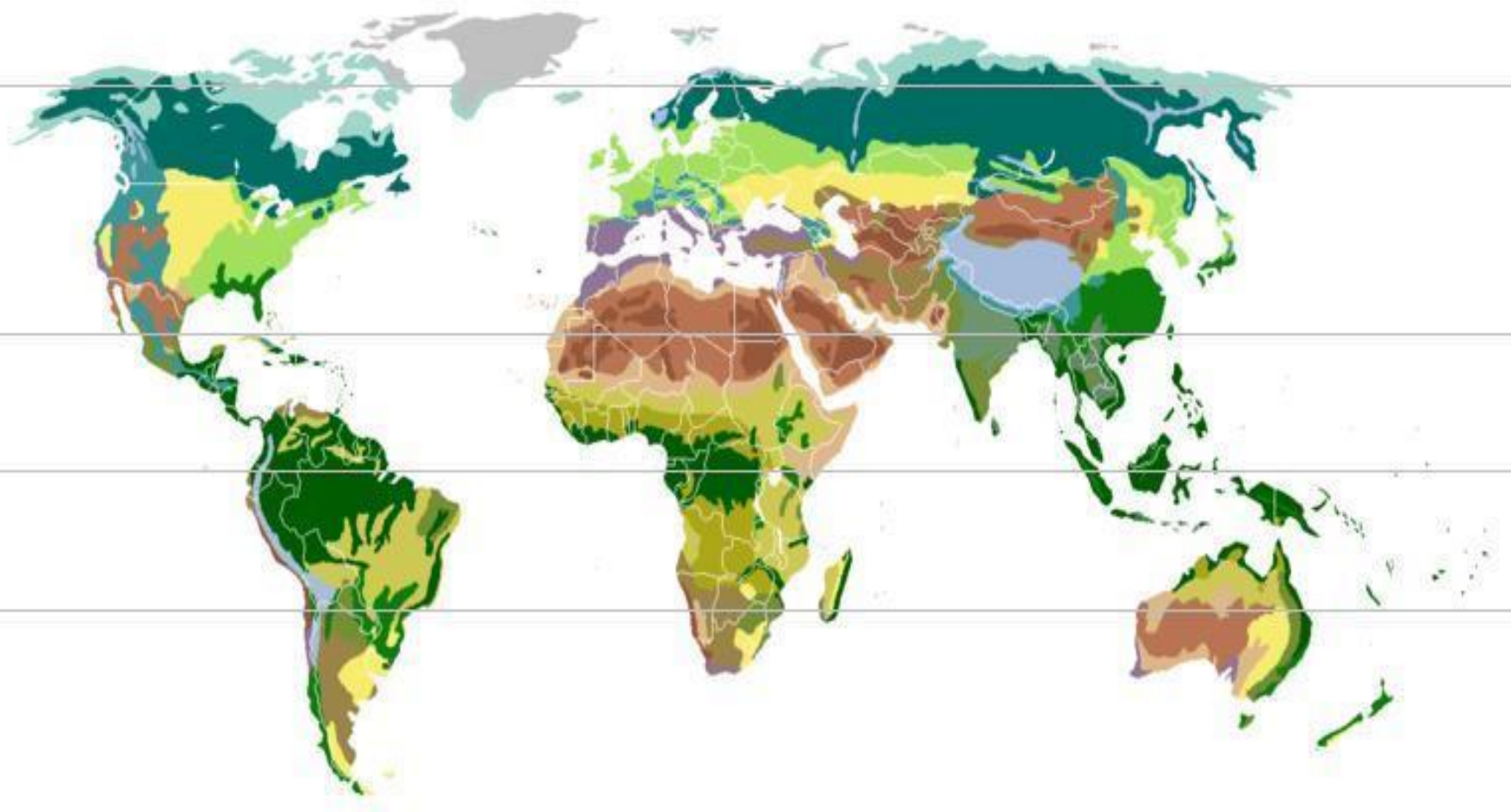
Altitude – 1000 a 3000 M

Temperatura média – 18,5 a 21,5 °C

Precipitação – 1200 a 2000 mm

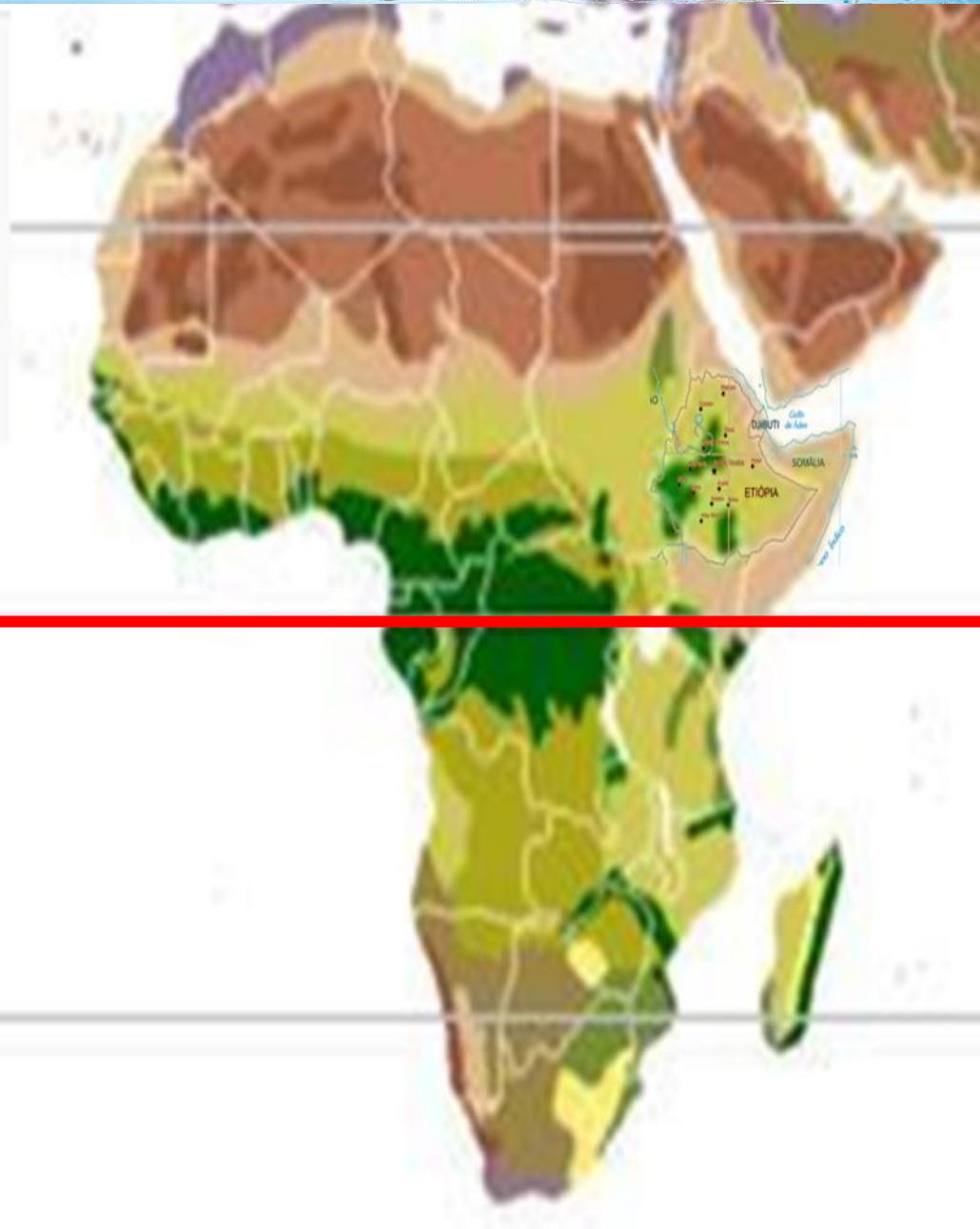
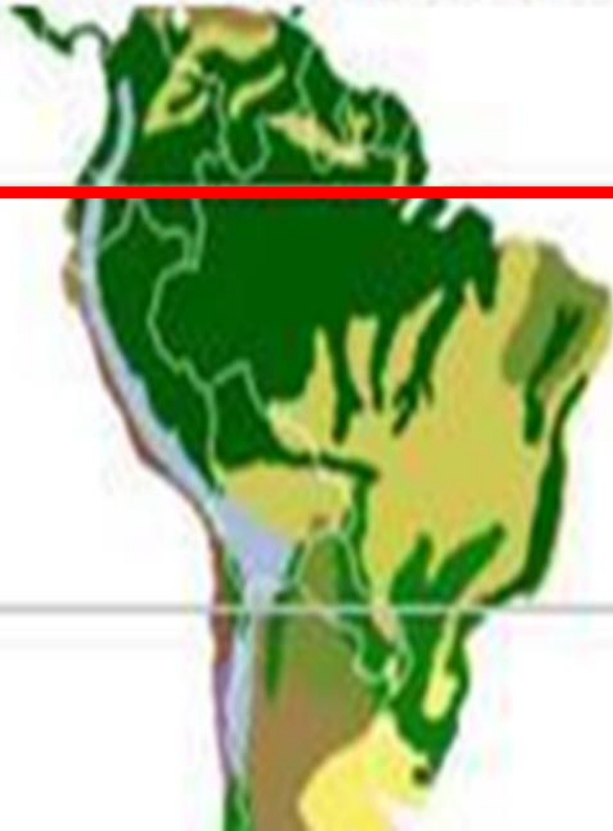
Período seco de 3 a 4 meses

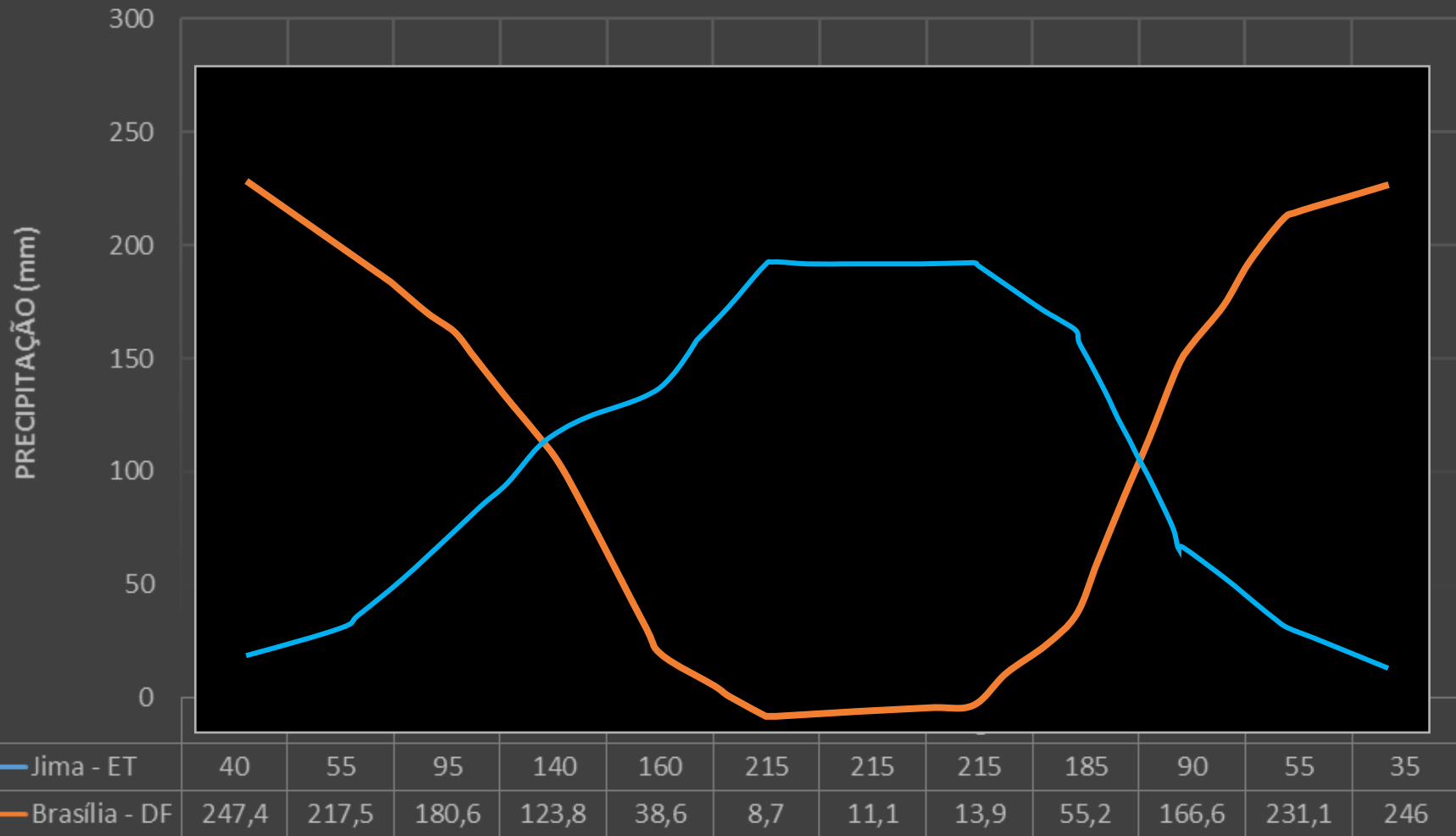
Presença de orvalho (UR ↑)

