

Estratégias para o gerenciamento do estresse abiótico para ganhos de produtividade em soja










Prof. Dr. Paulo Cesar Sentelhas

Departamento de Eng. Biosistemas, ESALQ – USP
Editor-Chefe da Revista Scientia Agricola
Pesquisador do CNPq – Nível 1A
Membro Efetivo do CESB



Sumário da Apresentação

-  Fatores determinantes da produtividade da soja
-  Variabilidade, tendência, anomalias e mudanças climáticas
-  Definições de Produtividade e Eficiência na Agricultura
-  Uso de modelos de simulação na cultura da soja
-  *Yield gap* da soja no Brasil – clima x manejo
-  Estratégias para o gerenciamento dos estresses abióticos
-  Considerações finais

Fatores determinantes da produtividade da soja



Agricultura – Fatores da Produtividade



Clima

Solo

Planta

Manejo

50%

23%

13%

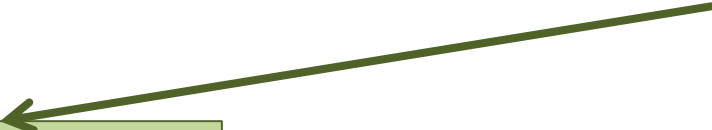
14%

?



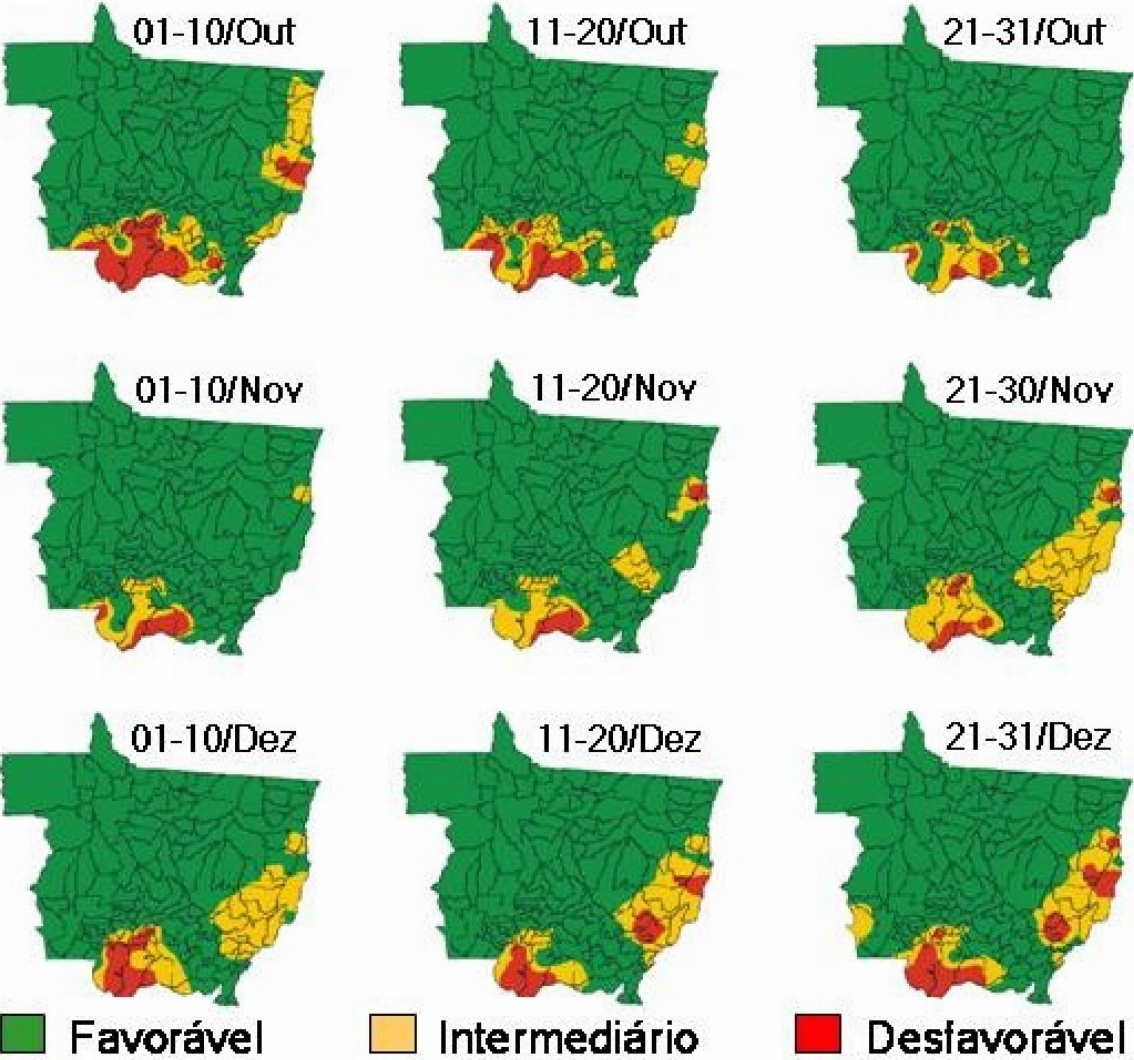
Temos ação sobre esses fatores

As condições climáticas
condicionam os seguintes
aspectos da cultura da soja



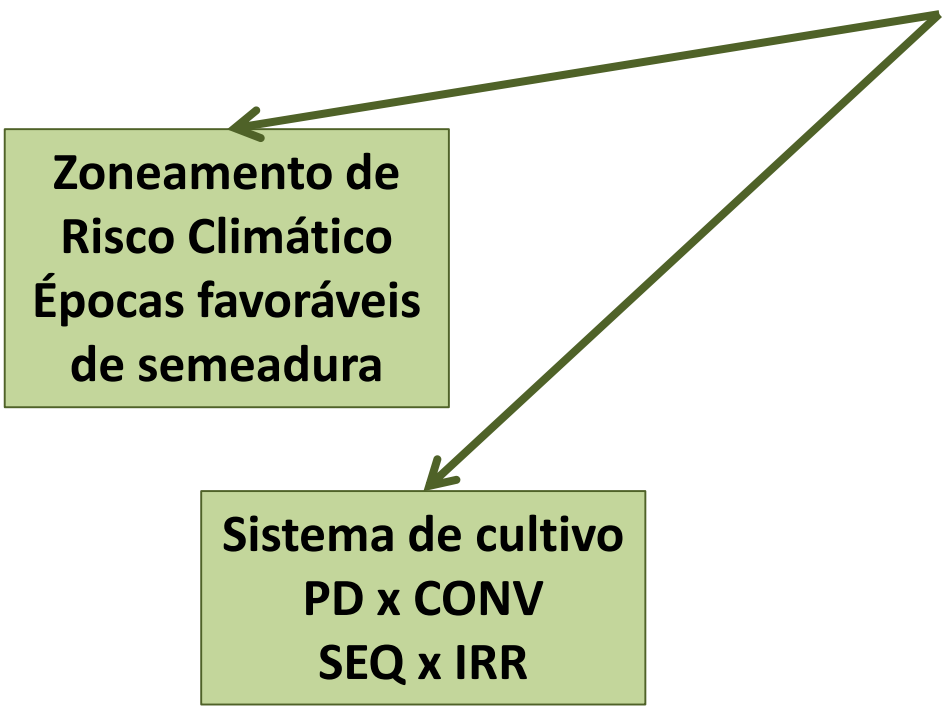
**Zoneamento de
Risco Climático
Épocas favoráveis
de semeadura**

Estratégias para o gerenciamento do estresse abiótico para ganhos de produtividade em soja



Farias et al. (2001)

As condições climáticas
condicionam os seguintes
aspectos da cultura da soja

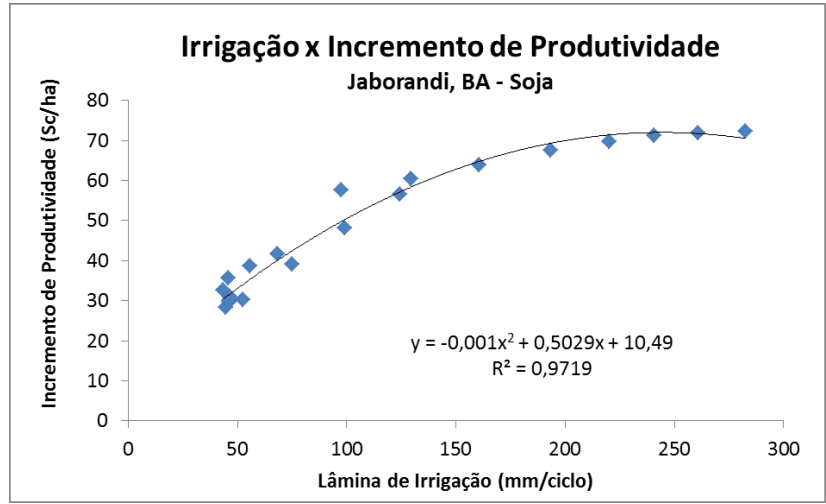
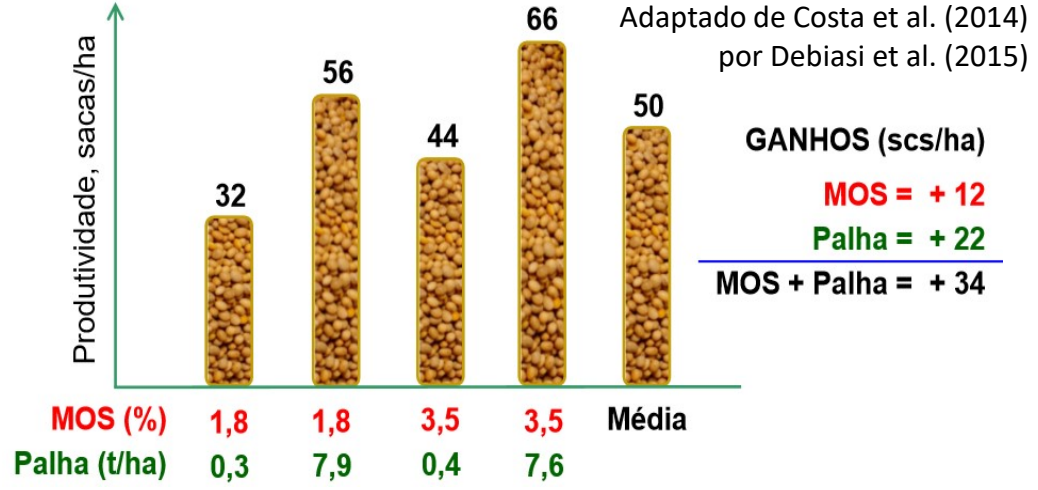


```
graph TD; A[As condições climáticas condicionam os seguintes aspectos da cultura da soja] --> B[Zoneamento de Risco Climático  
Épocas favoráveis de semeadura]; A --> C[Sistema de cultivo  
PD x CONV  
SEQ x IRR];
```

**Zoneamento de
Risco Climático
Épocas favoráveis
de semeadura**

**Sistema de cultivo
PD x CONV
SEQ x IRR**

Estratégias para o gerenciamento do estresse abiótico para ganhos de produtividade em soja



Sentelhas(2012)

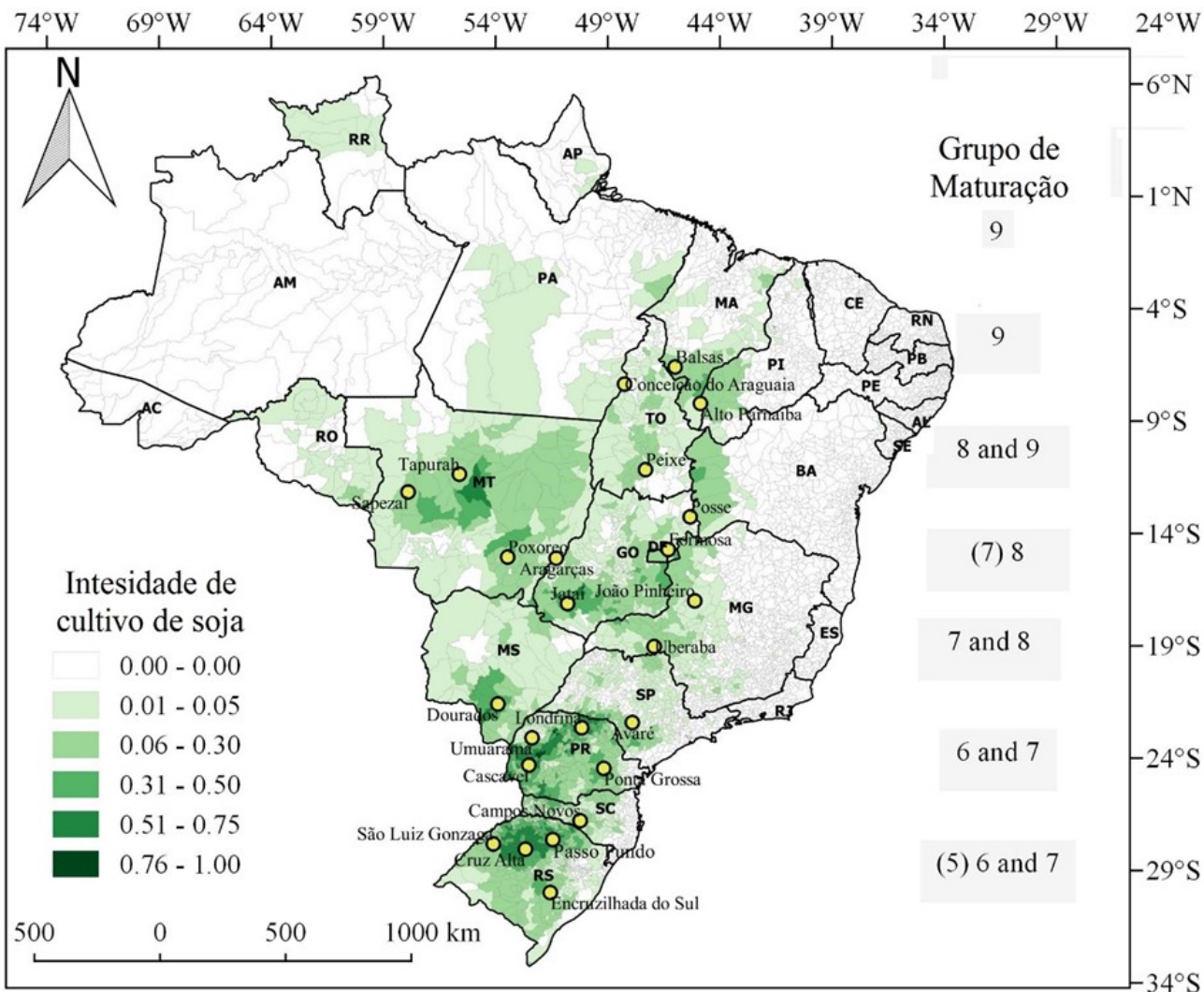
As condições climáticas
condicionam os seguintes
aspectos da cultura da soja