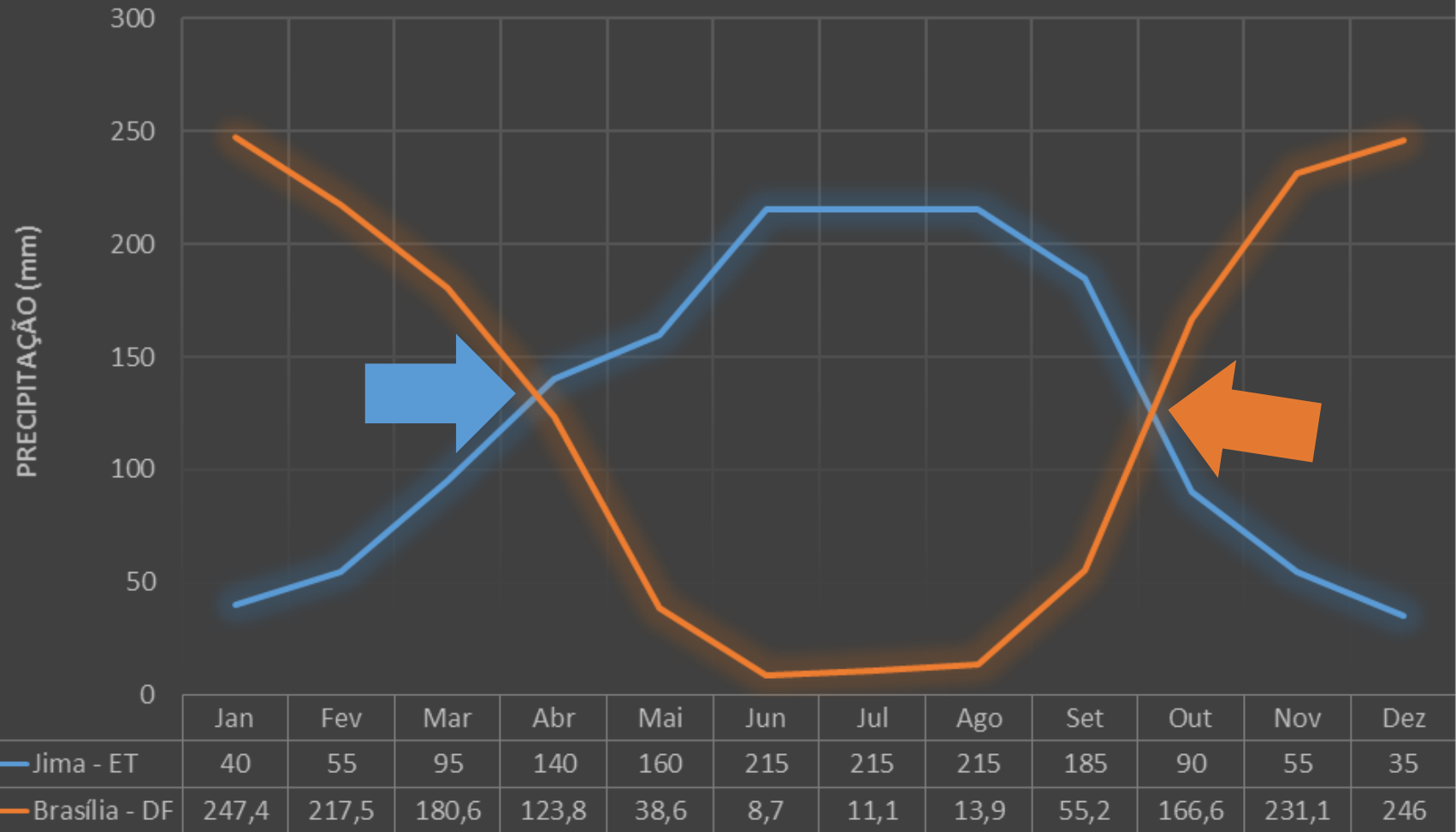


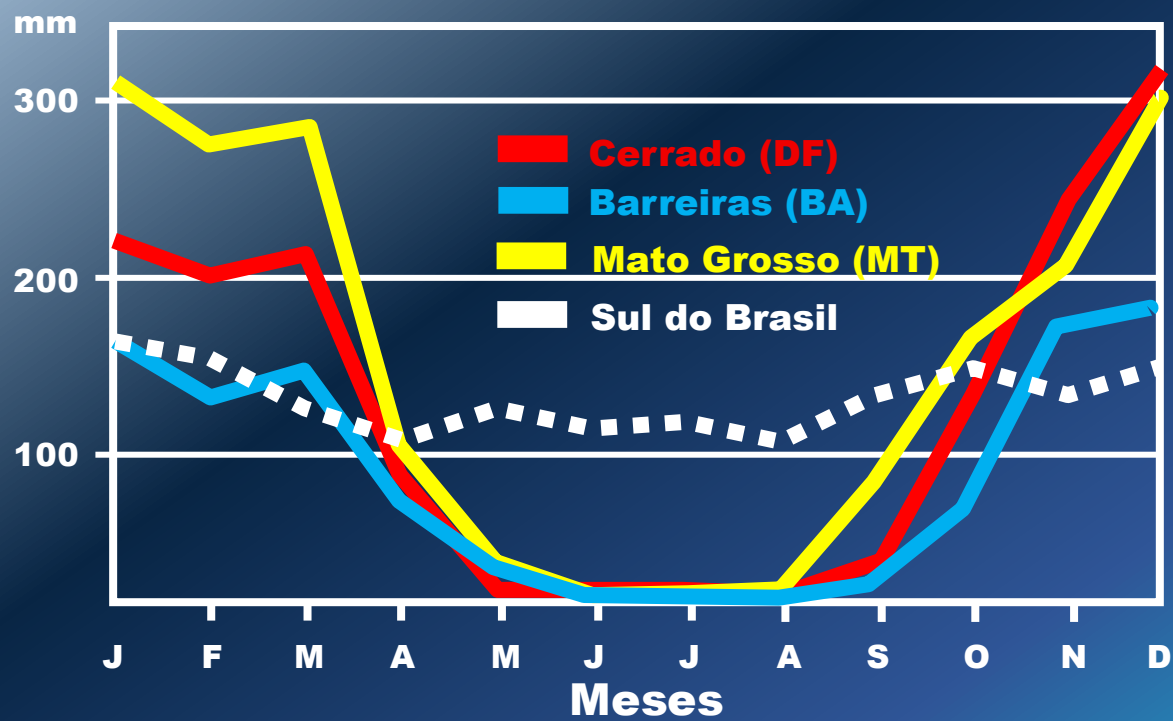
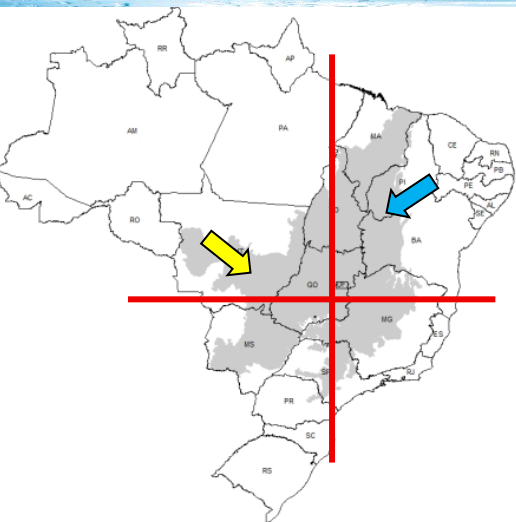
Polar	Subtrópicos com Inverno úmido	Savana de Campo
Tundra	Trópicos e Subtrópicos de Monções	Savana com Árvores
Boreal	Deserto	Floresta Subtropical com secas
Floresta, Folhas Caducas	Áridez	Floresta Tropical com secas
Estepe, Capoeira	Estepe, Pampa seca	Tundra de Montanhas
Floresta Subtropical úmida	Sertão	Floresta Alpina

- Savana de Campo
- Savana com Árvores
- Floresta Subtropical com sêcas
- Floresta Tropical com sêcas









Estresse hídrico

• *Manga*

• *Uva*

• *Lima ácida*

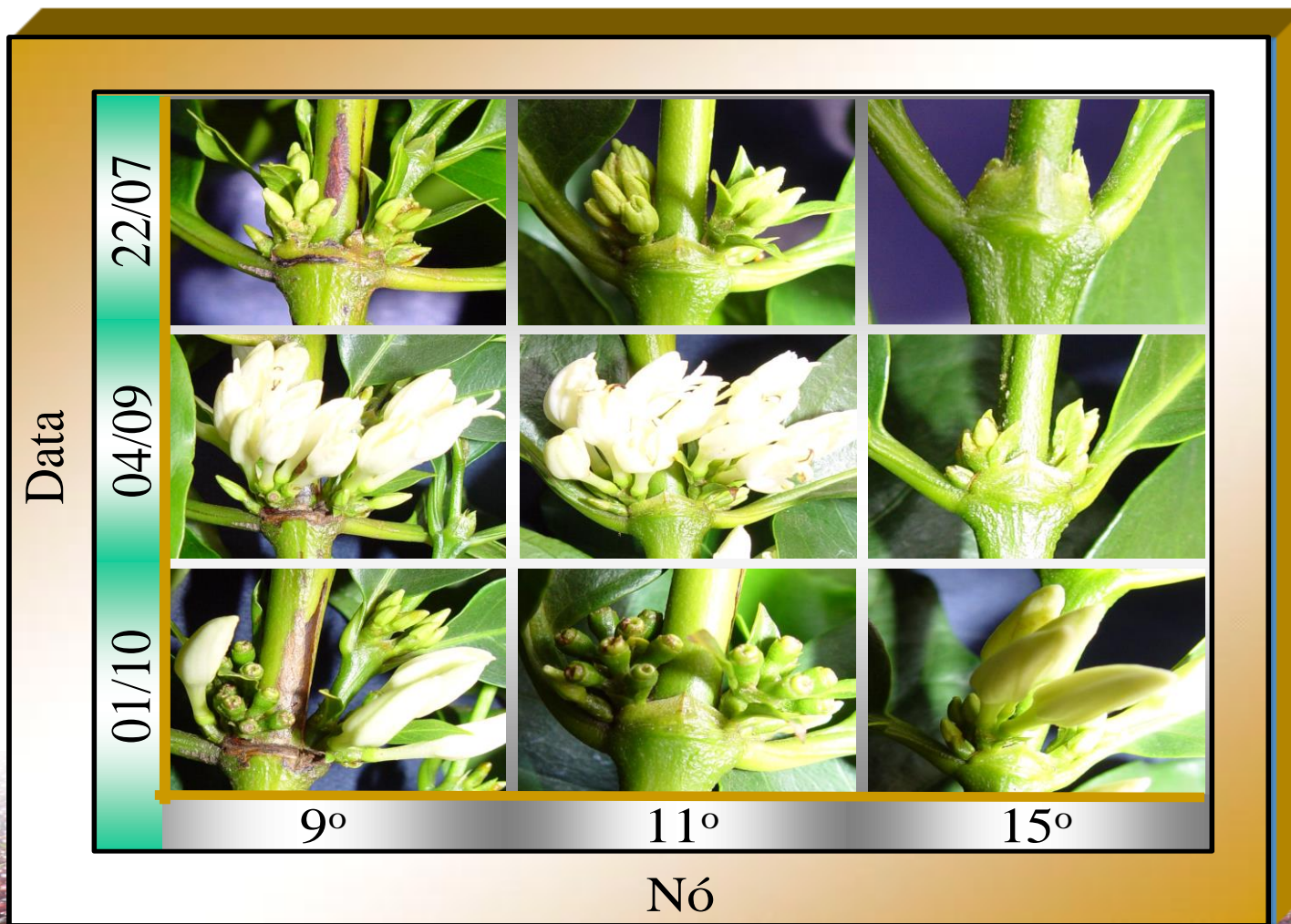


Indução

• *Café* → *Sincronização*



O cafeeiro (Coffea arabica L.)



Sistema tradicional - floração desuniforme



Floração desuniforme



Sistema tradicional - maturação desuniforme



Suspensão das irrigações no período de 24 de junho até que cerca de 80% das gemas florais atinjam a fase E4, não ultrapassando 4 de setembro.