**Zoneamento de
Risco Climático
Épocas favoráveis
de semeadura**

**Sistema de cultivo
PD x CONV
SEQ x IRR**

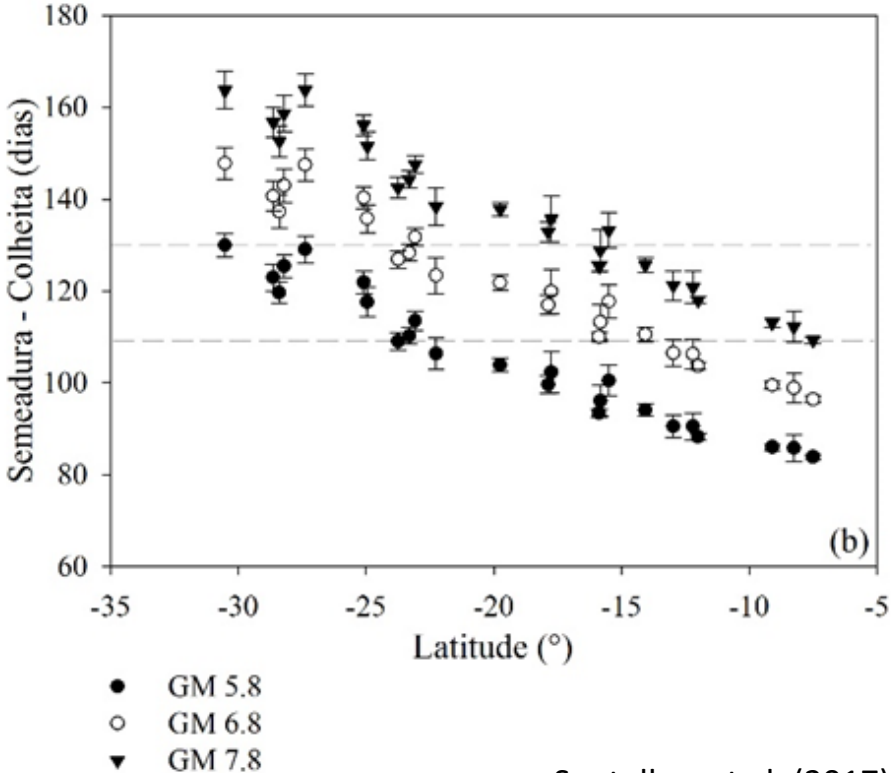
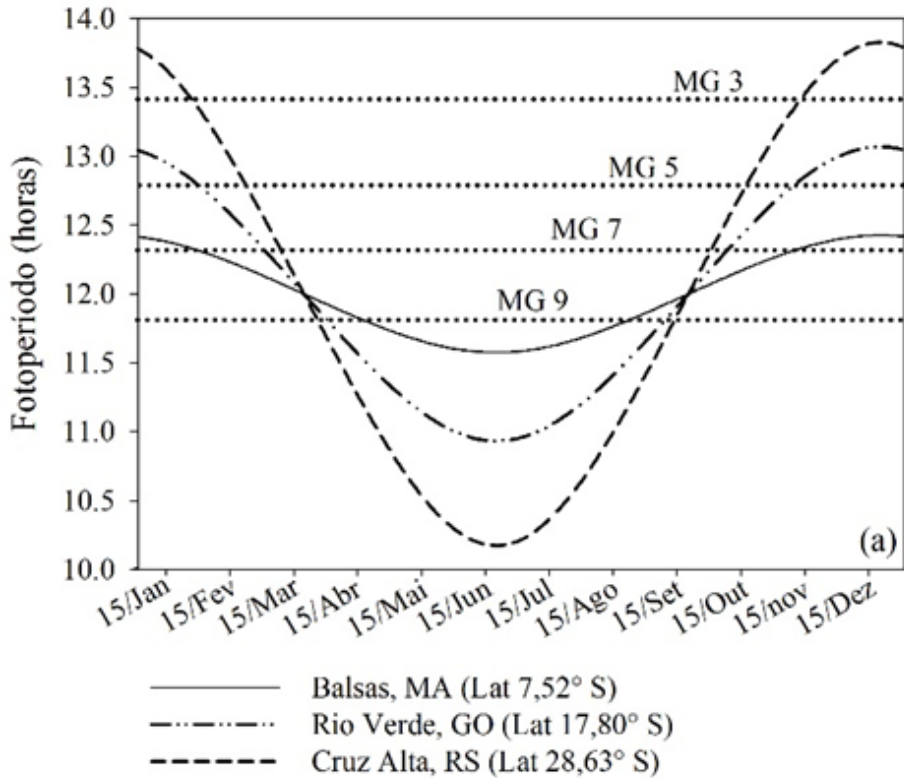
**Cultivar e
Densidade
Populacional**

Grupos de Maturação



Sentelhas et al. (2017)

Grupos de Maturação x Duração do ciclo



Sentelhas et al. (2017)

Densidade Populacional

Tabela 1 - Produtividades de grãos de soja e resumo da análise da variância em função da população de plantas, cultivares e manejo de plantas daninhas. Jaboticabal-SP. *Soybean grains yield and summary of analysis of variance as a function of plant population, cultivar and weed management. Jaboticabal/SP.* Vazquez et al. (2014)

Tratamentos		Produtividade (kg ha ⁻¹)
População (pl ha ⁻¹)		
160.000		⁽¹⁾ 4.033
220.000		3.985
280.000	BRSMG 68 Vencedora	4.334
340.000	M-SOY 8001	4.185
400.000		4.651

Tabela 2. Rendimento médio de grãos de soja em kg ha⁻¹ em dois locais, para sete variedades em função de quatro densidades de semeadura, na Microrregião de Chapadinha, Nordeste Maranhense, ano agrícola de 2008

Densidades (plantas ha ⁻¹)	Rendimento de grãos em kg ha ⁻¹						
	VARIEDADES						
	Pirarara	Tracajá	271 RR	8867 RR	Esperança RR	Valiosa RR	8925 RR
355.555	3119 B	3696 A	2590 A	3139 A	2705 A	2759 A	2892 A
288.888	4098 A	3602 A	2595 A	2557 BC	2914 A	2650 A	2466 BC
222.222	3274 B	2542 B	2395 A	2236 BC	2187 B	2426 A	2108 BC
155.555	2561 C	2742 B	2358 A	1603 C	1704 C	1450 B	1762 C

¹As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si significativamente, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Silva et al. (2010)

As condições climáticas
condicionam os seguintes
aspectos da cultura da soja

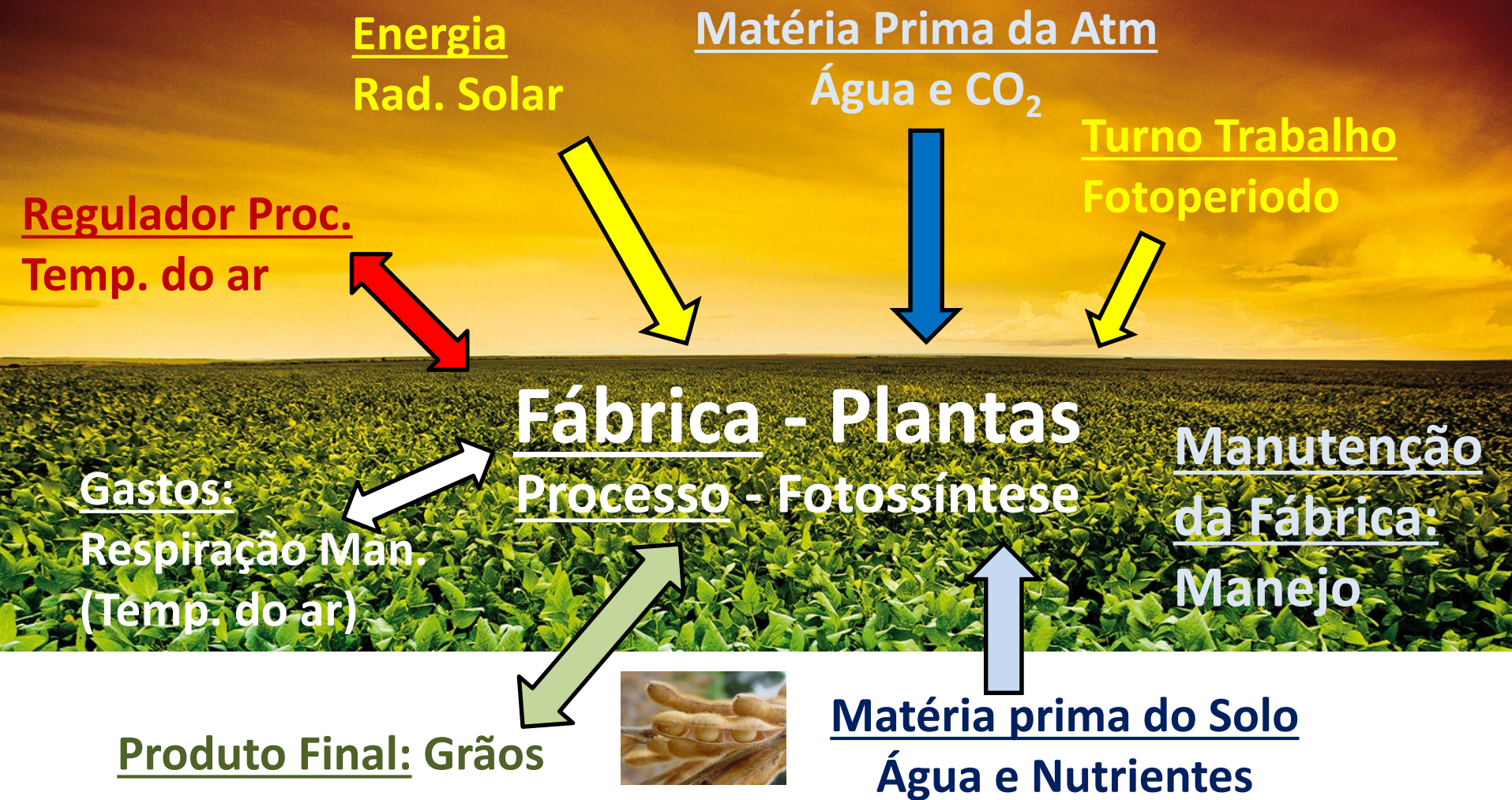
**Zoneamento de
Risco Climático
Épocas favoráveis
de semeadura**

**Sistema de cultivo
PD x CONV
SEQ x IRR**

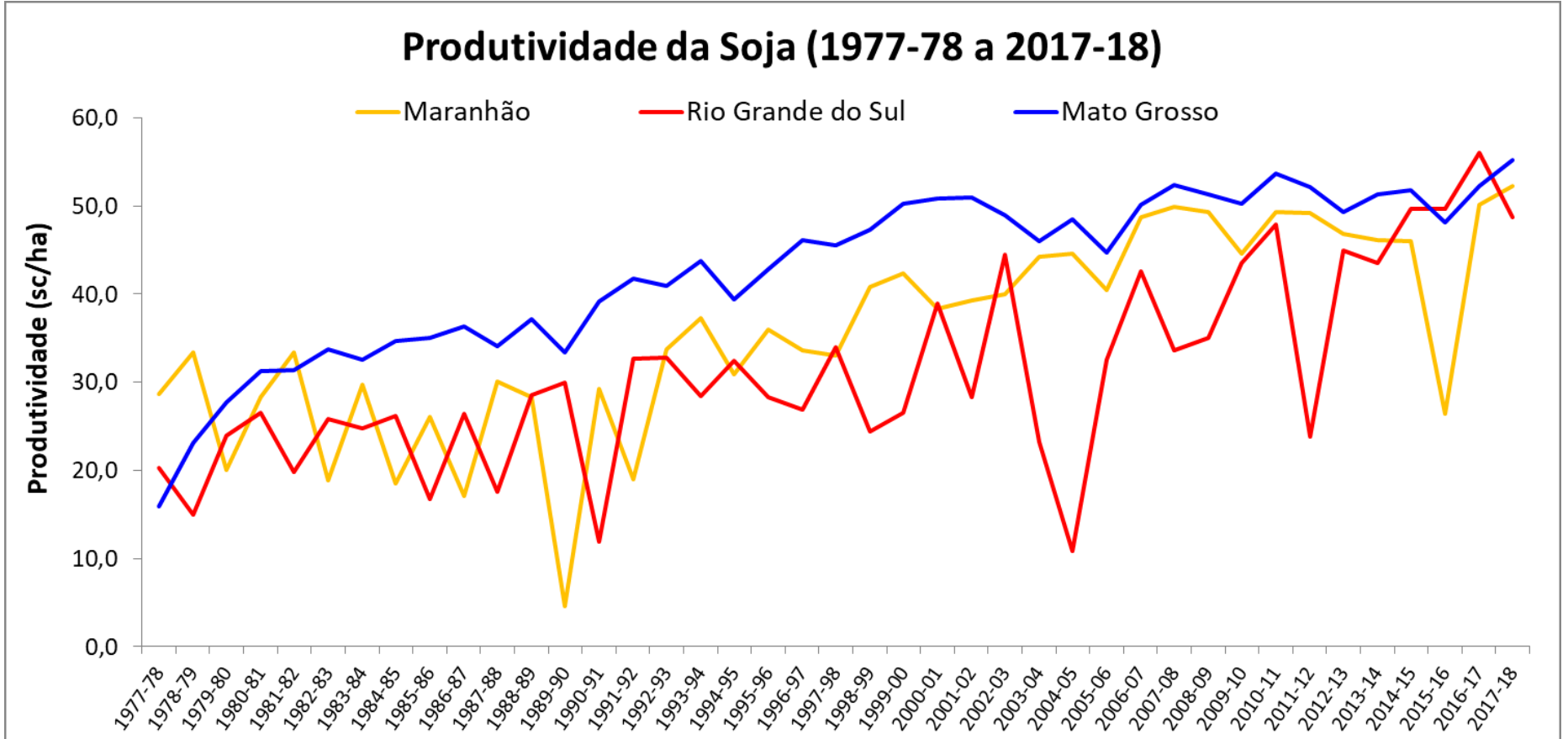
**Cultivar e
Densidade
Populacional**

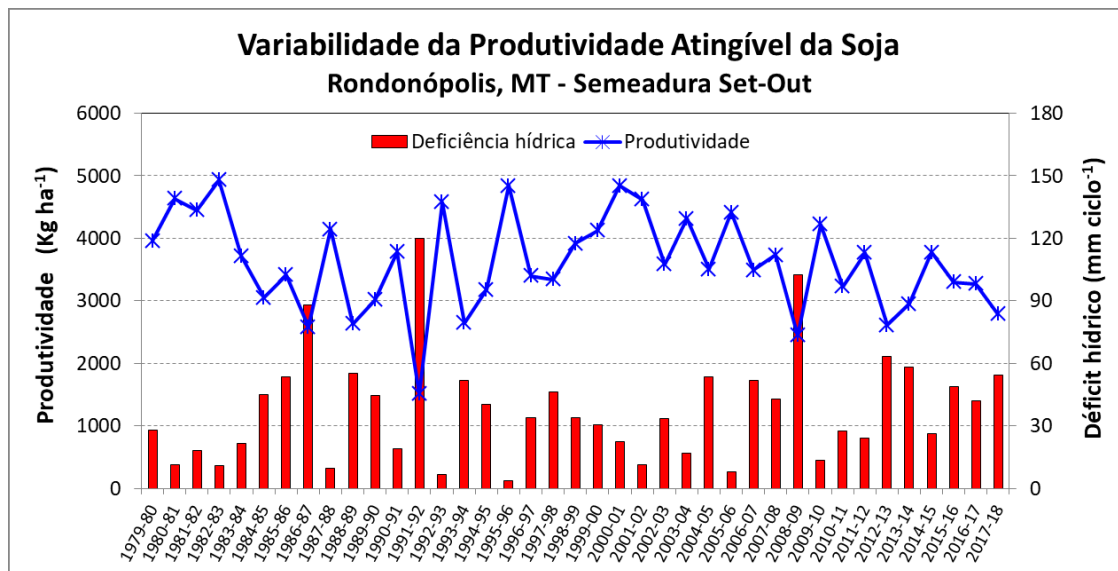
**Produtividade
e
Qualidade**

Produtividade Agrícola – Uma fábrica a céu aberto

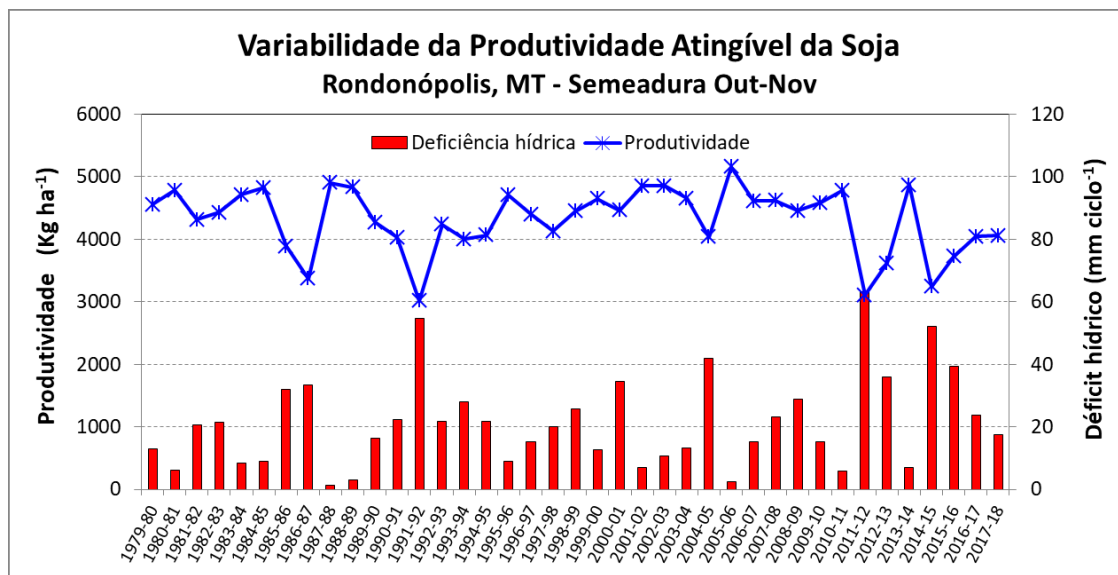


Variabilidade da Produtividade da Soja x Variabilidade Climática



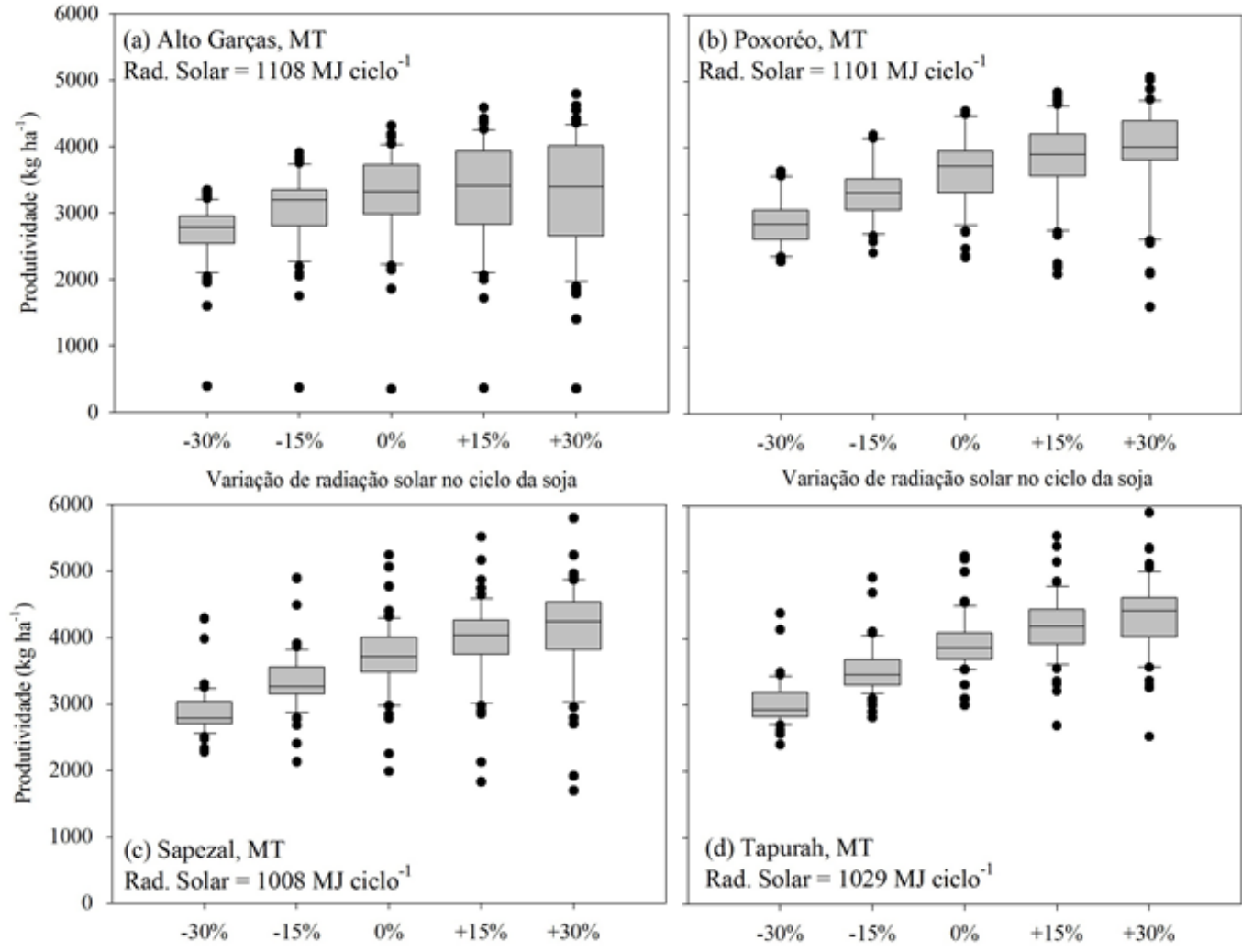


Prod. Média = 4316 kg/ha
CV = 12,2 %



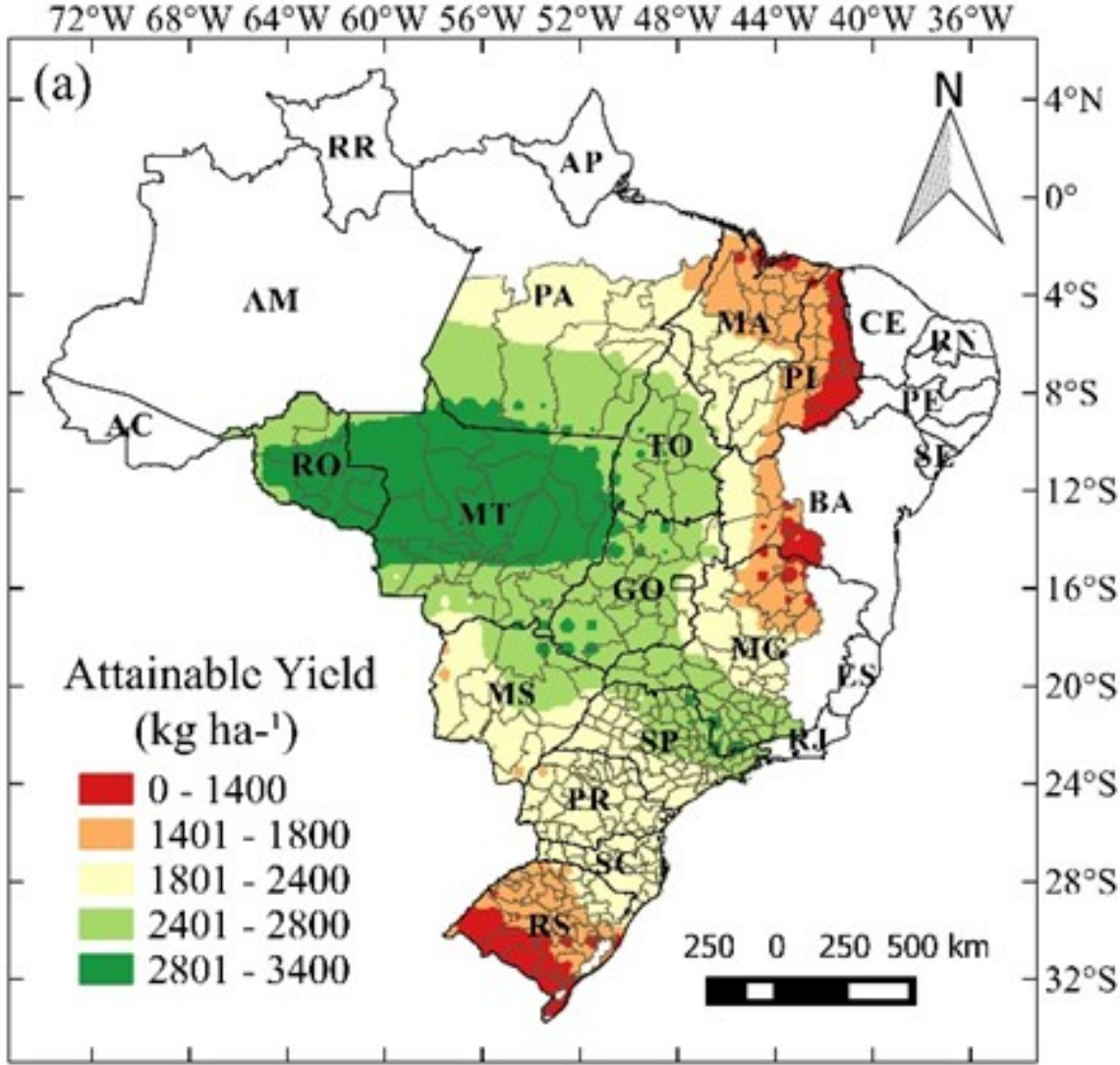
Prod. Média = 3607 kg/ha
CV = 21,6 %

Variabilidade da Produtividade da Soja x Variabilidade Climática



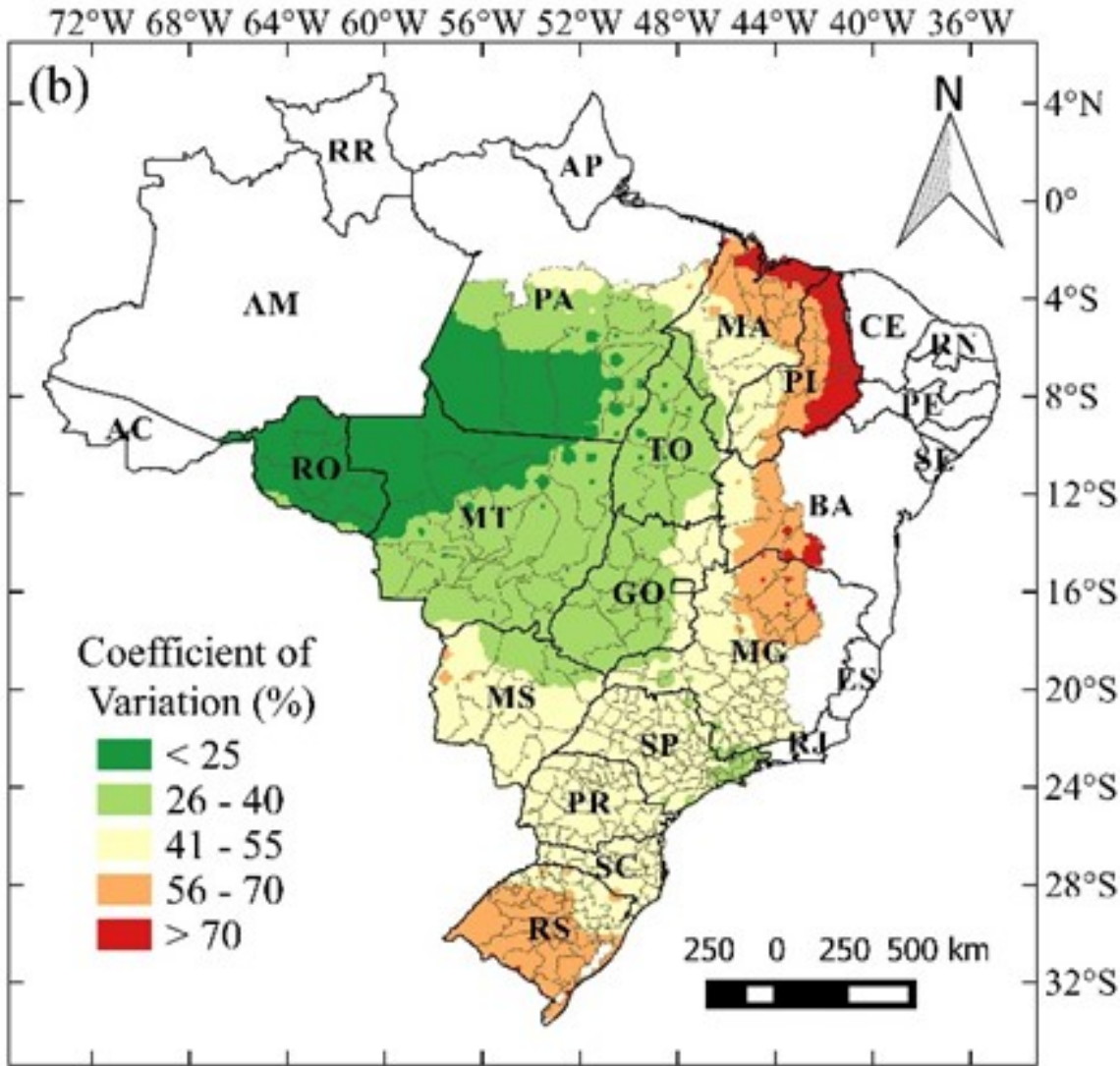
Sentelhas et al. (2017)

Produtividade da Soja no Brasil



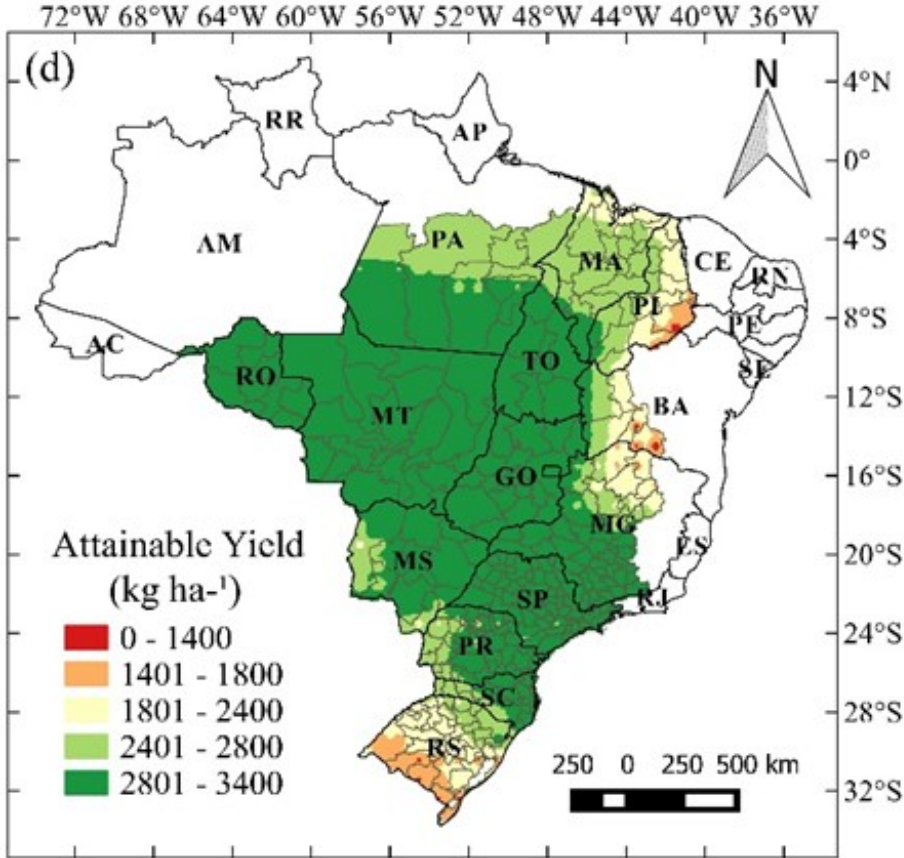
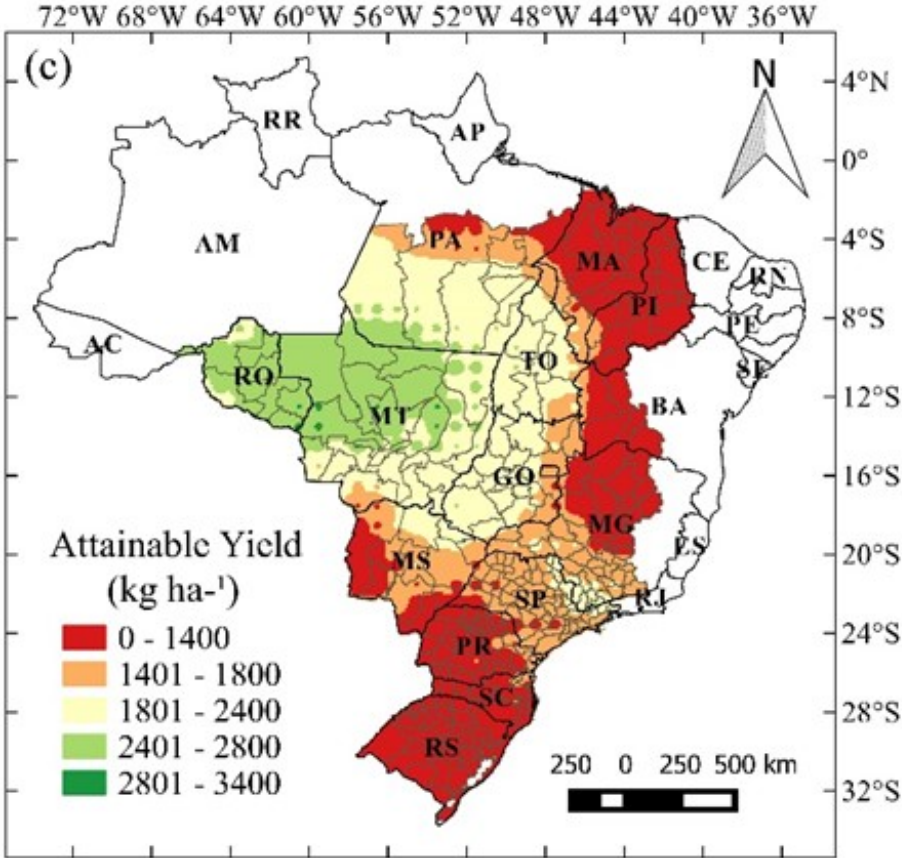
Battisti & Sentelhas (2018)