SINCRONIZAÇÃO



$\bar{\Psi} = -2 \text{ MPa}$

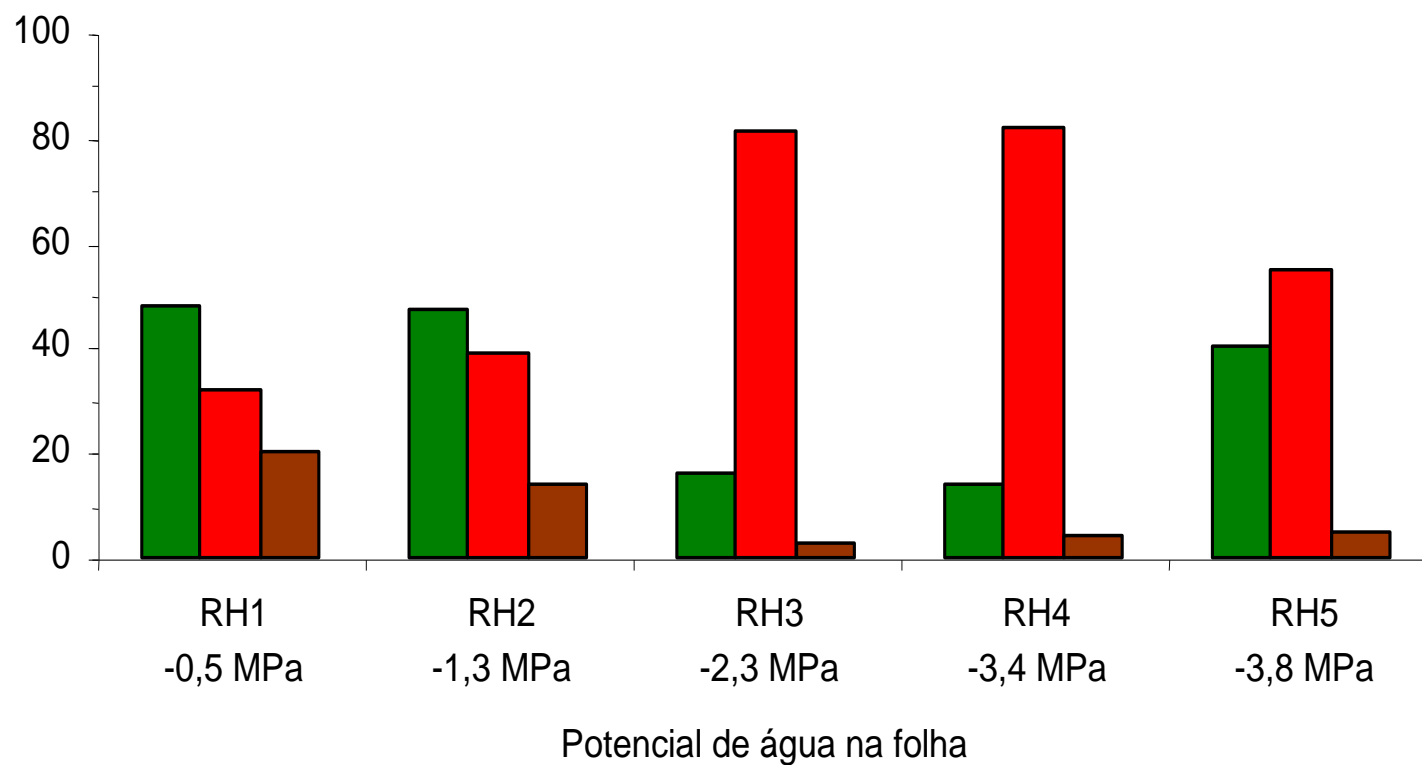
Floração uniforme



Maturação uniforme

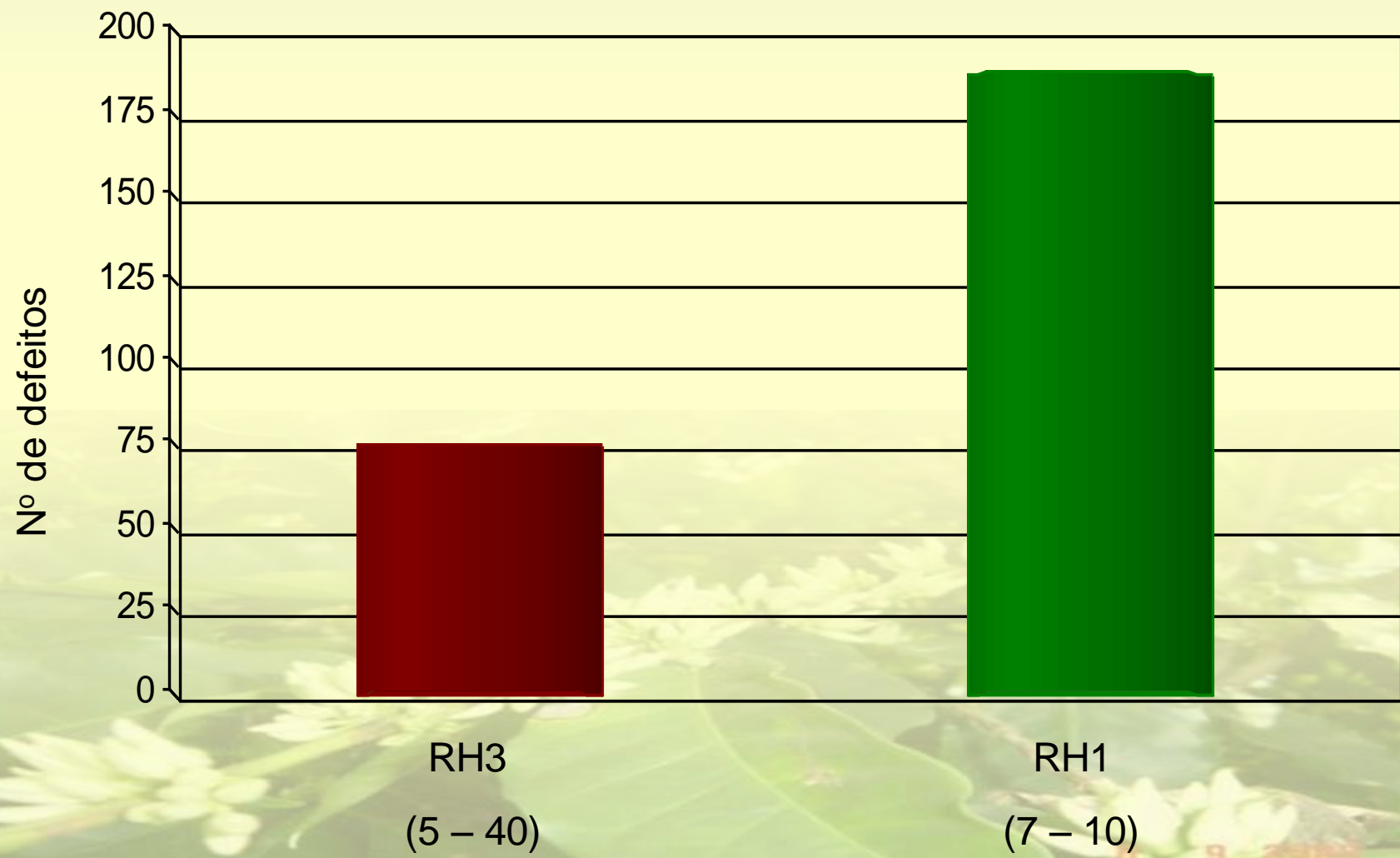


Porcentagem de verde, cereja e seco

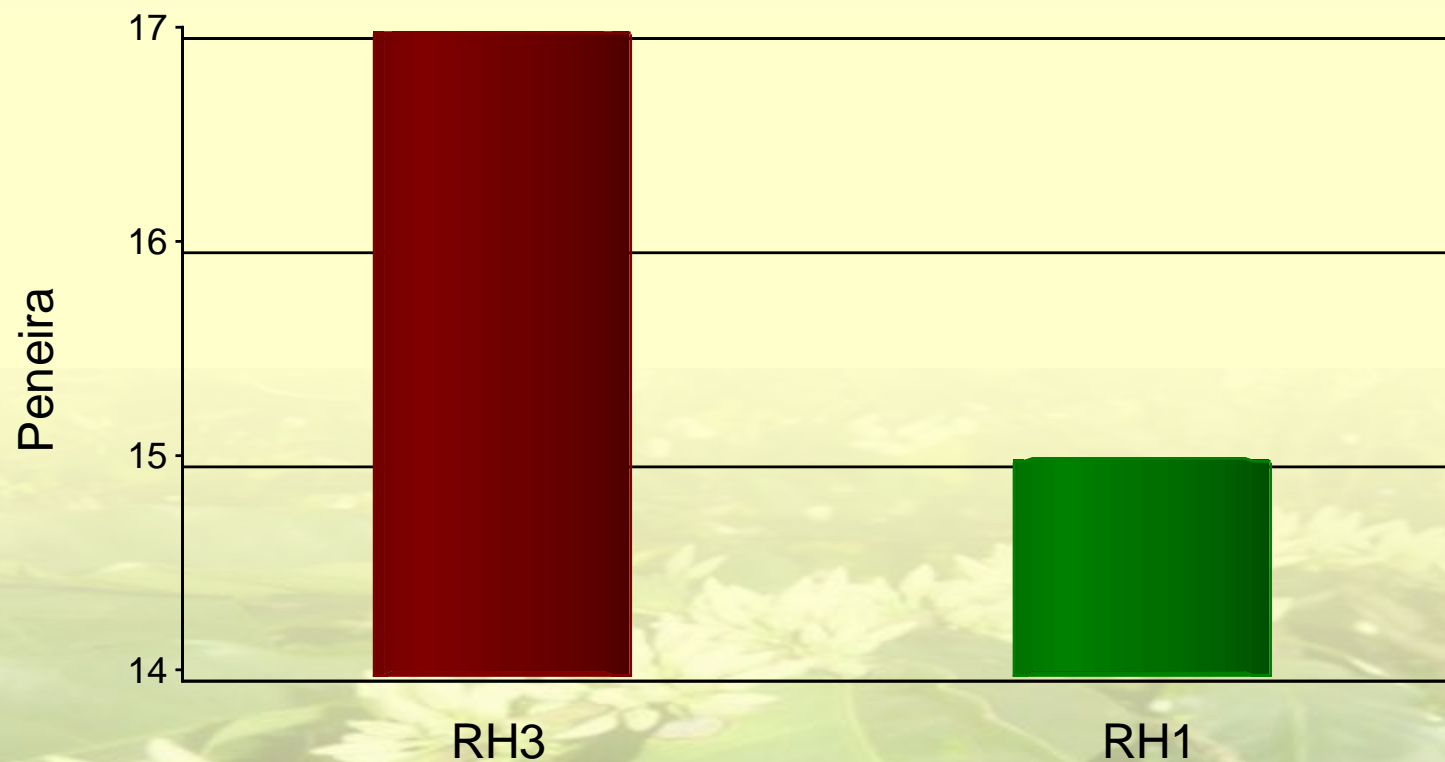


■ Verde ■ Cereja ■ seco

Classificação por tipo



Classificação por Peneira



Efeitos do estresse hídrico e de doses de NPK na composição bioquímica dos grãos de café *Coffea arabica* cv. Catuaí Rubi

Método de análise:

- Amostras de grãos beneficiados (via seca) das safras 2007 2008 e 2009;
- Análise pela técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (SPIR/NIR) (CIRAD-França) – Pierre Marraccini

Menos é Mais

Há diferenças nos teores de compostos bioquímicos nos grãos das plantas cultivadas sob diferentes regimes hídricos;

Maiores teores de **cafeína** e dos **ACG** nos grãos das plantas sem estresse hídrico (**precursores negativos da qualidade**);

Maior teor de **sacarose** e **lipídios** nos grãos das plantas submetidas a estresse hídrico (**precursores positivos da qualidade**).

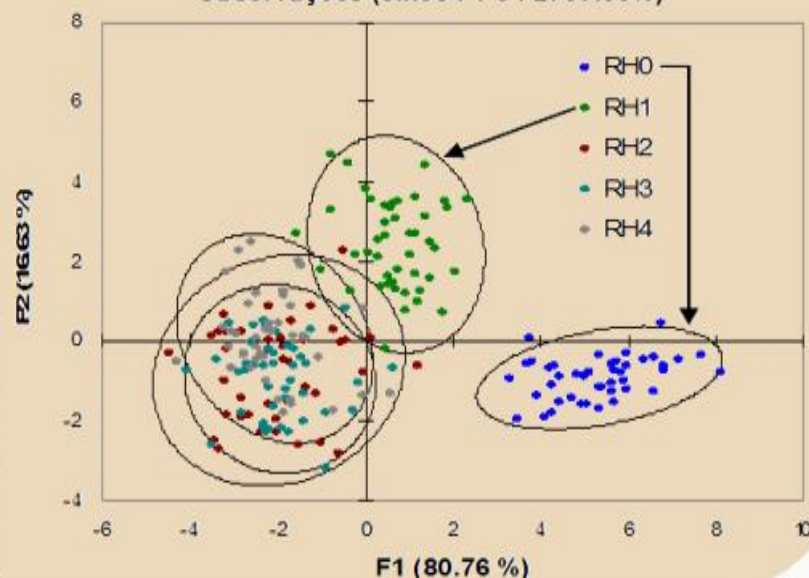
Estresse hídrico controlado

Uso racional dos recursos hídricos.