Produtividade da Soja no Brasil



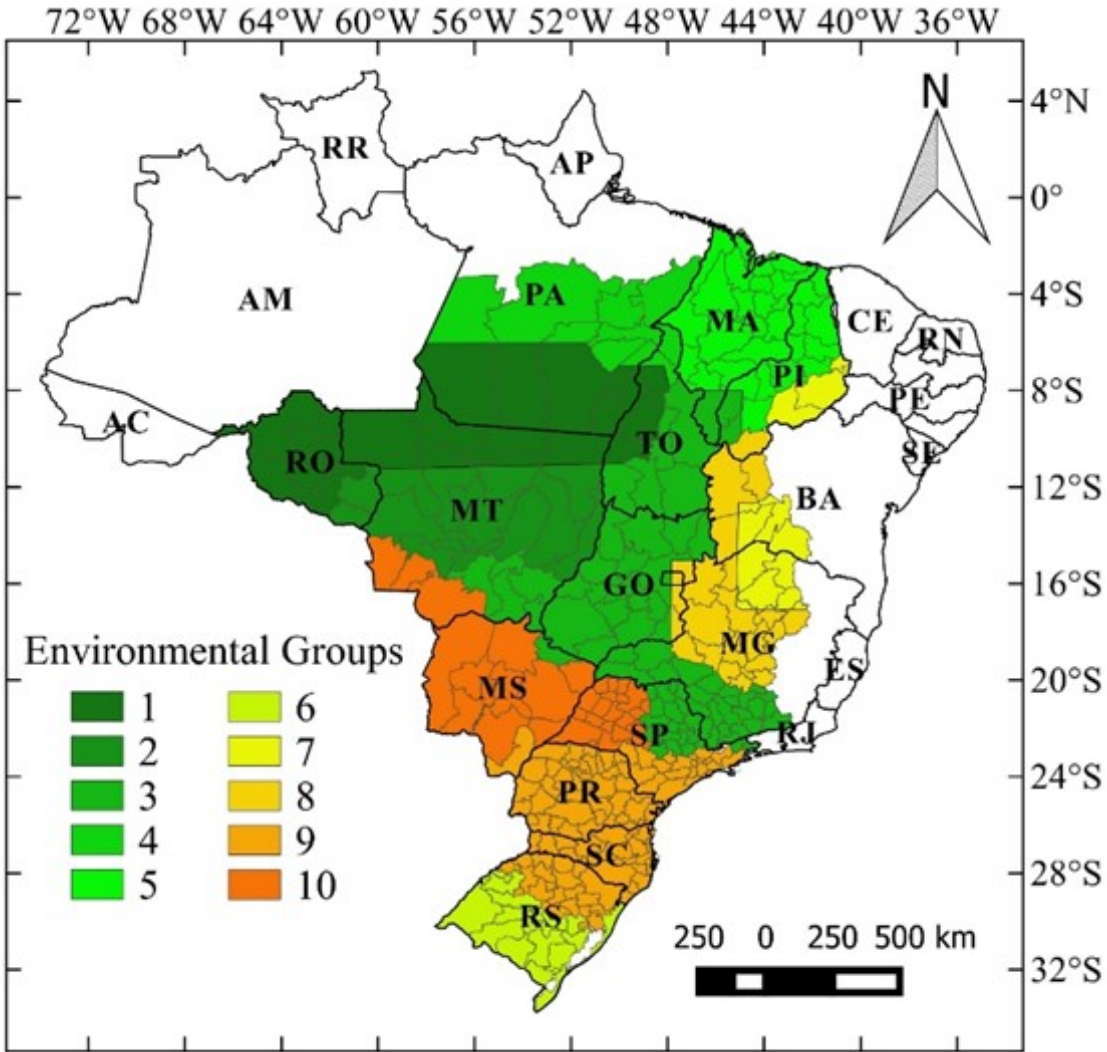
Battisti & Sentelhas (2018)

Produtividade da Soja no Brasil

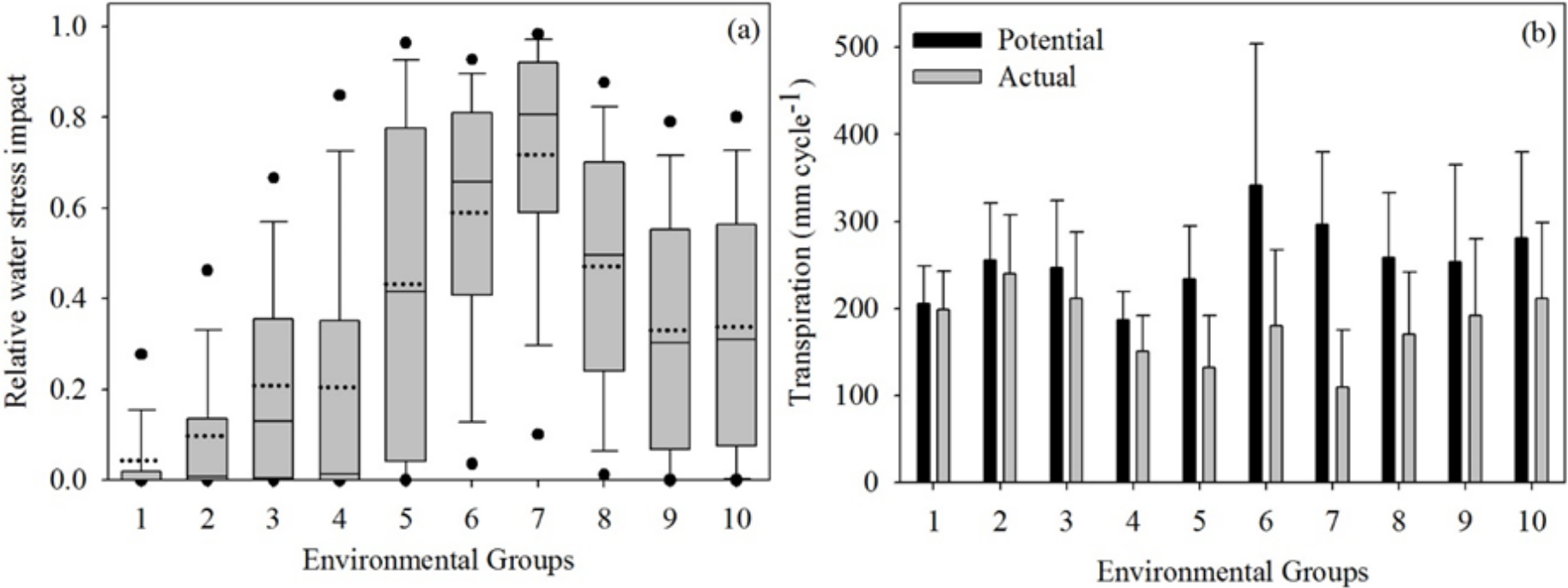


Battisti & Sentelhas (2018)

Produtividade da Soja no Brasil



Produtividade da Soja no Brasil



Battisti & Sentelhas (2018)

Qualidade dos Grãos na Colheita



X



Qualidade dos Grãos na Colheita

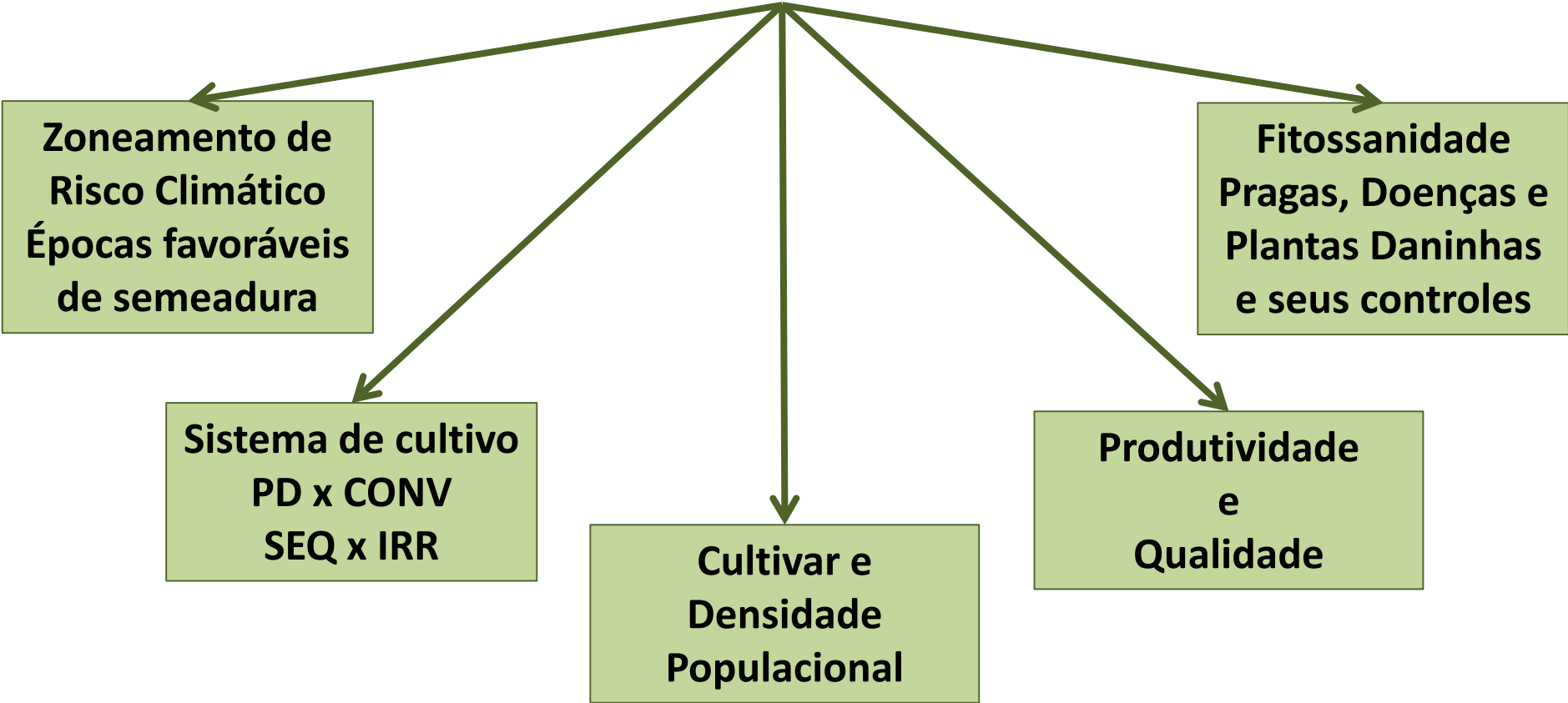
TABELA 7 - Média da porcentagem de grãos mofados encontrados na soja, submetida em três tempos de simulação de chuva, do experimento instalado no UNIVAG, Várzea Grande-MT, em outubro de 2007.

Época de Colheita	Grãos mofados (%) – 2007			
	Sem simulação de chuva	1 h de simulação de chuva	2 h de simulação de chuva	3 h de simulação de chuva
Testemunha	0,12 Aa	0,10 Aa	0,11 Aa	0,13 Aa
5 dias	0,12 Aa	0,36 Aa	0,27 Aa	0,32 Aa
10 dias	5,22 Ba	29,93 Bb	38,73 Bc	32,02 Bc
15 dias	5,75 Ba	31,36 Bb	40,19 Bc	40,08 Bc
22 dias	8,28 Ca	41,40 Cb	49,71 Cc	50,09 Cc
cv (%) 6,14				
DMS (%) 2,06				

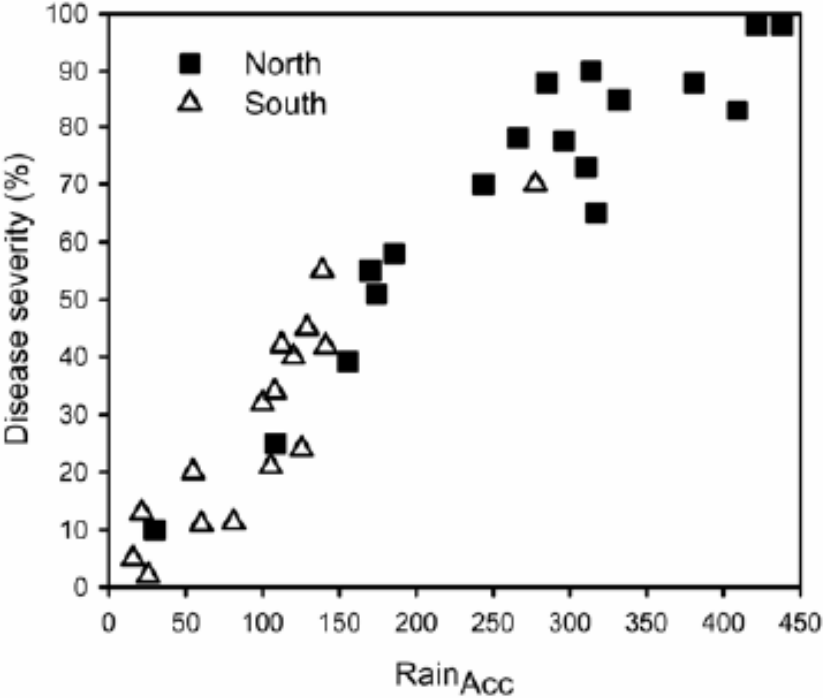
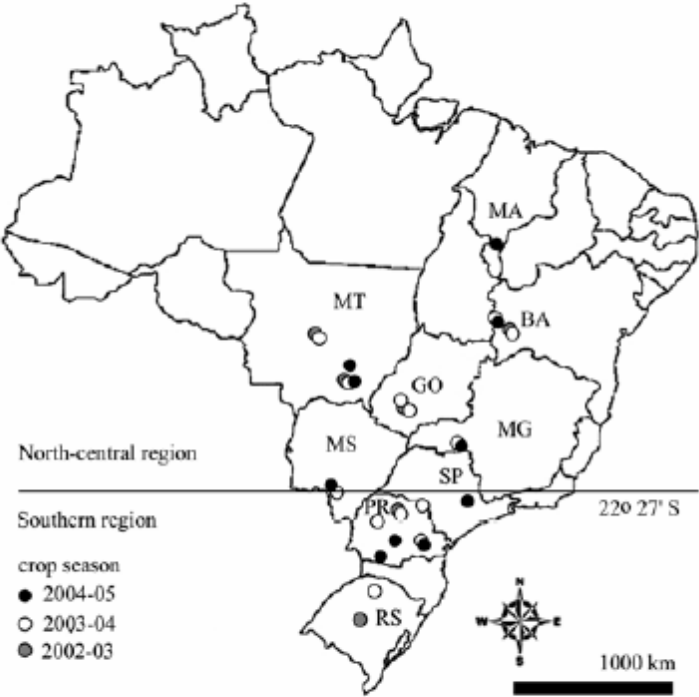
Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Coeficiente de variação. **Diferença mínima significativa.

Andrade et al. (2010)

As condições climáticas
condicionam os seguintes
aspectos da cultura da soja

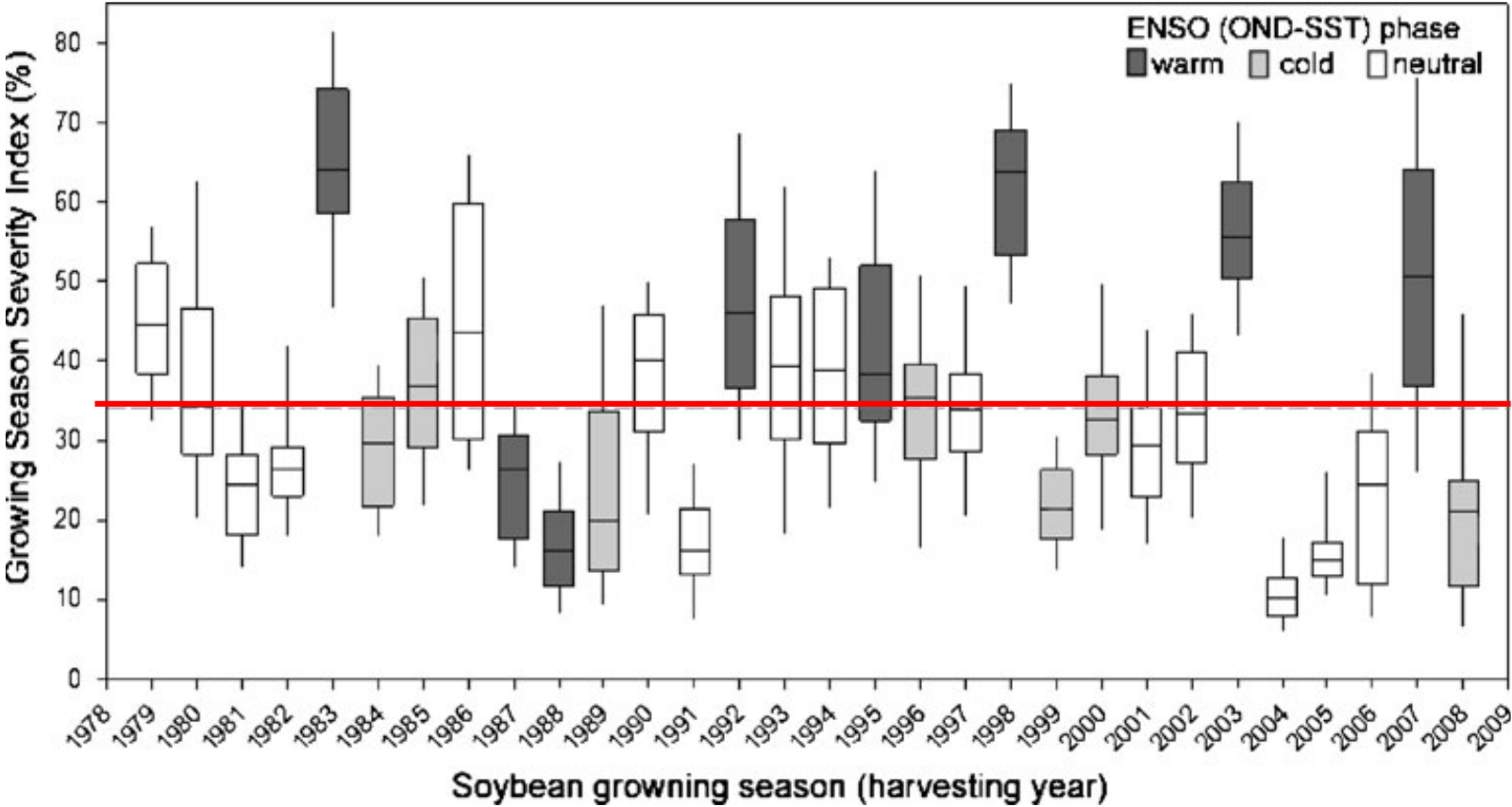


Ocorrência de Ferrugem Asiática da Soja



Del Ponte et al. (2006)