8

Observações (eixos F1 e F2: 97.39%)



Braquiária como planta de cobertura



Porque a Braquiária?



Avanços tecnológicos



- a) Adaptabilidade de espécies as condições edafoclimáticas locais;*
- b) Competição por água e nutrientes ou plantas com maior produção vegetativa que reprodutiva e baixo índice de colheita (IC);*
- c) Arquitetura, porte e hábito de crescimento adequados ao sistema de consórcio.*

Bulisani et al. (1993)



Avanços tecnológicos



- a) Perenidade ou com persistência por ressemeadura natural; porte baixo (< 0,20 m);*
- b) baixa competitividade por água e nutrientes;*
- c) facilidade de estabelecimento;*
- d) tolerância à mecanização;*
- e) resistência à invasão por plantas daninhas;*
- f) facilidade de ser erradicada e*
- g) resistência às pragas e doenças do pomar.*

"O solo completamente coberto com vegetação está em uma condição ideal para manter a umidade e resistir à erosão, desde que a cobertura seja contínua e o solo bem permeado com raízes."

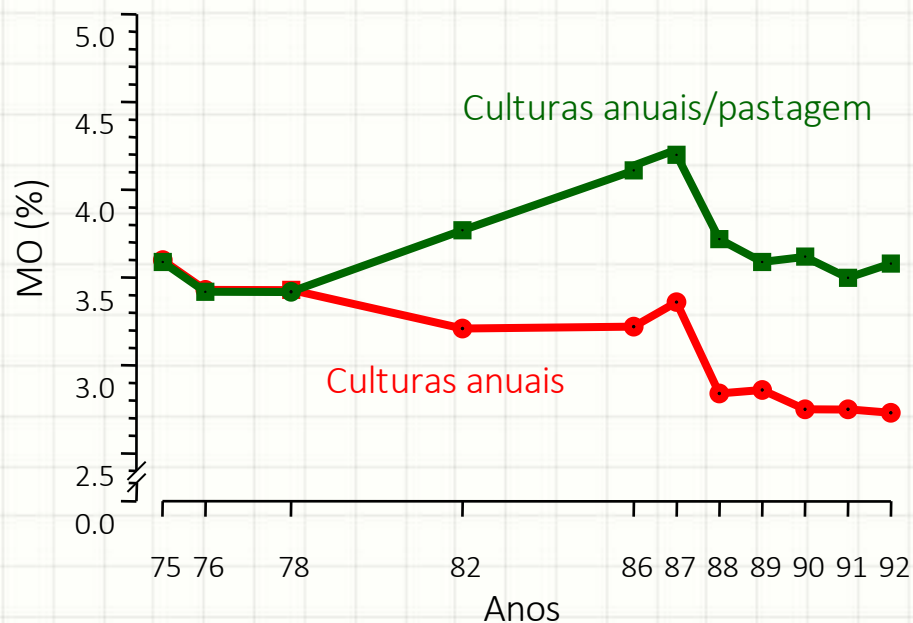
"Finalmente, um aumento na matéria orgânica do solo pelo crescimento das raízes, especialmente no caso de uma cobertura permanente, ou pela incorporação de vegetação como adubo verde, melhora a capacidade de retenção de água do solo e favorece a infiltração de água."

Hugh H. Bennett, (1939)

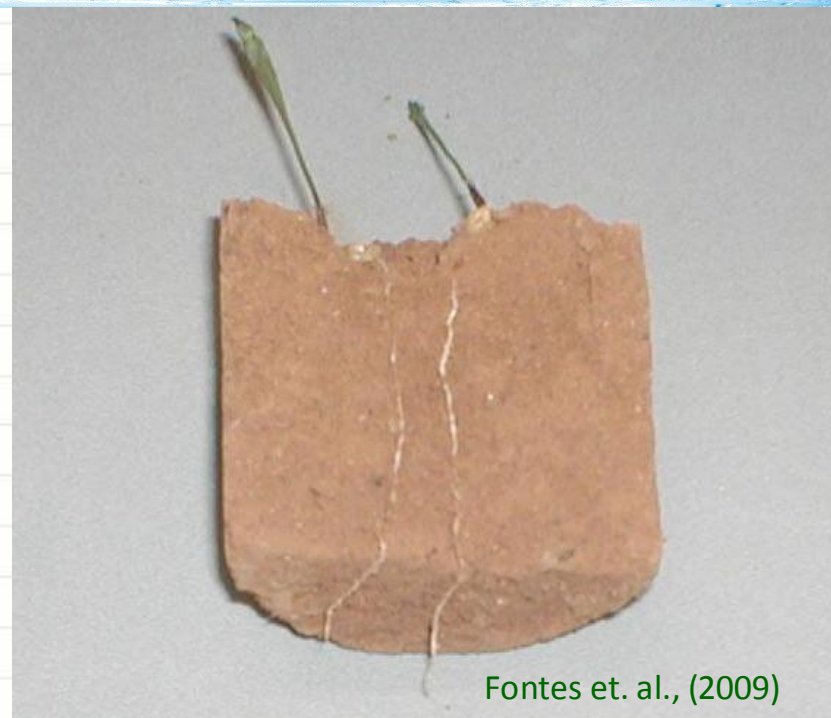


Tecnologias recentes nos permitem atender a estes preceitos de forma cada vez mais eficiente!

Braquiária: uma aliada para o manejo conservacionista do solo em sistemas de produção no Cerrado



Sousa et al. (1997)



Fontes et. al., (2009)

Raízes de *Brachiaria brizantha* em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa com $D_s = 1,50 \text{ g cm}^{-3}$

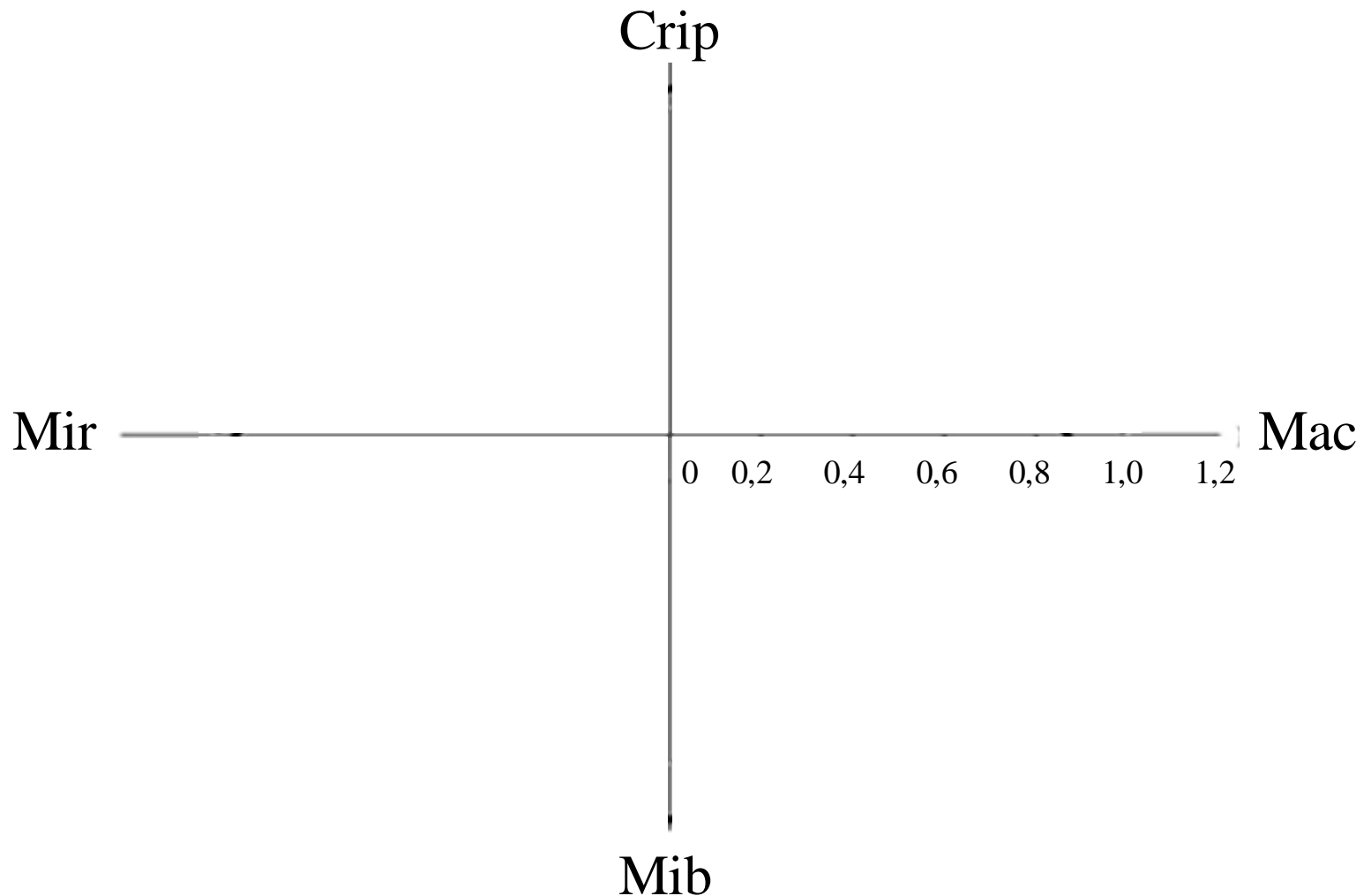
Na região do Cerrado, a associação entre irrigação e braquiária nas entrelinhas do cafezal favorece vários atributos do solo, melhorando sua estrutura e capacidade de armazenamento de água (Rocha et al., 2016)



Cafezal manejado com braquiária nas entrelinhas
Fazenda Lagoa do Oeste, Luís Eduardo Magalhães - BA

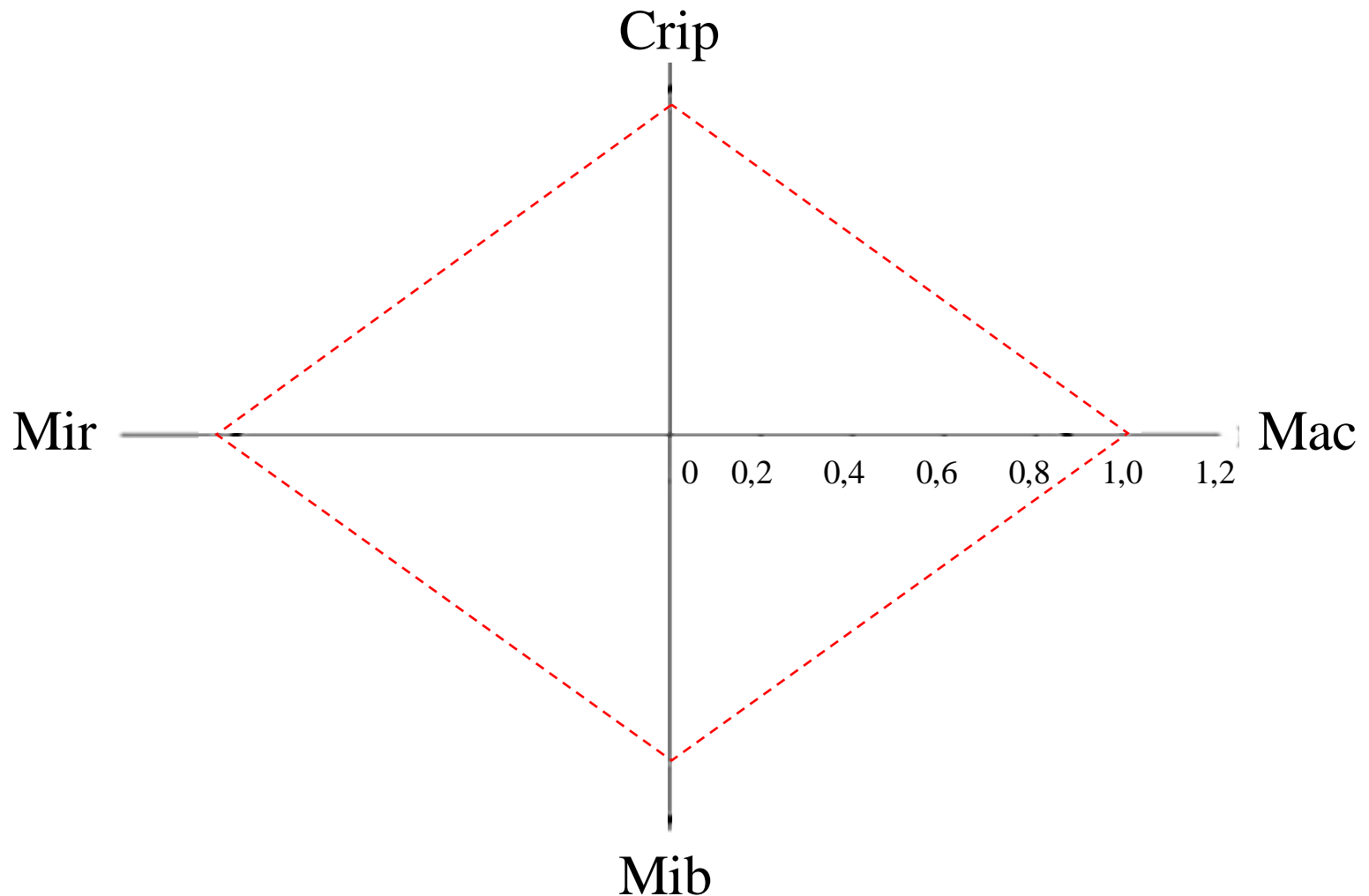
Resultados e Discussão

Figura 2 - Distribuição relativa da porosidade do solo



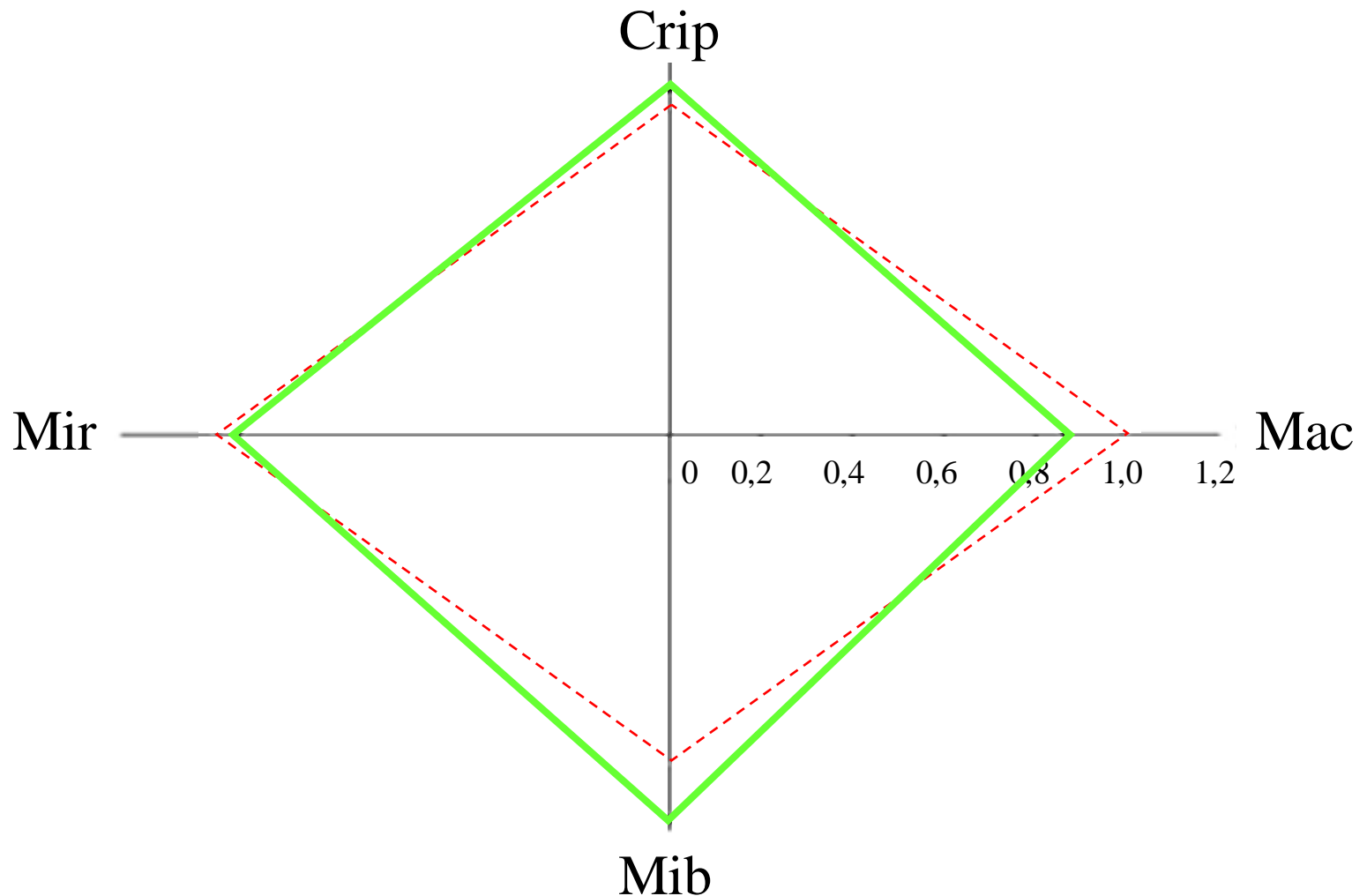
Resultados e Discussão

Figura 2 - Distribuição relativa da porosidade do solo



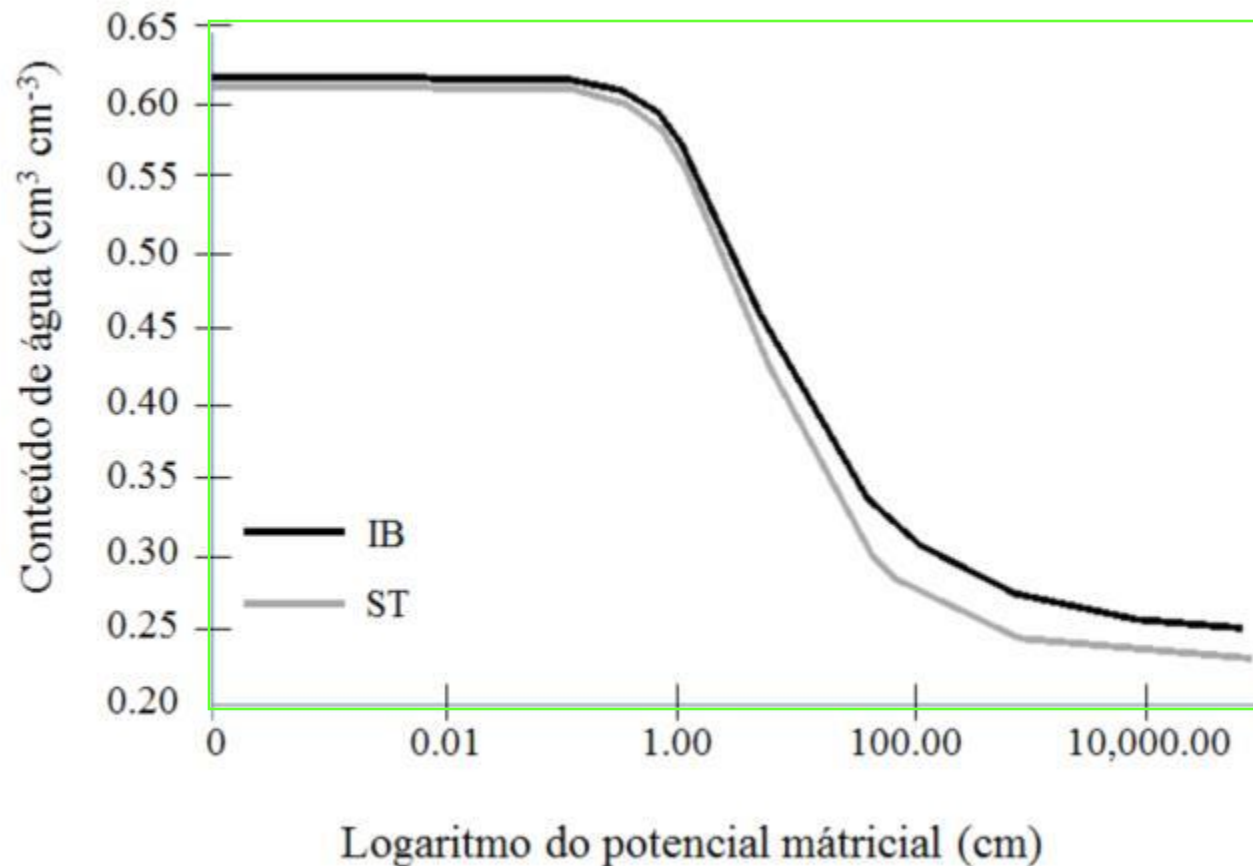
Resultados e Discussão

Figura 2 - Distribuição relativa da porosidade do solo



Resultados e Discussão

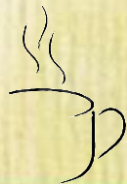
Curvas médias de retenção de água





Conclusões

1. *O regime hídrico irrigado alterou a densidade do solo na camada superficial, sem comprometer o armazenamento de água.*
2. *O Sistema de manejo das entrelinhas do cafeeiro com a braquiária como planta de cobertura promoveu alterações nos atributos físico-hídricos do solo, resultando no aumento de 18% no conteúdo prontamente disponível de água do solo;*




Cultivo de brachiária nas entrelinhas do cafeeiro

Resultados experimentais (2008 - 2012)

Latossolo Vermelho distrófico

- **Aumento do diâmetro médio dos agregados de 1,11 mm para 1,88 mm**
- **Incorporação de 4,1 ton.ha⁻¹ de carbono orgânico nos agregados sendo 67% nos macro-agregados (proteção do carbono orgânico particulado)**



Atividade enzimática no solo e
contribuição da braquiária cultivada
nas entrelinhas dos cafeeiros, na
ciclagem de fósforo em função do
parcelamento e diferentes regimes
hídricos

Ieda de Carvalho Mendes

Cícero Donizeti

Plano de ação 4

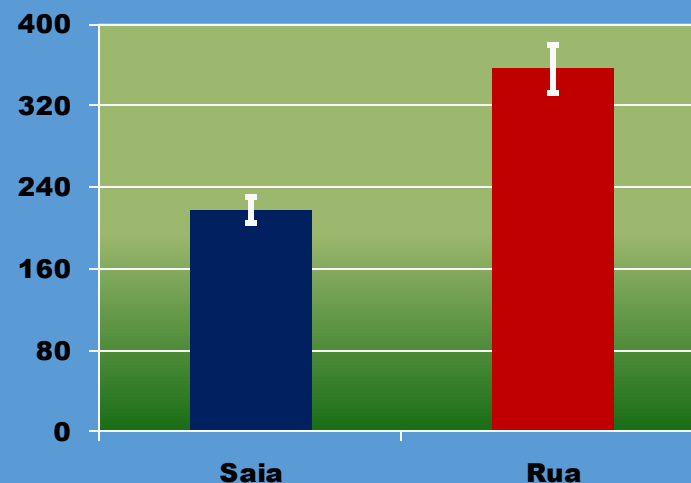
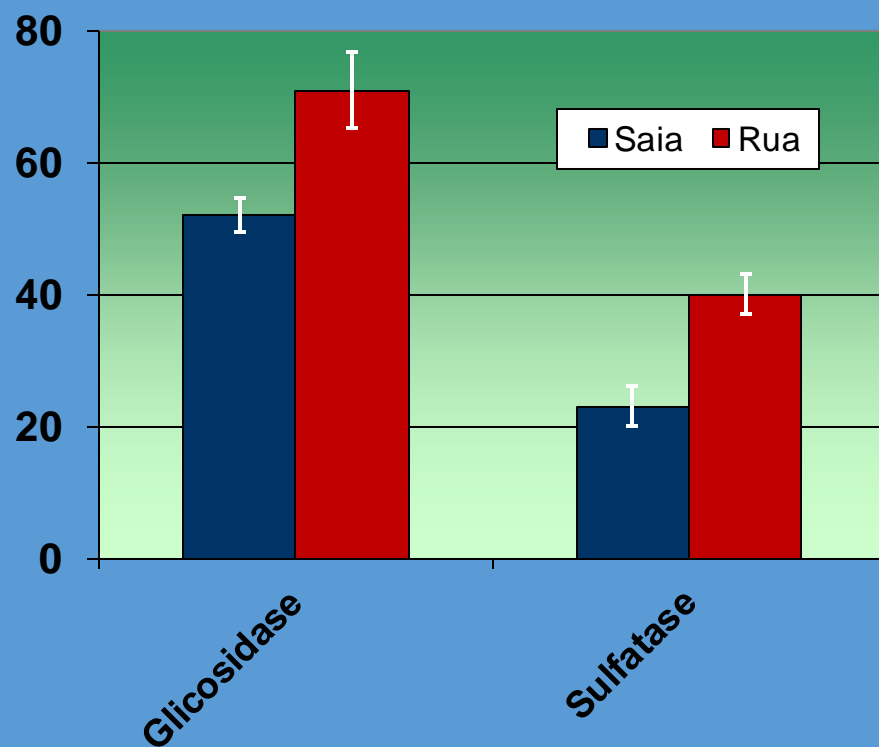