Ferrugem Asiática da Soja no RS X ENOS



Del Ponte et al. (2010)

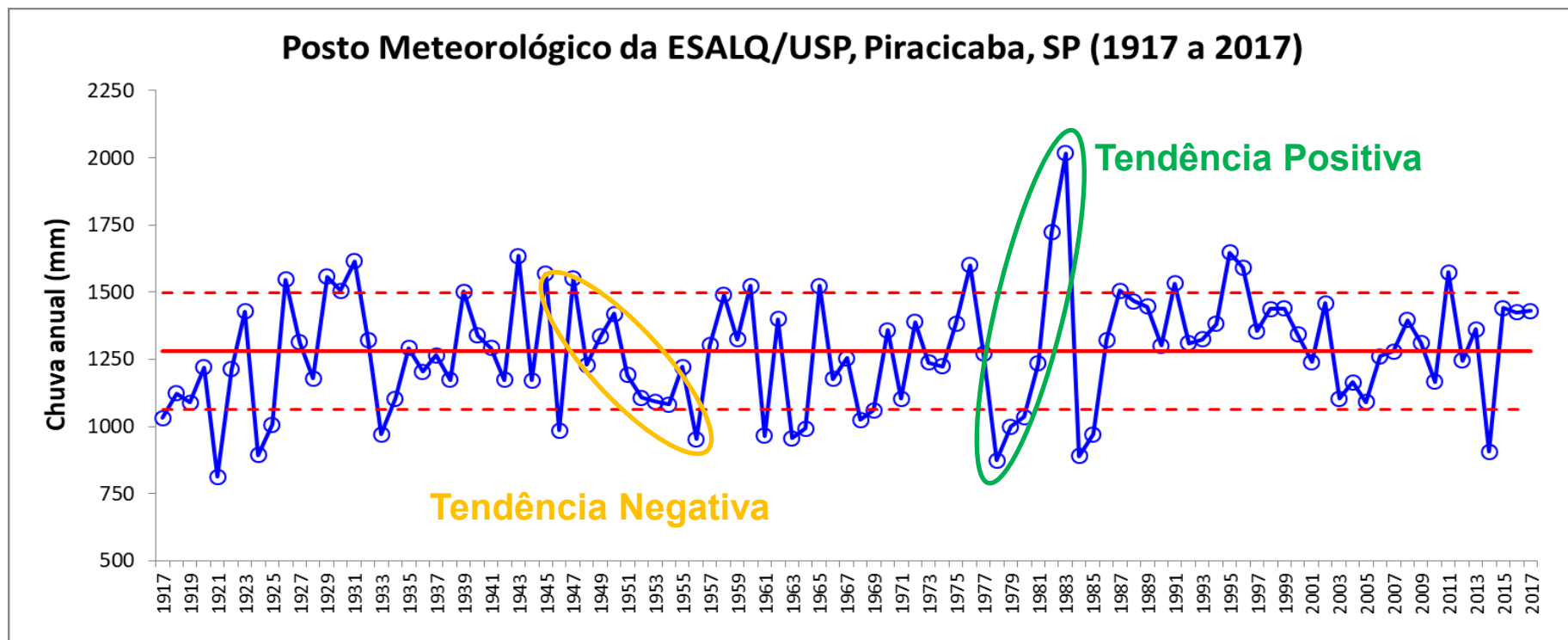
Variabilidade, tendência, anomalias e mudanças climáticas

Variabilidade Climática: oscilação das variáveis meteorológicas no tempo e no espaço, causada pela combinação dos diversos fatores que condicionam o clima de um local. É um aspecto intrínseco do clima de um local, que deve ser avaliado sempre que se objetiva caracterizar um ambiente para a produção agrícola.

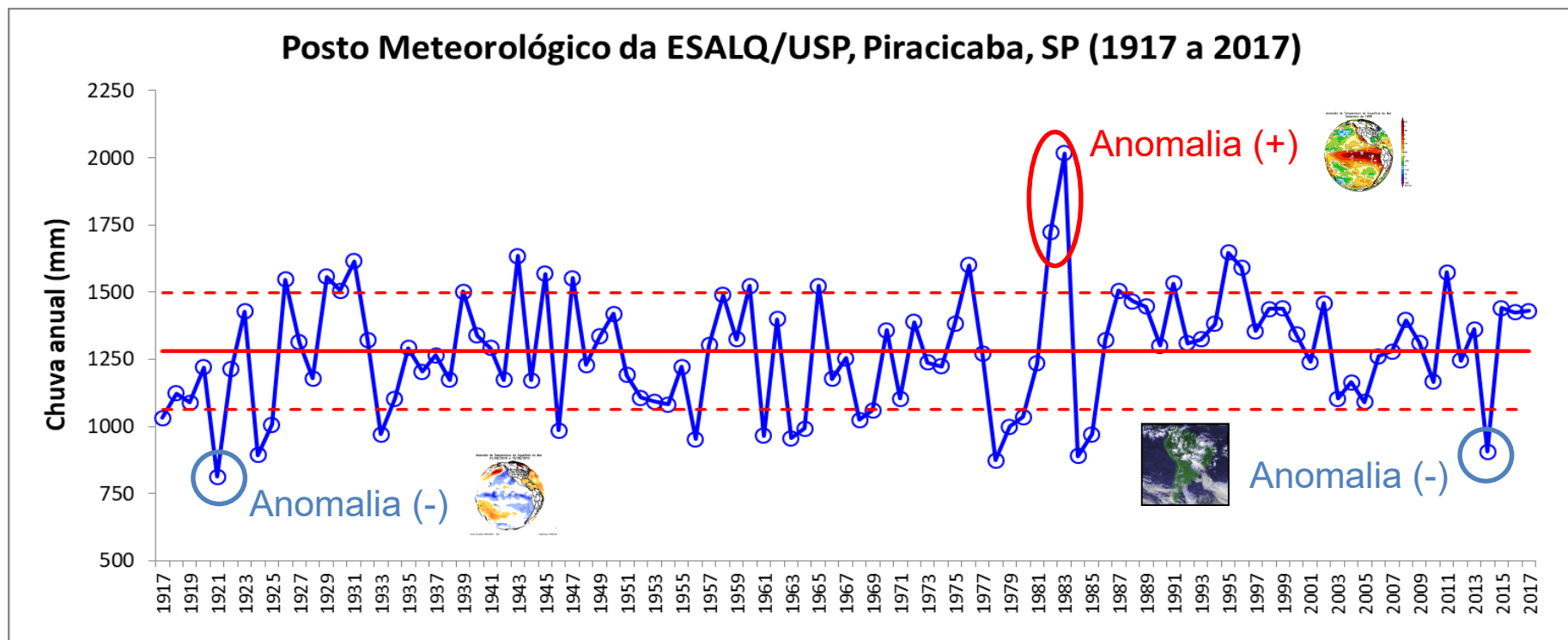
Posto Meteorológico da ESALQ/USP, Piracicaba, SP (1917 a 2017)



Tendência Climática se refere a um período contínuo, com mais de 5 anos, com aumento ou diminuição da variável meteorológica analisada. Se isso ocorre de forma esporádica, apenas em alguns anos, indica uma situação compatível com a variabilidade. Por outro lado, se isso ocorre de forma contínua durante uma sequência longa de anos, essa tendência passa a caracterizar-se como uma mudança climática.



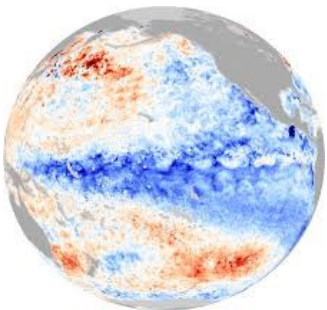
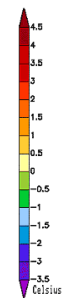
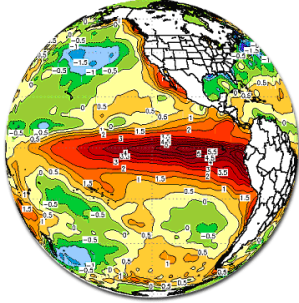
Anomalias climáticas são eventos meteorológicos com desvios muito superiores ao padrão de variabilidade normalmente observado. As anomalias estão associadas a fenômenos oceano-atmosféricos que provocam consequências nas condições meteorológicas. O exemplo mais comum são os eventos de El Niño e La Niña. Além desses temos: Oscilação Decadal do Pacífico, ZCAS e Dipólo Atlântico



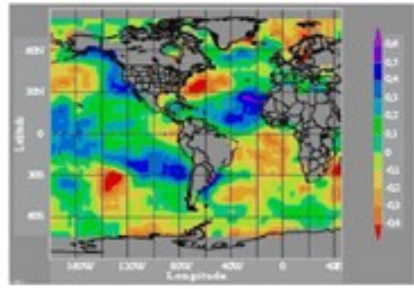
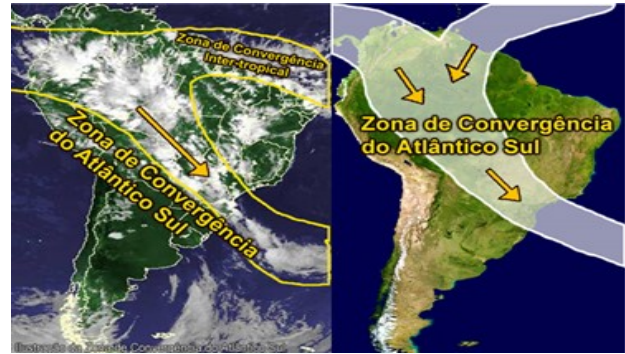
Agentes condicionadores da variabilidade, tendências e anomalias climática

ENOS

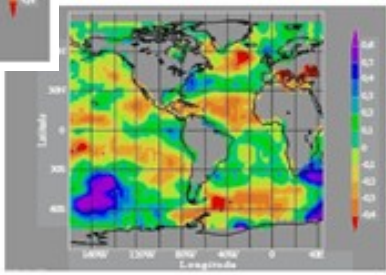
Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar Dezembro de 1998



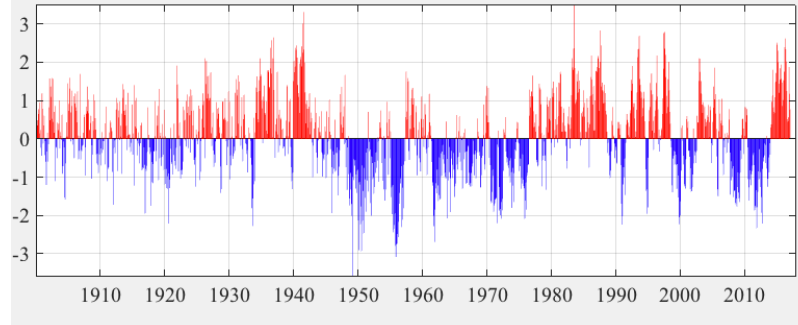
ZCAS



Dipolo do Atlântico



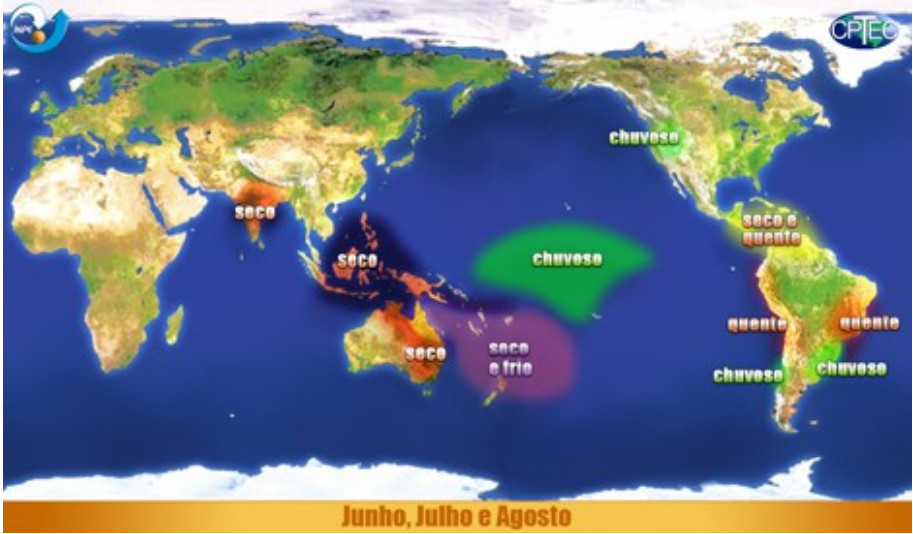
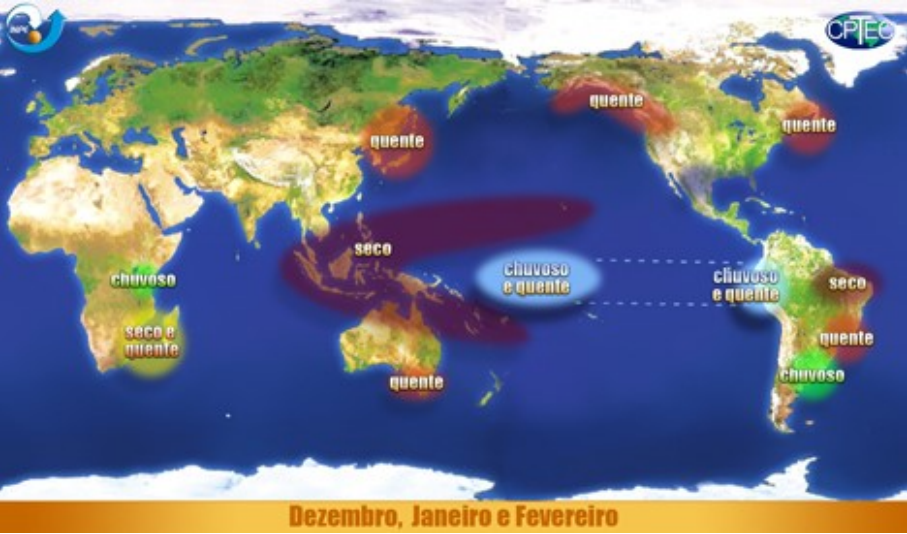
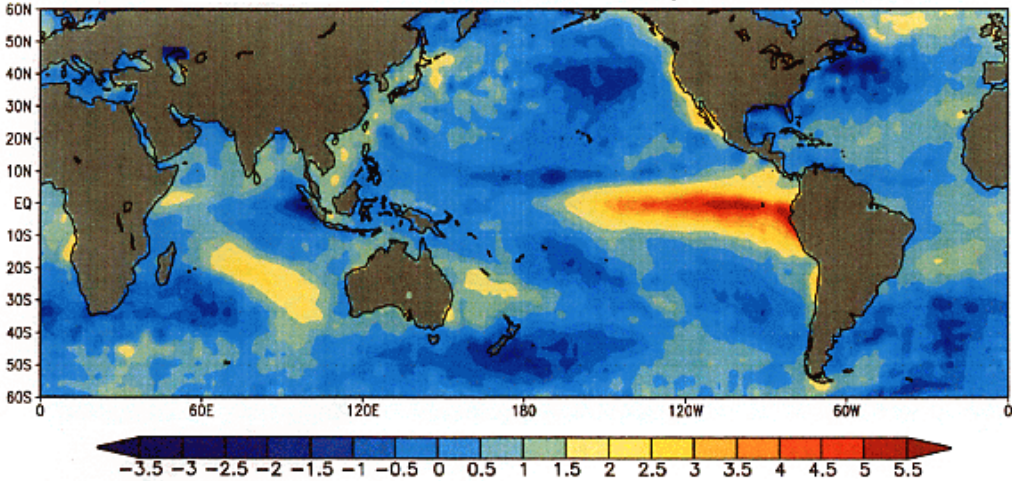
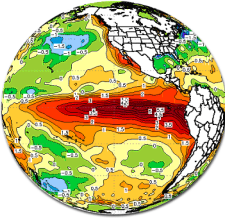
PDO index values: January 1900 - January 2017