Cafezais com Braquiaria

Local: Lagoa Oeste, Adeco Agpca (Barreiras-BA)

Solo: NQ arenoso



Fosfatase ácida





Cafezais com Braquiária



Resultados e Discussão:

- A atividade da β -Glicosidase foi maior na presença da braquiária independente da calagem e do RH.
- A atividade da Arilsulfatase foi maior nos tratamentos com braquiária (144 nos tratamentos com e 92 nos tratamentos sem braquiária) e com calagem (130 no tratamento com e 106 no tratamento sem calagem), independente do RH.
- A atividade da Arilsulfatase foi maior no RH1 (sem estresse hídrico) do que no RH3 (com estresse)
- A atividade da Fosfatase não diferiu entre as áreas com e sem braquiária no RH1. Já no RH3, a atividade da Fosfatase foi maior na área com braquiária do que na área sem braquiária

Reciclagem

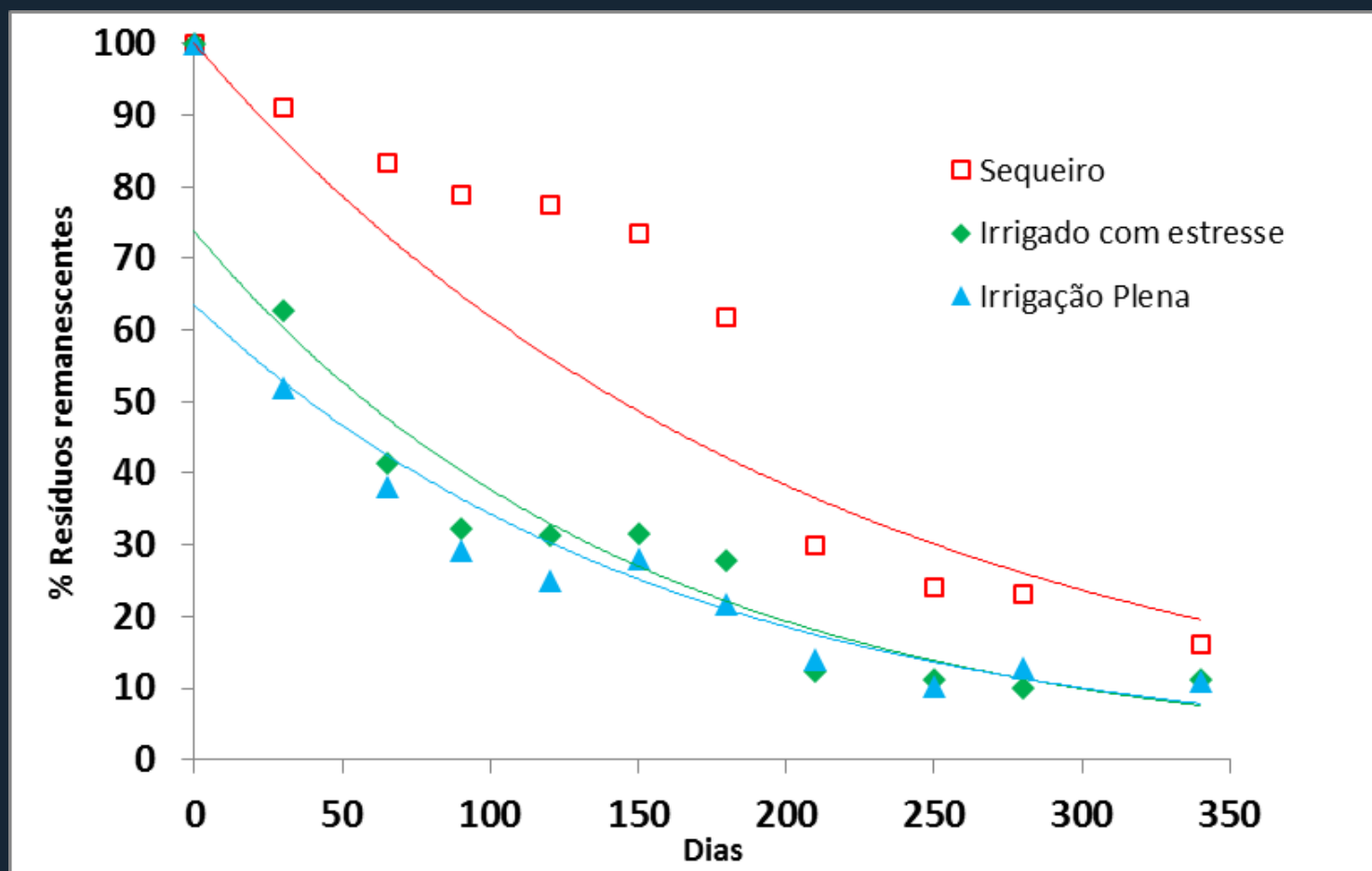
Arminda Carvalho

Plano de ação 4





Cafezais com Braquiária





Cafezais com Braquiária



Tempo de Reciclagem



Braquiária

Otimização no uso da água.
Aumento de 20% da água disponível.
Incremento de carbono no solo.

8

Menos é Mais

Cultivo de brachiária nas entrelinhas do cafeeiro



Aumento do diâmetro médio dos agregados de 1,11 mm para 1,88 mm

Incorporação de 4,1 ton.ha⁻¹ de carbono orgânico nos agregados sendo 67% nos macro-agregados (proteção do carbono orgânico particulado)

Atividade enzimática do solo:

- Ciclo do carbono: Aumento de 28% da β-glicosidase;
- Fósforo: Aumento de 12% da fosfatase ácida principalmente no café irrigado;
- Enxofre: Aumento de 33% da arilsulfatase.

Manejo Nutricional do Cafeeiro



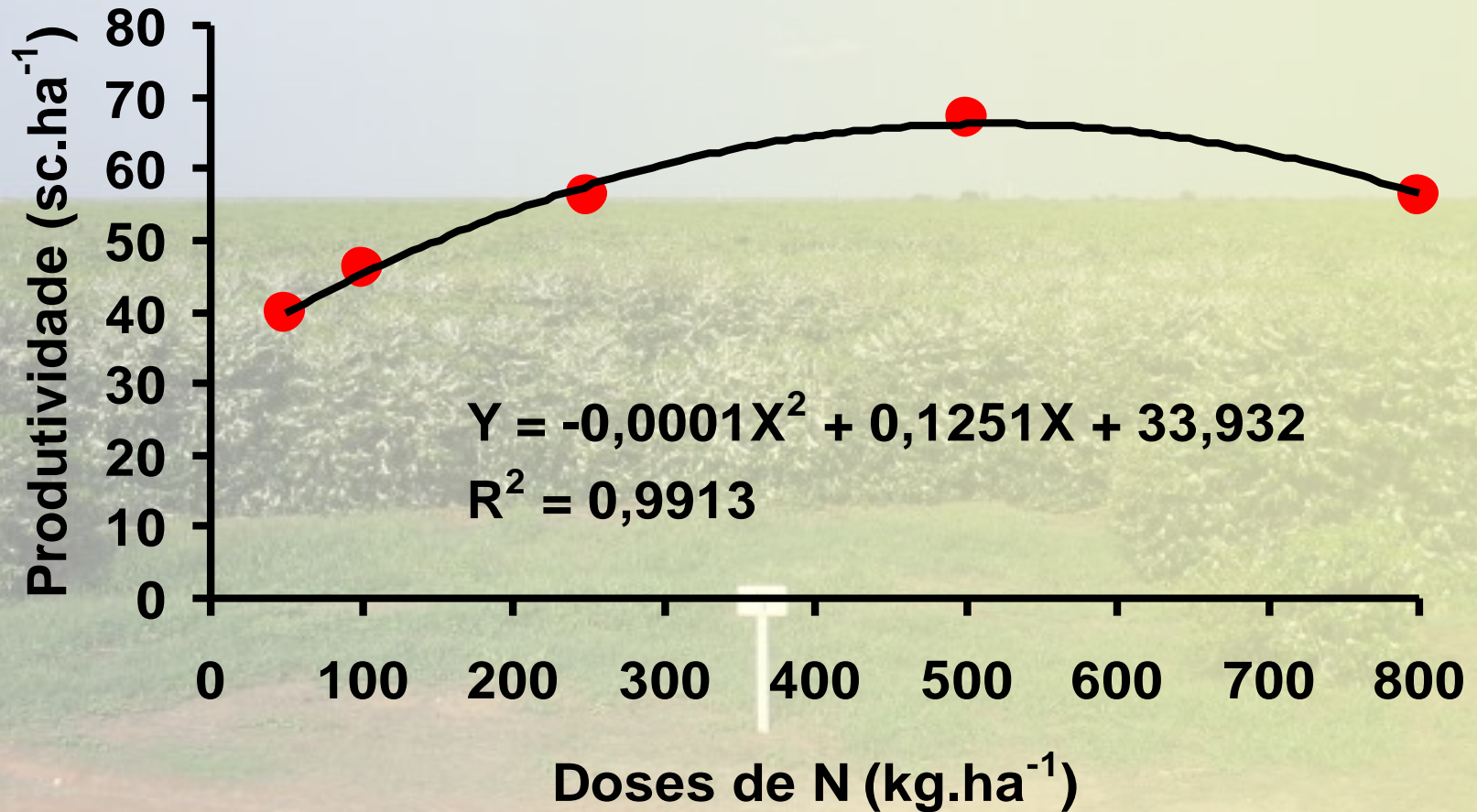
Manejo Nutricional

- N – 50, 100, 250, 500 e 800 kg.ha^{-1}

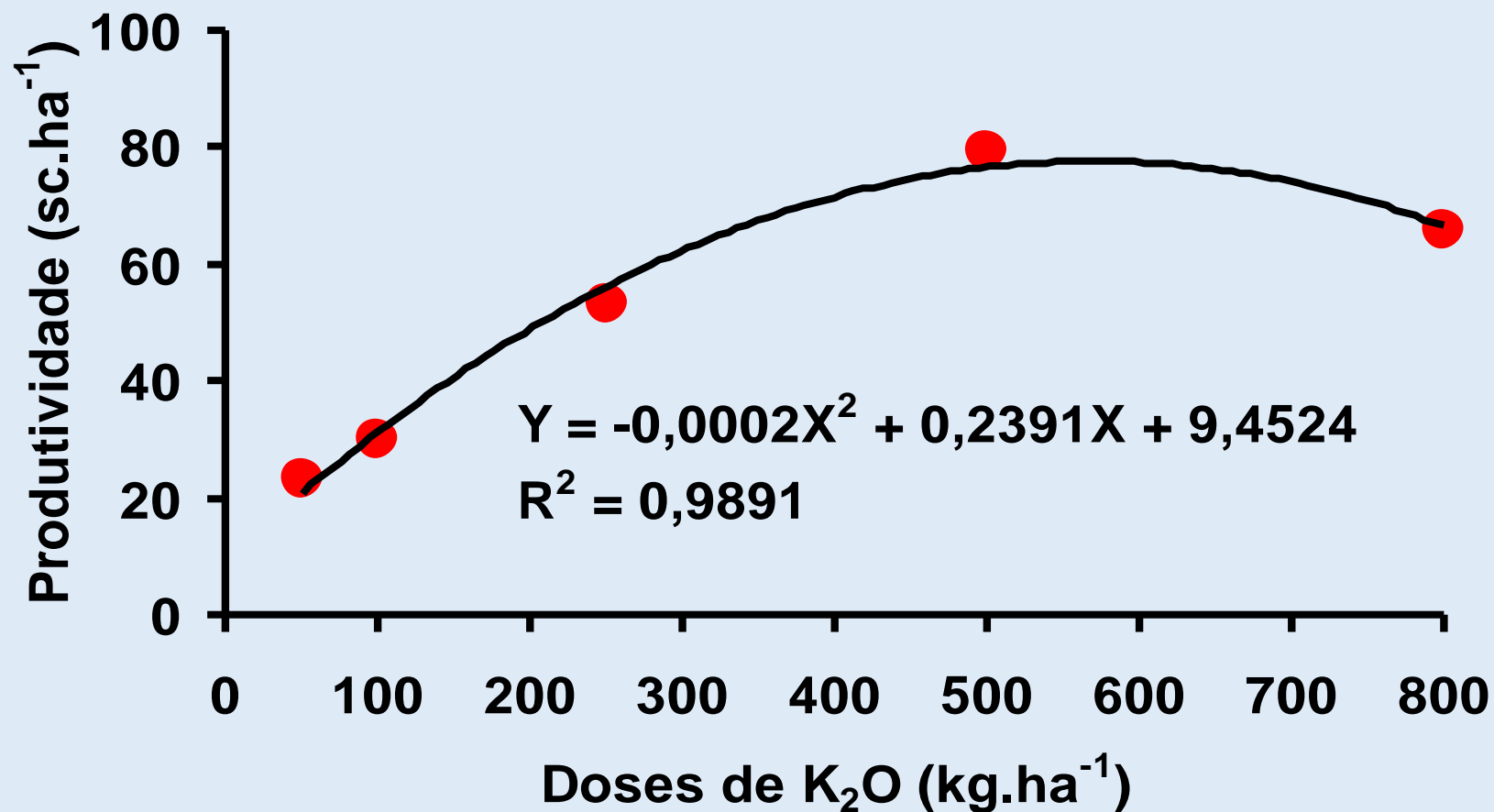
- P_2O_5 – 0, 50, 100, 200 e 400 kg.ha^{-1}