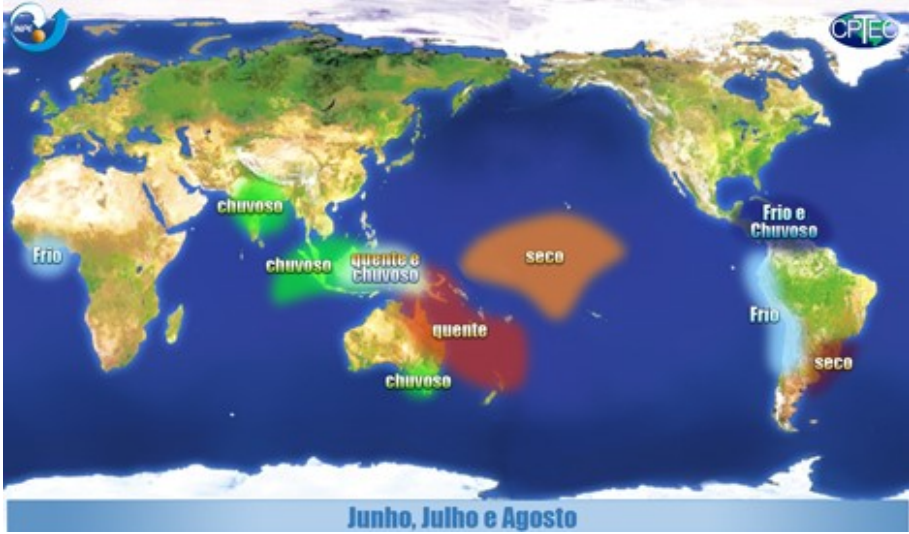
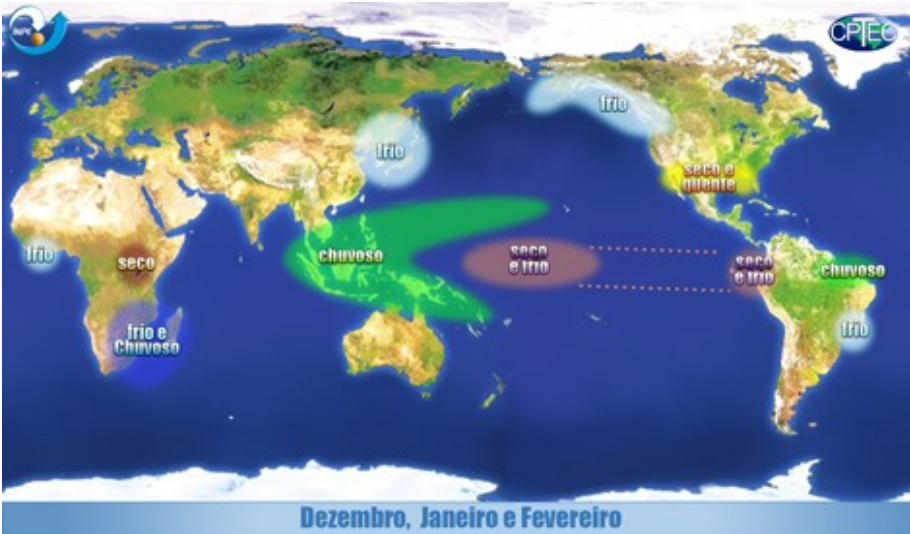
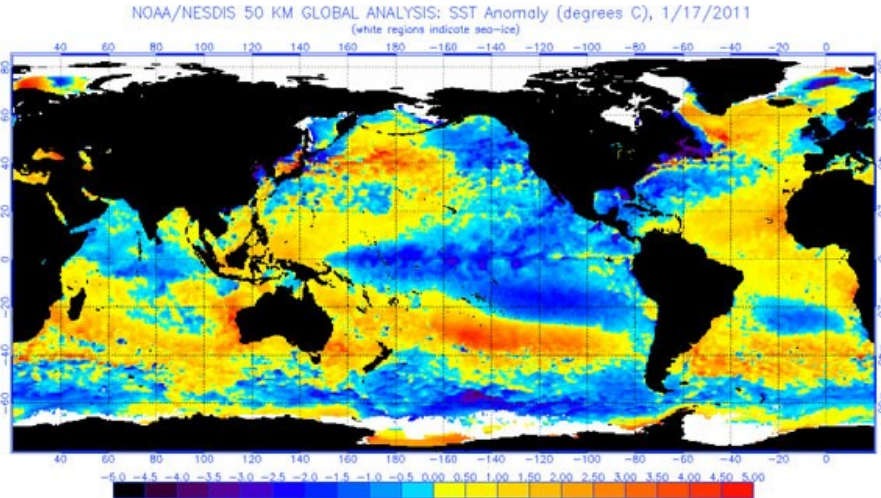
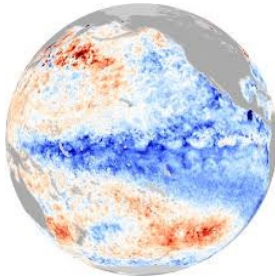
Oscilação Decadal do Pacífico

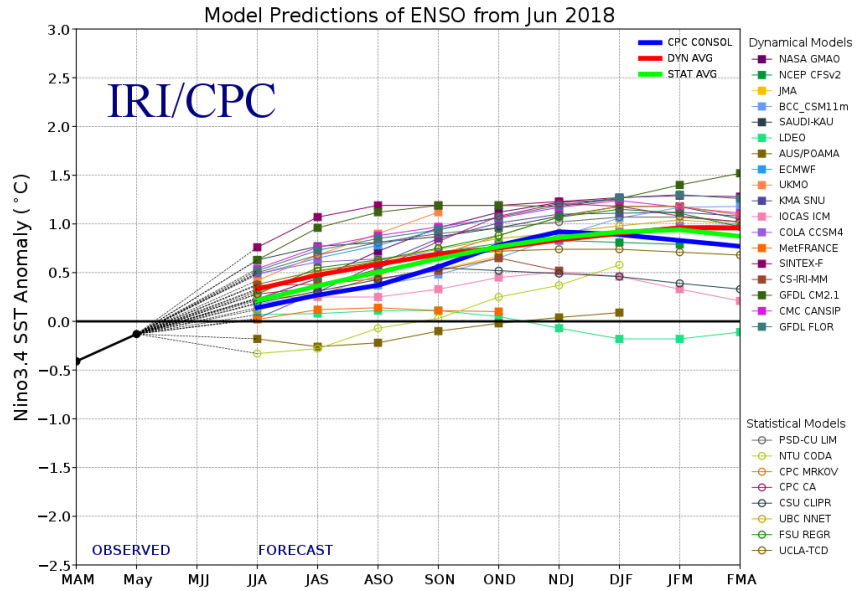
El Niño e seus Impactos

Anomalia de Temperatura da Superfície da Mar
Dezembro de 1998



La Niña e seus Impactos

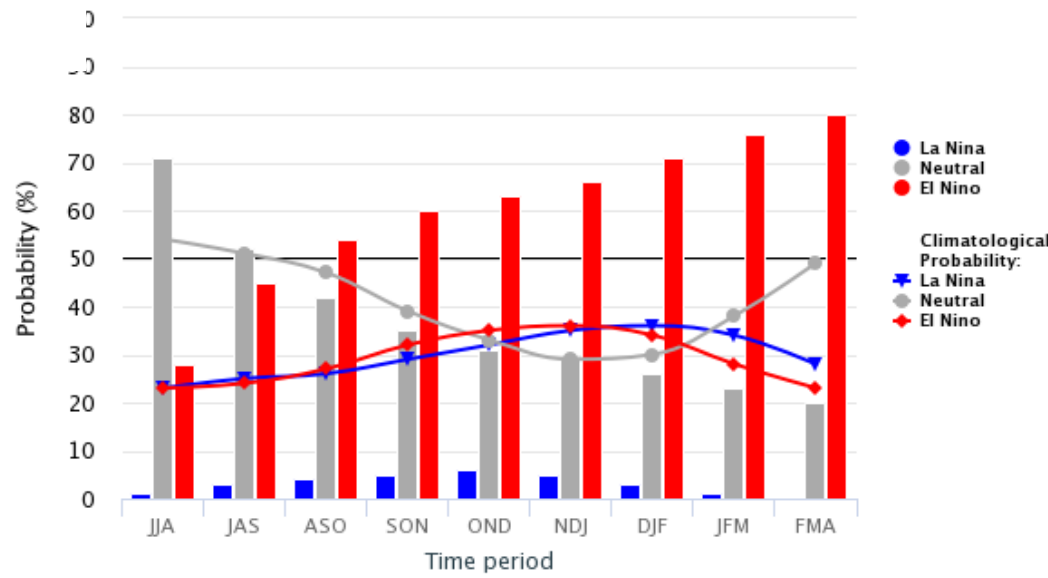




ENOS 2018 - Prognóstico

Mid-Jun IRI/CPC Model-Based Probabilistic ENSO Forecasts

ENSO state based on NINO3.4 SST Anomaly
Neutral ENSO: -0.5 °C to 0.5 °C

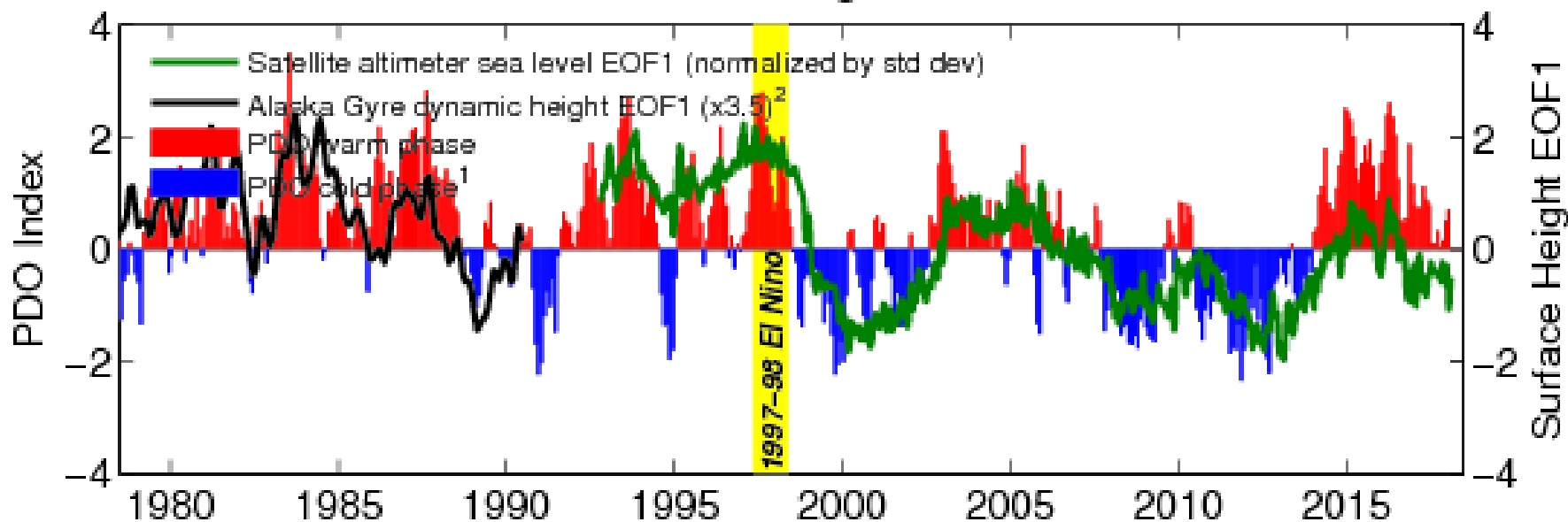


Fonte:
IRI – University of Columbia, USA

Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)

A ODP é um fenômeno oceano-atmosférico de caráter cíclico associado à variação da temperatura do oceano Pacífico, que influencia diretamente a variabilidade climática, porém numa escala de tempo mais prolongada, com cerca de 20 anos de duração. ODP +: El Niños mais intensos; ODP-: La Niñas mais intensas.

PDO SST Index and Surface Height EOFs as of Feb.15,2018

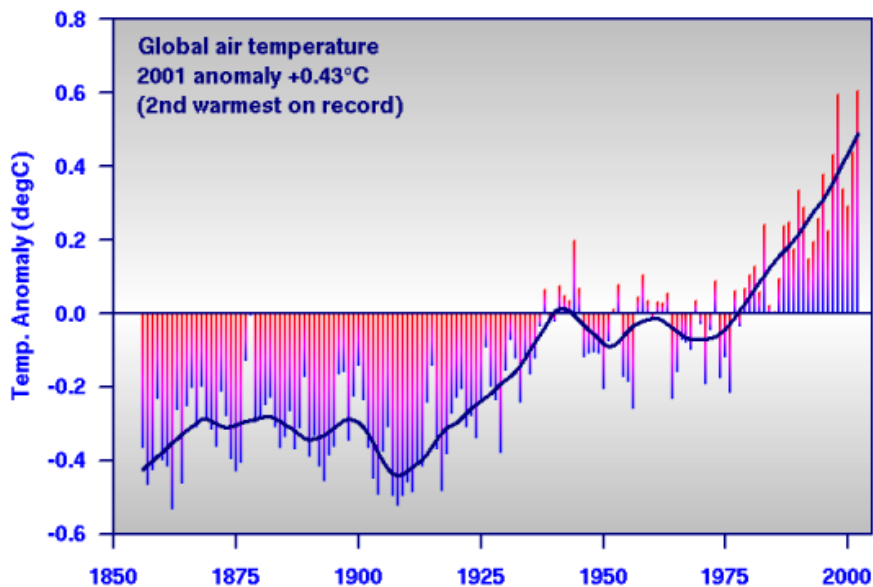


¹Mantua et al. (1997)

²Lagerloef (1995)

Mudanças Climáticas são alterações nas condições meteorológicas médias para períodos sucessivos de 30 anos, mostrando tendências contínuas, que podem ser positivas, neutras ou negativas. Portanto, para a identificação de mudanças do clima há a necessidade de pelo menos dois períodos de 60 anos. As mudanças climáticas podem ter diferentes causas.