- K_2O – 50, 100, 250, 500 e 800 kg.ha^{-1}

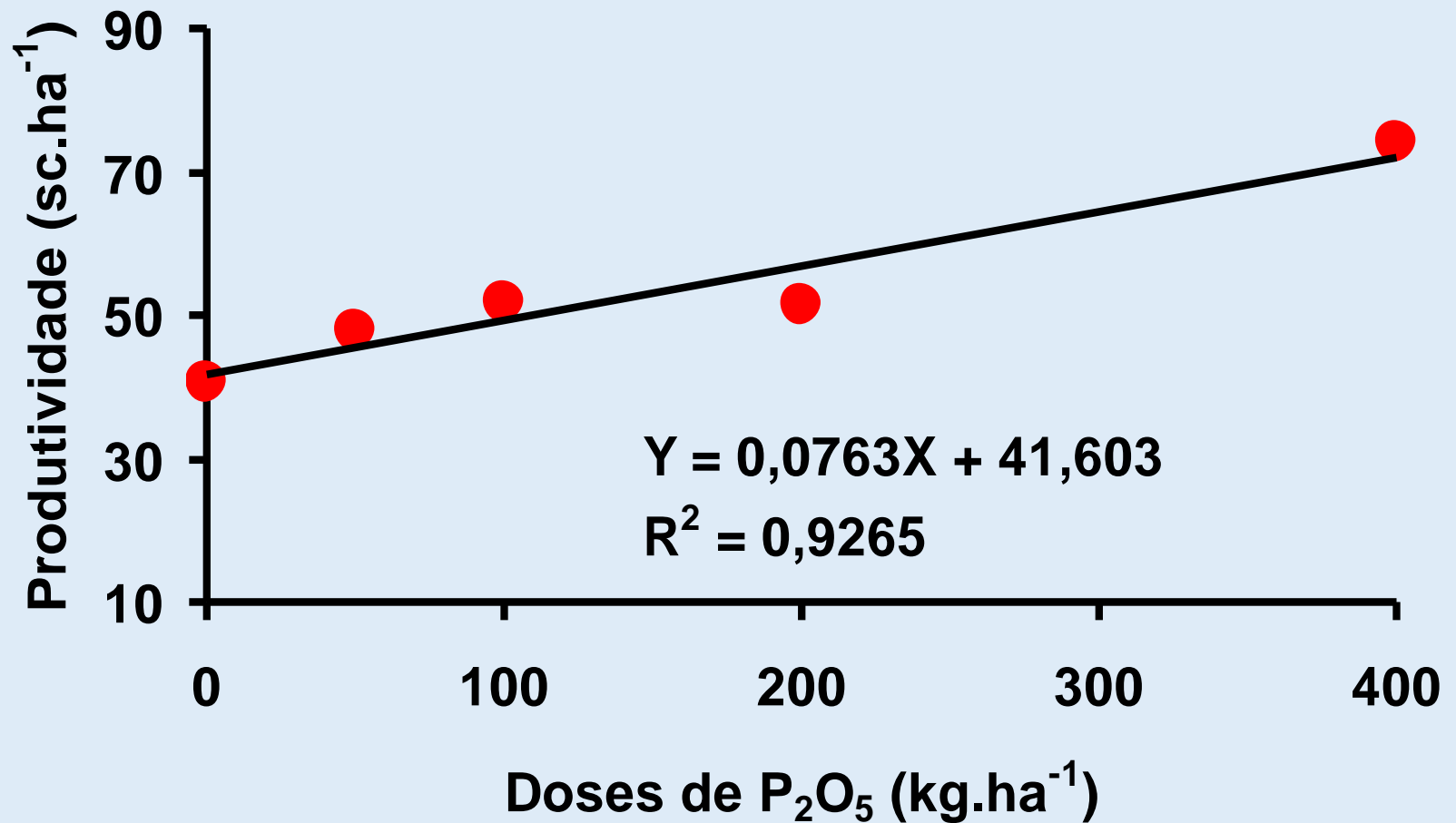
Resposta a N



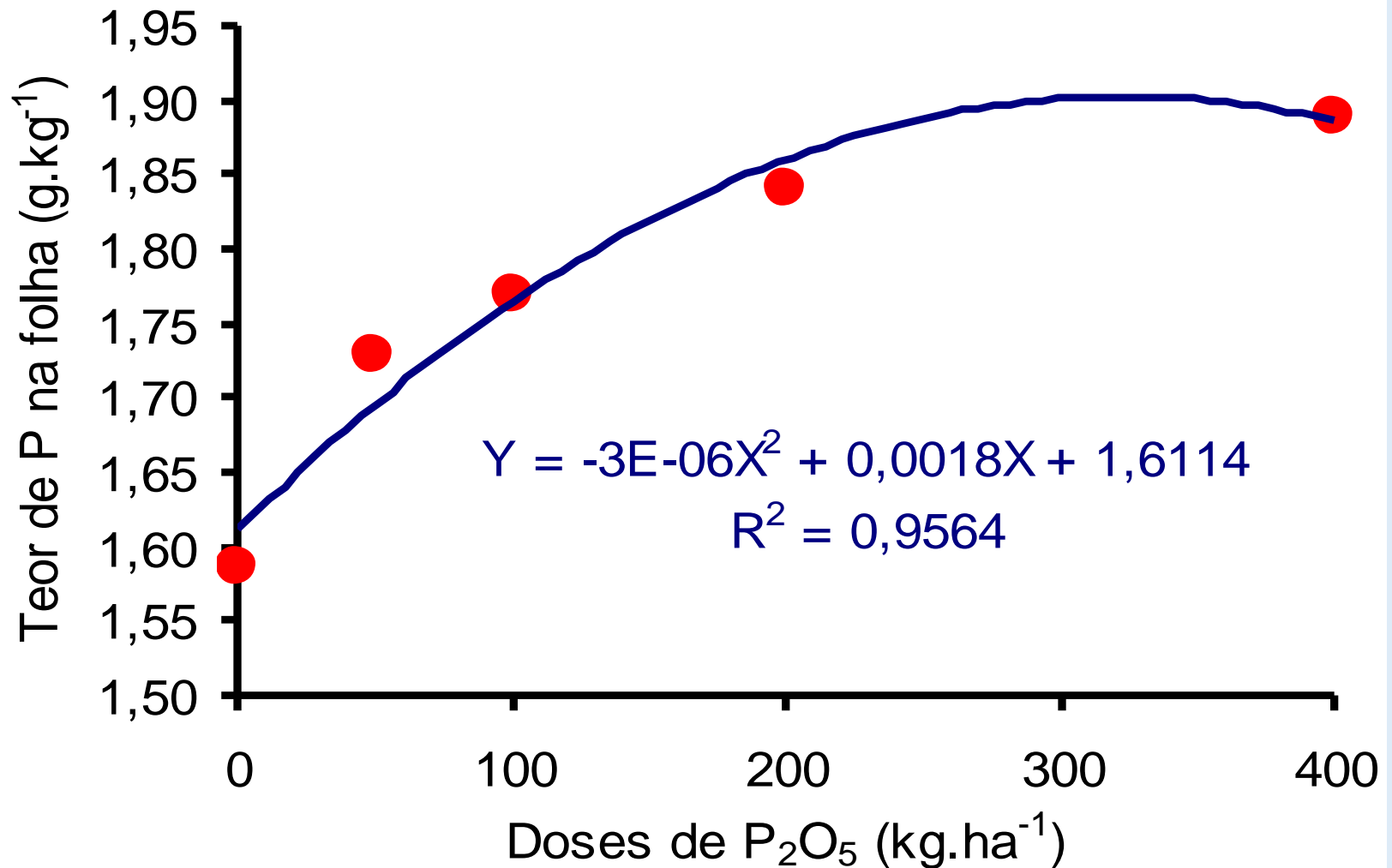
Resposta a K



Resposta a P



Teor de P na Folha



Níveis de NPK em função da produtividade potencial e níveis das análises de solo e foliar.

Potencial produtivo da lavoura	Principais características do sistema de produção	Teores referência Solo e Folha	N				P			K			
			1a. Etapa		2a. Etapa		1a. Etapa	2a. Etapa		1a. Etapa		2a. Etapa	
			1a. Parcela	2a. Parcela	3a. Parcela	Total	1a. Parcela	2a. Parcela	Total	1a. Parcela	2a. Parcela	3a. Parcela	Total
Médio	Plantios modernos, estandes > 3.000 pl/ha, porém priorizando apenas uma fase: crescimento ou produção	Baixo	130	130	140	400	150	150	300	130	130	100	360
		Médio	100	100	100	300	150	100	250	100	100	50	250
		Alto	100	100	50	250	100	100	200	100	100	0	200
Alto	Plantios modernos, estandes > 3.000 pl/ha, plantas cumprindo as duas fases: crescimento e produção	Baixo	170	170	170	510	200	150	350	170	170	120	460
		Médio	140	140	140	420	200	100	300	140	140	70	350
		Alto	140	140	100	380	150	100	250	125	125	0	250

Estratégia de Manejo de Irrigação



Manejo da irrigação do cafeeiro fora do período do estresse hídrico

Omar Cruz Rocha

Estratégia de manejo da irrigação

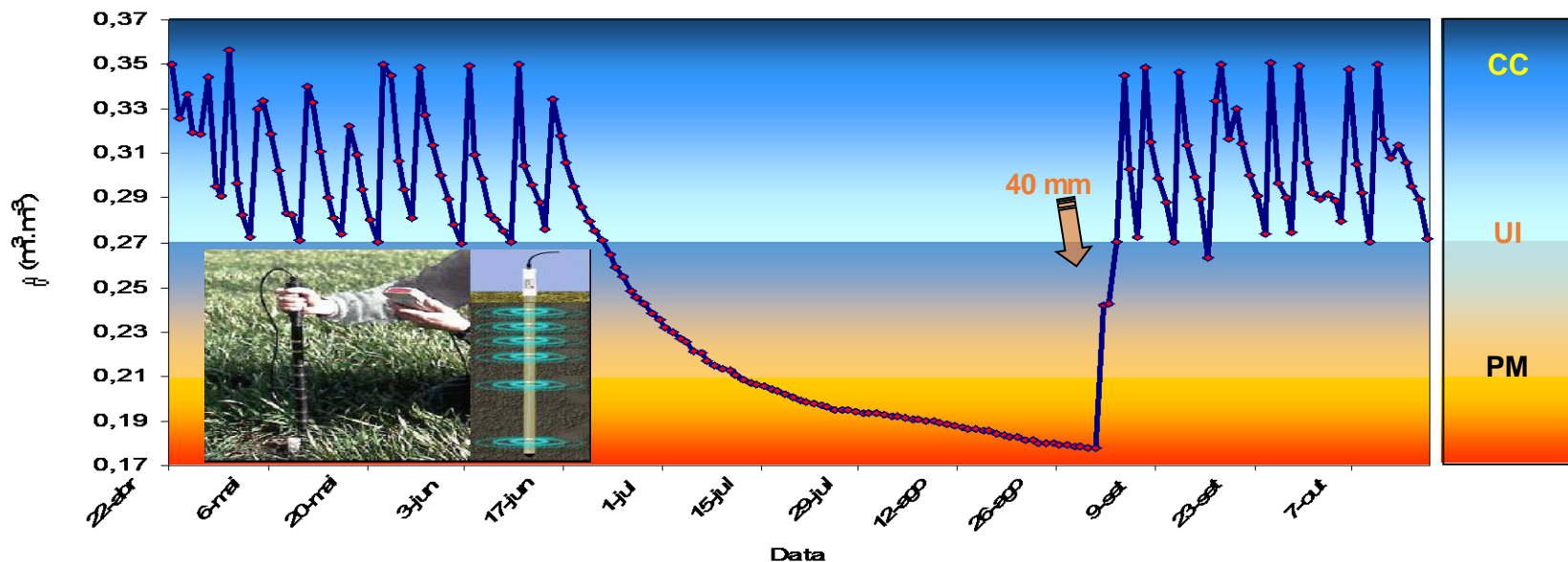


Fonte: GUERRA et. al. (2007)

Como Irrigar fora do período de Estresse?

Resultados da Pesquisa

Consumo hídrico do Cafeeiro



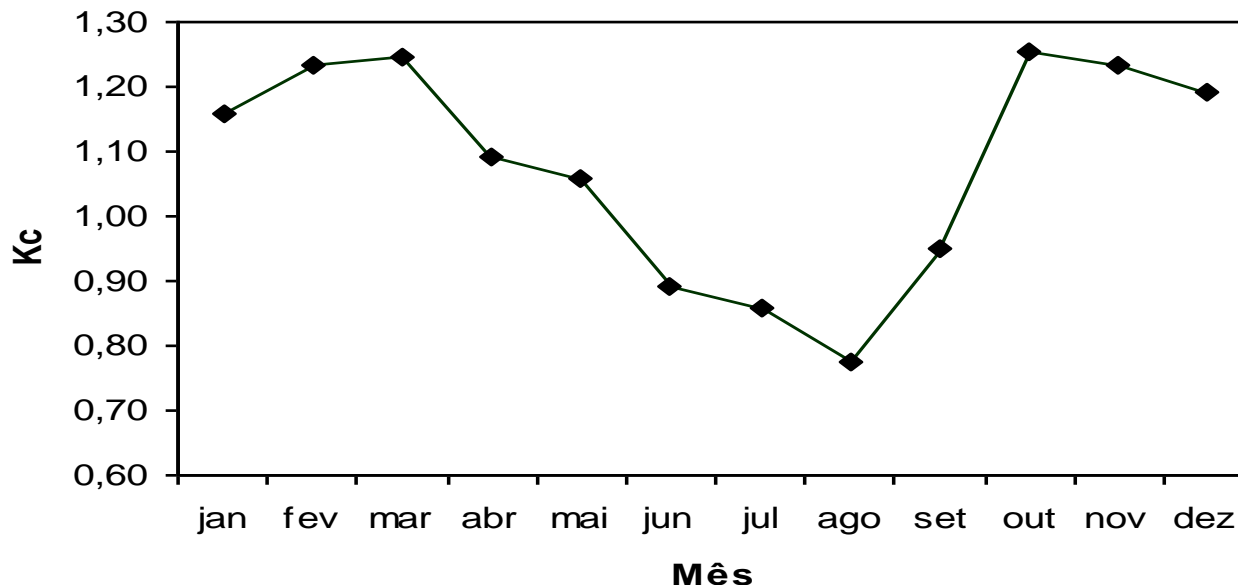
Fonte: GUERRA et. al. (2007)

OBSERVAÇÕES:

- Lâmina de retorno 40 mm
- Parcelamento da lâmina de retorno na máxima capacidade do sistema

Resultados da Pesquisa

Kc



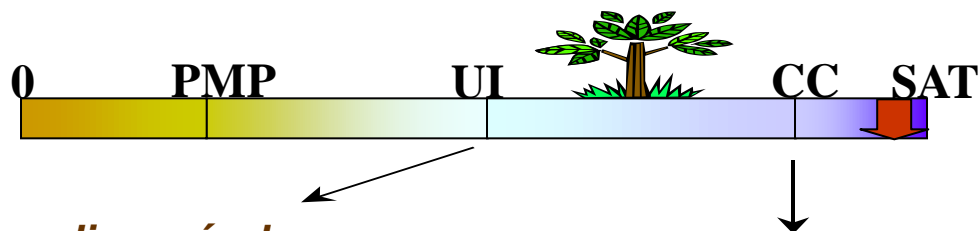
Resultados:

- Coeficiente de cultura médio prod.(set a jun): 1,20 (fora do período de estresse)
- Coeficiente de cultura médio form.(set a maio): 0,8 e 0,5 nos demais meses;
- Evapotranspiração média: 3,7mm.dia⁻¹
- Dimensionamento - lâminas superiores a 5,5 mm.dia⁻¹.

Resultados da Pesquisa

Crítérios Técnicos para Manejo da irrigação

SOLO COMO REFERÊNCIA



**50% da água disponível -
40KPa - $0,23 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$ (0,10m)**

8 KPa - $0,35 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$ (0,10m)

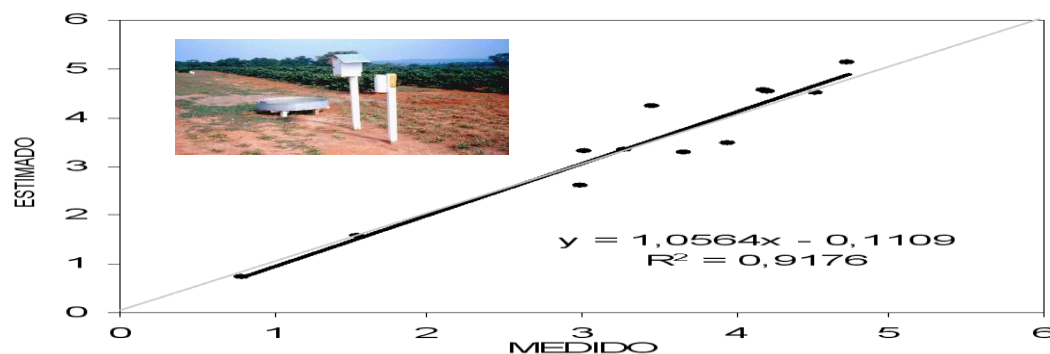
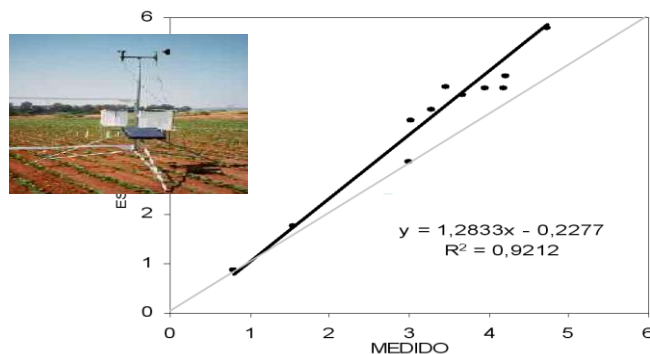
CARACTERÍSTICAS:

- Lâmina fixa e intervalo de irrigação variável;
- Leitura diária (Limitações operacionais).

Resultados da Pesquisa

Critérios Técnicos para Manejo da irrigação

CLIMA COMO REFERÊNCIA



CARACTERÍSTICAS:

- Lâmina variável e intervalo de irrigação fixo;
- Necessidade de dados climatológicos confiáveis (Facilita o planejamento agrícola).

Programa de monitoramento de irrigação do Cerrado

www.cpac.embrapa.br

Embrapa
Cerrados

Monitoramento de Irrigação no Cerrado

Tipo de Cultura

☐ Culturas Anuais

☒ Café

[Como usar o programa?](#)

www.cpac.embrapa.br

Embrapa
Cerrados

Monitoramento de Irrigação no Cerrado

Idade do Cafeeiro ☐ Até 02 anos ☒ Mais de 02 anos

Tipo de Solo

BR 20 Km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza Brasília/DF - (61) 388-9808

www.cpac.embrapa.br

Embrapa
Cerrados

Monitoramento de Irrigação no Cerrado

Solo informado	Arenoso
Cultura informada	Café
Idade do cafeeiro	Mais de 2 anos
Turno de rega	3
Lâmina líquida a ser aplicada	15 milímetros

BR 20 Km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza Brasília/DF - (61) 388-9808

Cultivar BRS Altitude

(Coffea canephora)



Canephora: Conilon

Plantio: abril de 2009

Altitude: 1030 m



54 clones (sementes): Espírito Santo/ Incaper - 3500 plantas População Base
Avaliação e Seleção

Coffea canephora - Conilon CPAC

Clone	2014	2015	2016	2017	Média
1	90,1	63,4	92,6	59,0	77,0
2	73,7	61,4	45,0	52,2	56,3
3	73,7	84,4	98,3	79,5	83,6
4	59,0	86,0	92,6	80,3	80,3
5	58,6	67,6	90,1	127,8	86,0
6	86,0	96,7	180,2	135,2	126,2
7	51,0	96,7	100,8	93,4	85,2
8	77,8	66,4	163,9	137,6	109,0
9	76,5	98,3	120,4	119,6	102,4
10	77,8	77,8	141,7	99,1	99,1
11	63,9	100,8	74,6	90,1	82,3
Média	71,7	81,8	109,1	97,6	90,0

Genótipo	Produtividade de grãos (sacas.ha ⁻¹)
BRS 2014	70,3
BRS 2015	80,4
BRS 2016	108,8
BRS 2017	97,4
Robusta Tropical 2012	86,0
Robusta Tropical 2013	62,0
Robusta Tropical 2014	77,0
Média BRS	90,5
Média Robusta Tropical	75,0



INSTRUÇÕES PARA EXECUÇÃO DOS ENSAIOS DE DISTINGUIBILIDADE, HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE CAFÉ (*Coffea* spp.)

I. OBJETIVO

Estas instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade aplicam-se a todas as cultivares de café: *Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos inter-específicos.

II. EXECUÇÃO DOS ENSAIOS DE DISTINGUIBILIDADE, HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE - DHE

1. Para as avaliações correspondentes, as plantas deverão ser observadas durante no mínimo dois ciclos de crescimento.
2. Os ensaios deverão ser conduzidos somente em um local. Caso neste local não seja possível a visualização de certas características importantes da cultivar, a mesma poderá ser avaliada em outro local.
3. Os ensaios de campo devem ser conduzidos em condições que assegurem o desenvolvimento normal das plantas. O tamanho das parcelas deve ser tal que permita retirar plantas ou partes delas durante o seu desenvolvimento para observações e medições, sem prejudicar as observações posteriores que devem ser realizadas até o final do ciclo. Cada parcela deve incluir um total de 5 ou 10 plantas, segundo a espécie e modo de reprodução. No mínimo 4 plantas devem ser avaliadas. Somente poderão ser utilizadas parcelas separadas, para observações e medições, se as mesmas tiverem sido conduzidas sob condições ambientais similares.
4. Poderão ser conduzidos ensaios adicionais com fins especiais.

III. SINAIS CONVENCIONAIS

(+) Ver itens "Observações" e "Figuras".

As condições, assim como o estágio ótimo de desenvolvimento, para a avaliação de algumas características, estão indicadas na primeira coluna da tabela de descritores.

IV. AMOSTRA VIVA

Para atender o disposto no Artigo 22 e seu parágrafo único da Lei 9.456 de 25 de abril de 1997, o requerente do pedido de proteção obriga-se a manter e apresentar ao SNPC amostras vivas da cultivar objeto de proteção, como especificadas a seguir:

- a) *Coffea arabica*: mínimo de 10 (dez) plantas originadas a partir de sementes.
- b) *Coffea canephora*: (i) para cultivares propagadas vegetativamente, no mínimo 5 (cinco) plantas; (ii) para cultivares propagadas a partir de sementes, no mínimo 10 (dez) plantas.
- c) Híbridos interespecíficos: (i) para híbridos propagados vegetativamente, no mínimo 5 (cinco) plantas; (ii) para híbridos propagados a partir de sementes, no mínimo 10 (dez) plantas.

Nome da espécie: _____

Nome proposto para a cultivar: _____

Característica (+)	Identificação da característica	Código de cada descrição	Cultivar de referência	Código da cultivar
1. Planta: formato (+)	cilíndrico	1	Canaí, Mundo Novo	
	cônico	2	Vila Lobos	
	cilíndrico-cônico	3	Acaí	
	cônico invertido	4		
2. Planta: altura (+)	muito baixa	1	Vila Lobos	
	baixa	3	IAPAR 59	
	média	5	Canaí, Rubi, Topázio	
	alta	7	Acaí	
	muito alta	9	Mundo Novo	
3. Planta: diâmetro da copa (+)	muito pequeno	1	Vila Lobos	
	pequeno	3	IAPAR 59	
	médio	5	Canaí, Rubi, Topázio	
	grande	7	Acaí	
	muito grande	9	Mundo Novo	
4. Haste (principal e lateral): comprimento do internódio	curto	3	IAPAR 59	
	médio	5	Canaí, Rubi, Topázio	
	longo	7	Mundo Novo	
5. Ramo plagiotrópico: posição em relação aos ramos ortotrópicos	ereto	1	Canaí, Mundo Novo	
	semi-ereto	2		
	horizontal	3		
	semipendente	4		
6. Folha: comprimento	curto	3	Bourbon	
	médio	5	Mundo Novo	
	longo	7	Obará	
7. Folha: largura	estreita	3	Bourbon	
	média	5	Mundo Novo	
	larga	7	Obará	
8. Folha: forma (+)	elíptica	1		
	ovalada	2		
	lanceolada	3		
9. Folha: cor na fase jovem	verde	1	Canaí	
	bronze	2	Rubi, Topázio	
	verde e bronze	3		



Muito obrigado!

omar.rocha@embrapa.br

As falhas dos homens eternizam-se no bronze, / As suas virtudes escrevemos na água.

[William Shakespeare](#)