Condição Global - IPCC



Condição Local – Campinas, SP

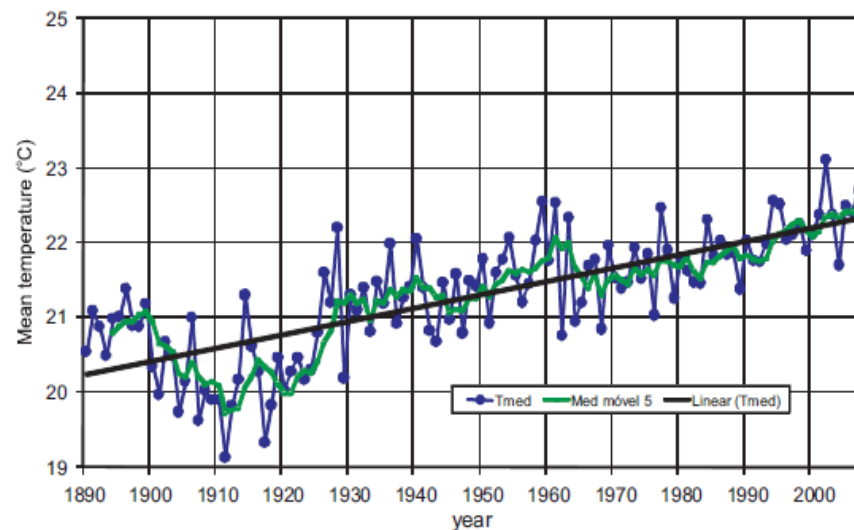
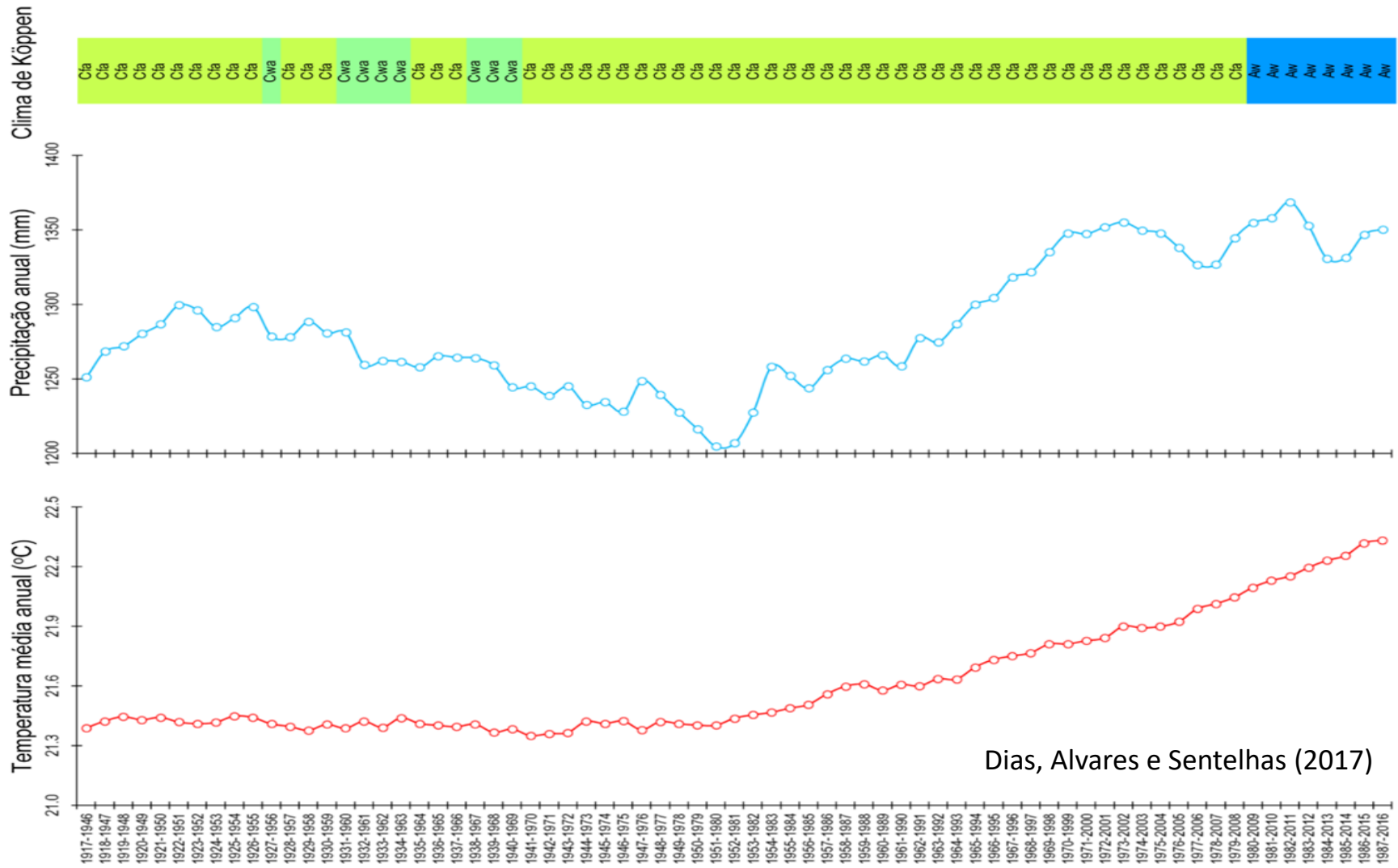
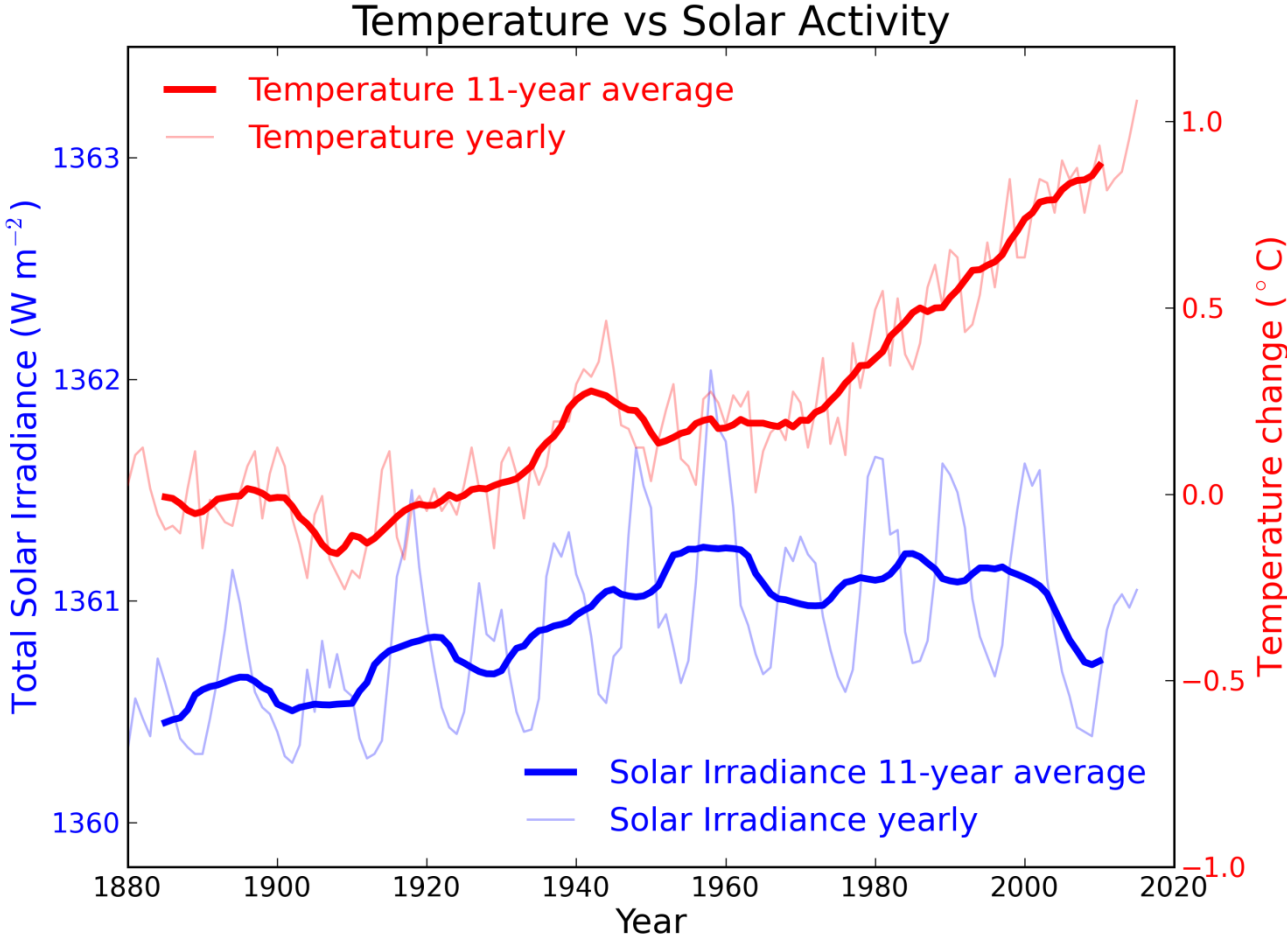


Figure 2. Annual mean air temperature for Campinas, São Paulo State, Brazil, from 1890 to 2008.

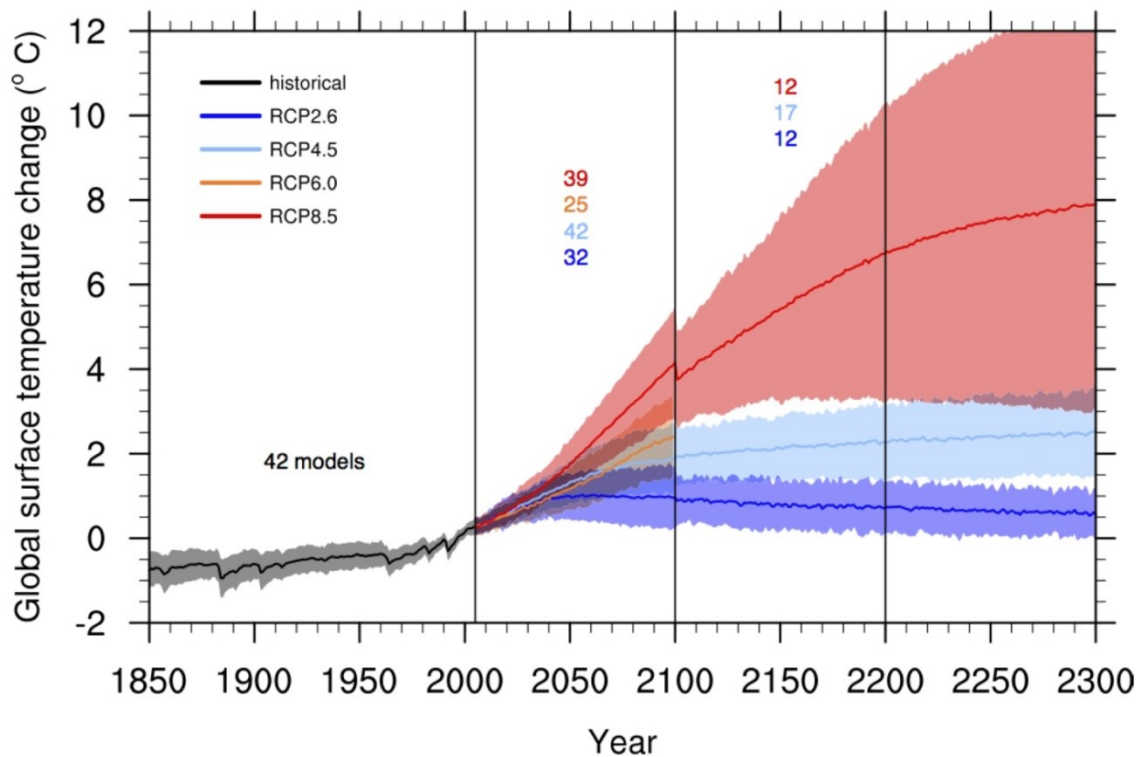
Piracicaba, SP





Source: NASA GISS and TSI

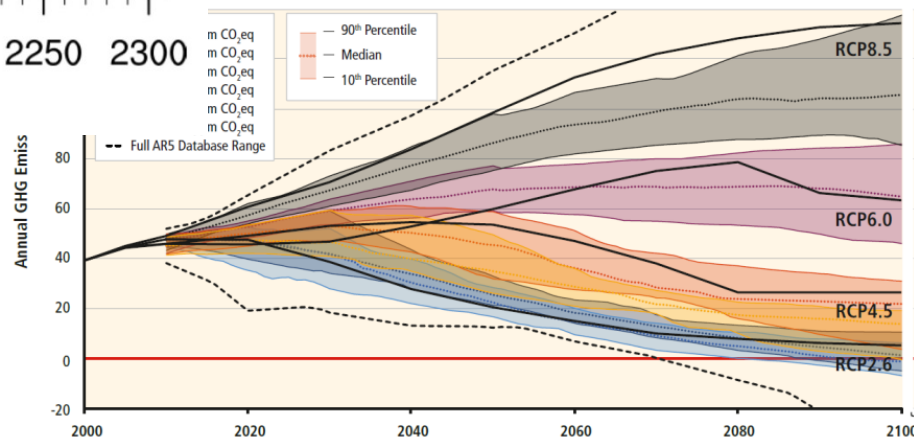
Projeções da Temperatura do ar x Incertezas



IPCC (2014)

RCP = **Representative Concentration Pathways (RCPs)** são trajetórias de concentração de GEE adotadas pelo IPCC para projetar os cenários futuros de mudanças climáticas

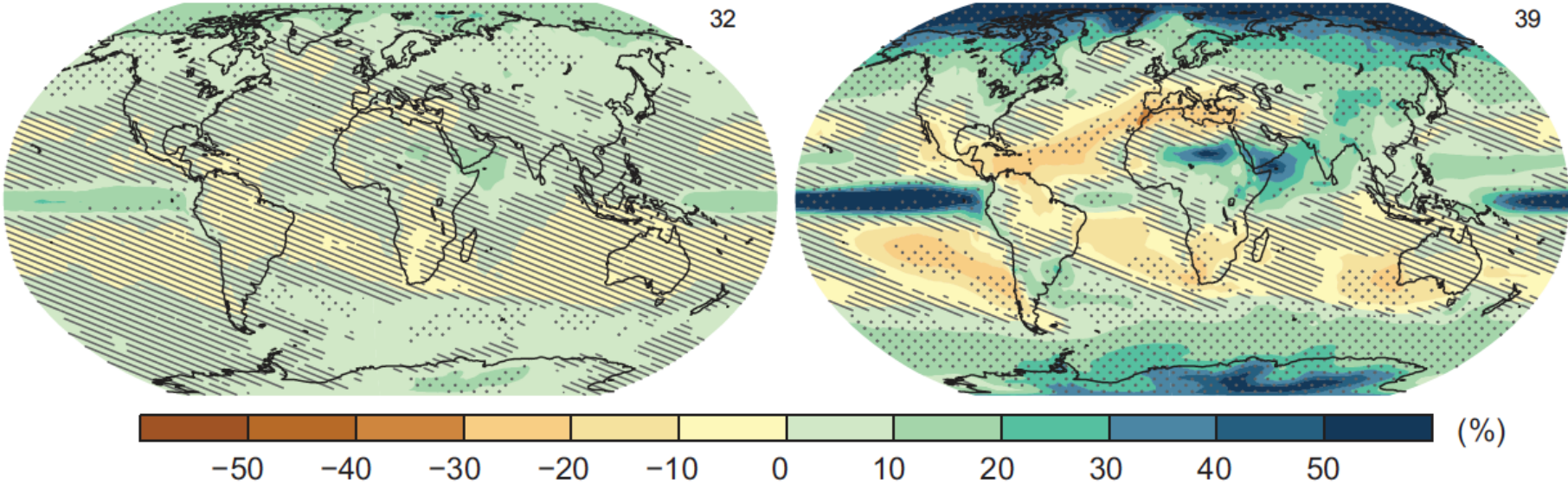
Pathways 2000-2100: All AR5 Scenarios



Projeções de Chuva x Incertezas

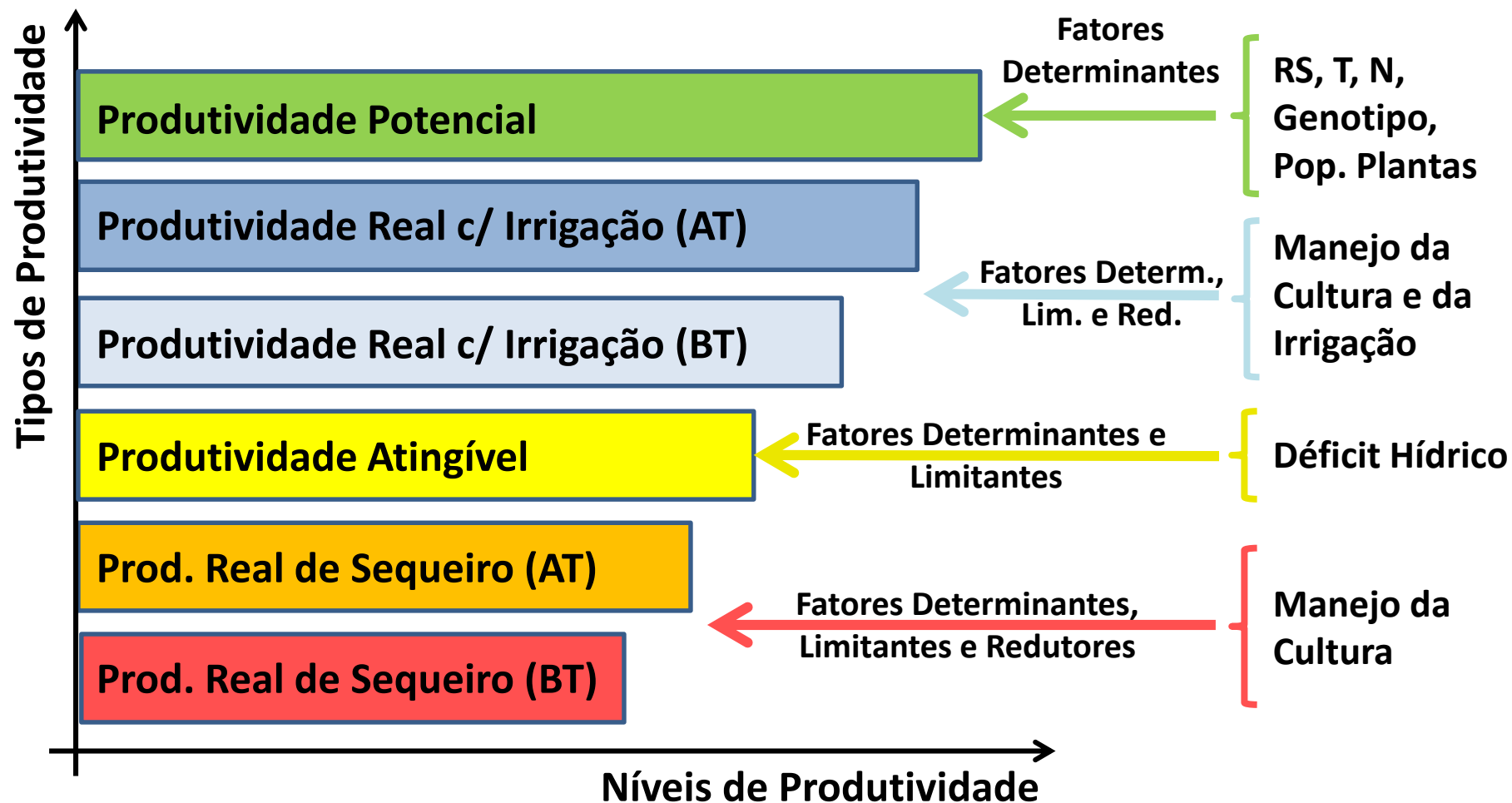
IPCC (2014)

Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)

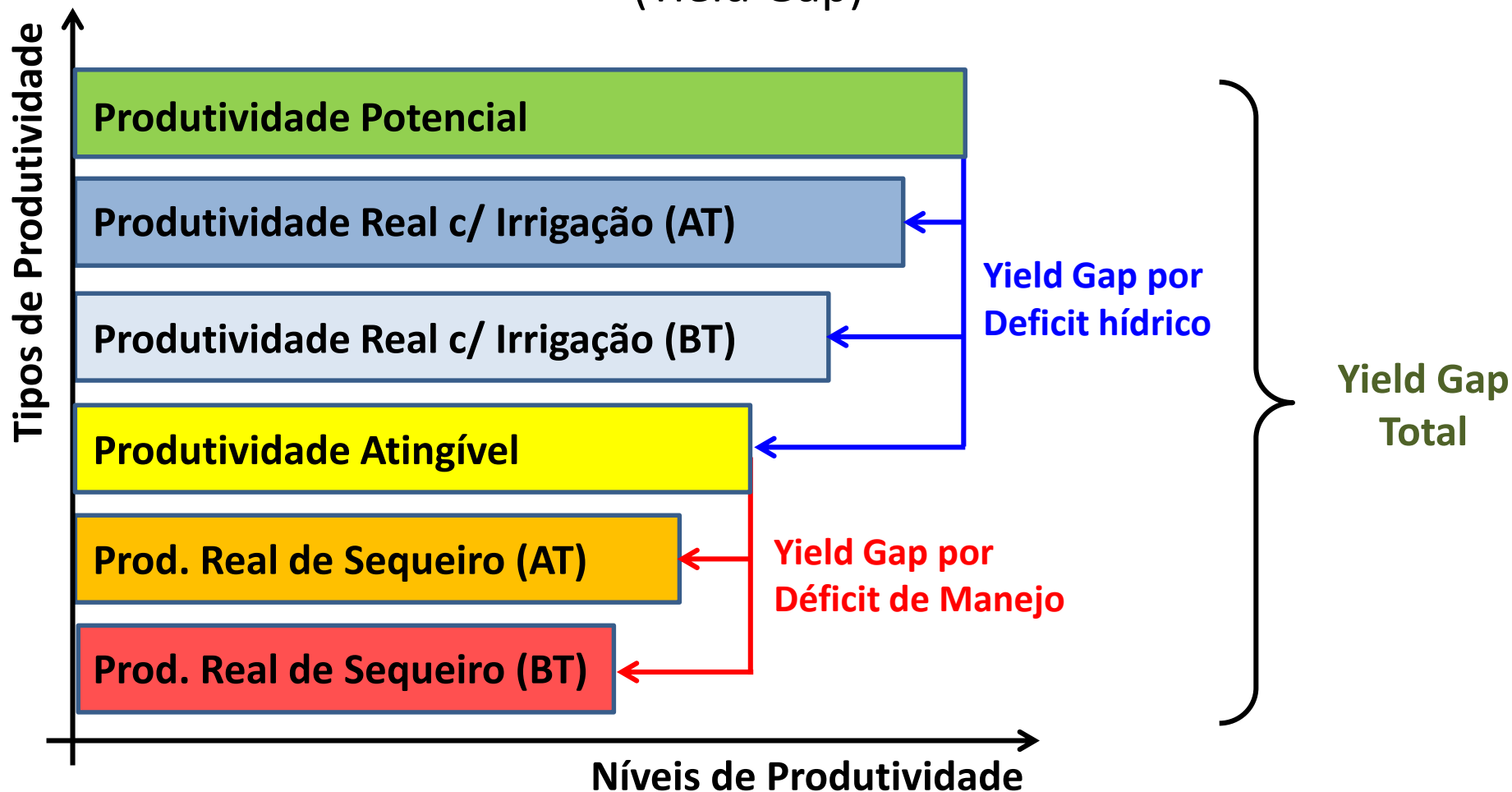


Áreas pontilhadas – 90% de concordância entre os modelos/mudança > variabilidade normal. Área com barras verticais - a variação é menor do que um desvio padrão

Definições de Produtividade e Eficiência na Agricultura



Definições de Quebra de Produtividade (Yield Gap)



Uso de modelos de simulação na cultura da soja

Modelos de Simulação de Culturas

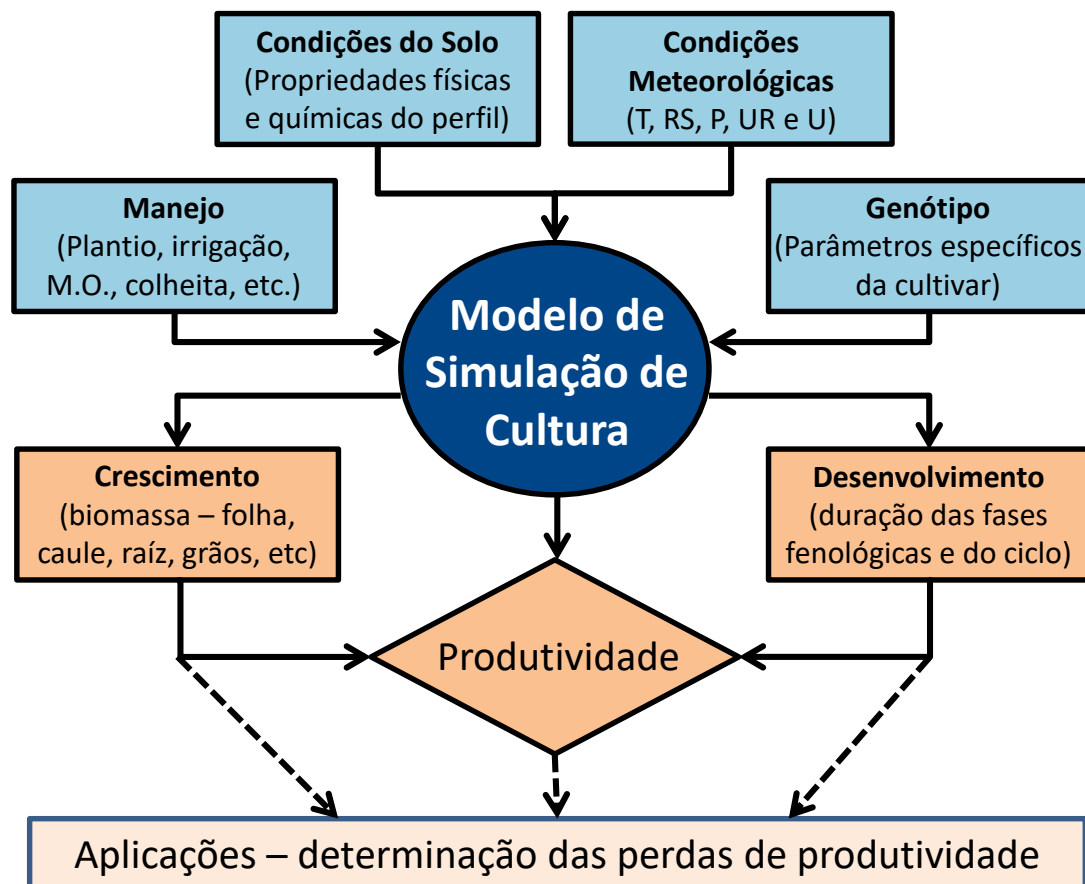


São uma aproximação da realidade, levando em consideração as interações entre o genótipo, o ambiente (clima e solo) e manejo



Na grande maioria dos casos não levam em consideração os efeitos de manejo relacionados à ocorrência de pragas, doenças, planta daninhas

Nível de complexidade variável



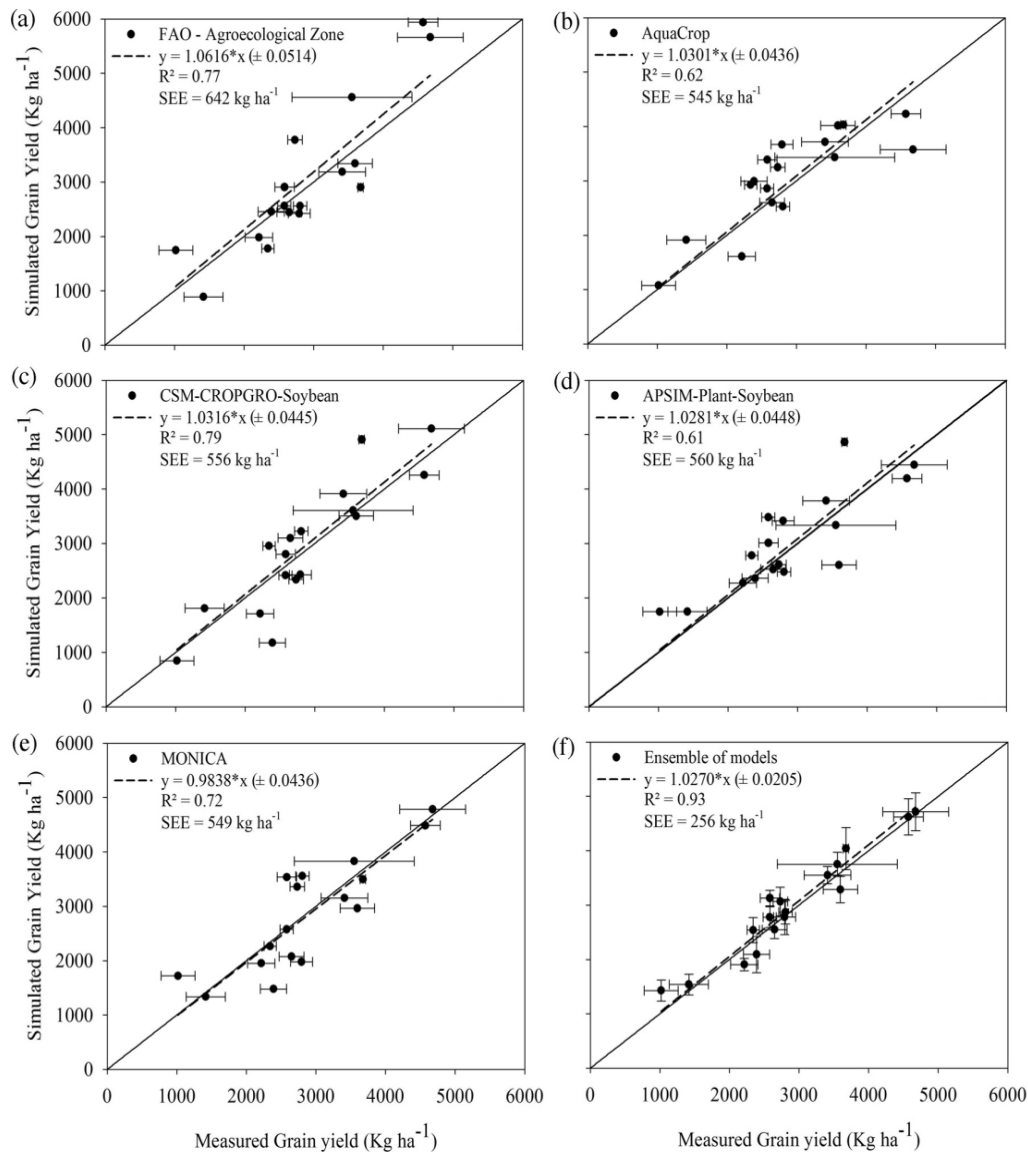
Modelos de Simulação de Culturas



Necessitam ser calibrados e testados para diferentes cultivares, grupo de maturação, hábito de crescimento para que se aproximem da realidade



Uma vez calibrados e validados, os modelos podem ser aplicados para as mais diversas finalidades, desde que respeitadas suas limitações



Yield gap da soja no Brasil – clima x manejo

International Journal of Plant Production
<https://doi.org/10.1007/s42106-018-0016-0>

RESEARCH



Soybean Yield Gap in the Areas of Yield Contest in Brazil

Rafael Battisti¹ · Paulo Cesar Sentelhas² · João Augusto Lopes Pascoalino³ · Henry Sako⁴ · João Paulo de Sá Dantas⁴ · Milton Ferreira Moraes⁵

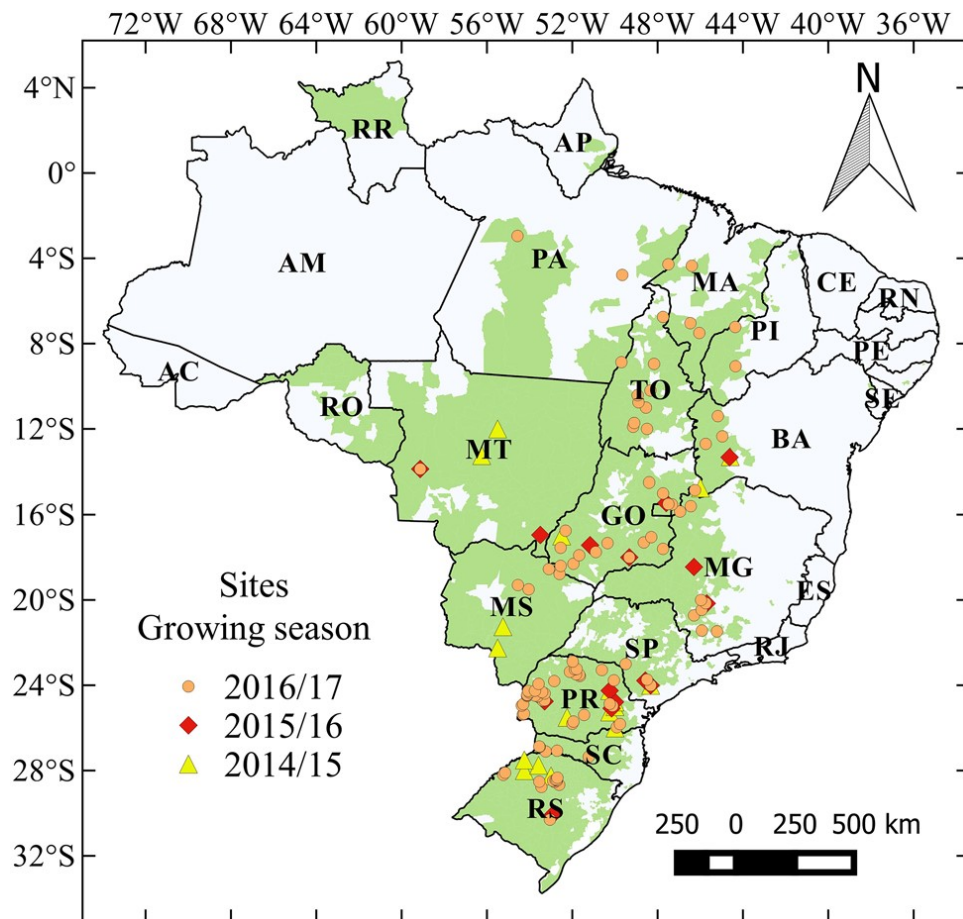
Received: 3 April 2018 / Accepted: 29 May 2018
© Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018

Abstract

Soybean yield is mainly influenced by the interaction among genotype, environmental conditions and management practices. Based on that, the aim of this study was to quantify the soybean yield gap caused by water deficit (YG_{WD}) and sub-optimum crop management (YG_{CM}), considering data from the areas of soybean yield contest in Brazil. Potential (Yp) and attainable (Ya) yields were estimated by a crop yield simulation model, whereas actual farmers yields (Yf) were obtained from the contests conducted by the Brazilian Soybean Strategic Committee (CESB), comprising 200 sites. The YG_{WD} and YG_{CM} were, respectively, calculated by the difference between Yp and Ya , and Ya and Yf . The climate efficiency (EF_C) was obtained by the ratio between Ya and Yp , while crop management efficiency (EF_M) considered the ratio between Yf and Ya . The mean Yf from CESB was 5021 kg ha^{-1} , higher than the national average of about 3000 kg ha^{-1} . The YG_{WD} and YG_{CM} were, respectively, 2931 and 3458 kg ha^{-1} , representing 46 and 54% of total yield gap. The weather conditions did not affect Yf in the studied sites with lower EF_M . For sites with EF_C higher than 0.80, Yf increased in a rate of 92 kg ha^{-1} per percentage of increase in EF_M . When comparing the national average and CESB winners, the results showed that average Yf could be increased in 2514 and 2584 kg ha^{-1} , respectively, by closing YG_{CM} and YG_{WD} , which shows that there is room to double the present Brazilian soybean yield by adopting the technology already available to the farmers. These results can serve as reference to guide other studies about soybean yield gap around the world, helping policy makers and other stakeholders to elaborate strategies for closing yield gaps and making soybean production more sustainable.

Keywords Crop simulation model · Closing yield gap · Rainfed crop · Climate and management efficiencies

Dados de Produtividade Real



Dados de produtividade real obtidos da rede de pesquisa e dos campeões regionais/nacionais de produtividade

2014/15 - n = 30

2015/16 - n = 20

2016/17 - n = 150

Obs: Todas as produtividades foram corrigidas para 13% de umidade nos grãos

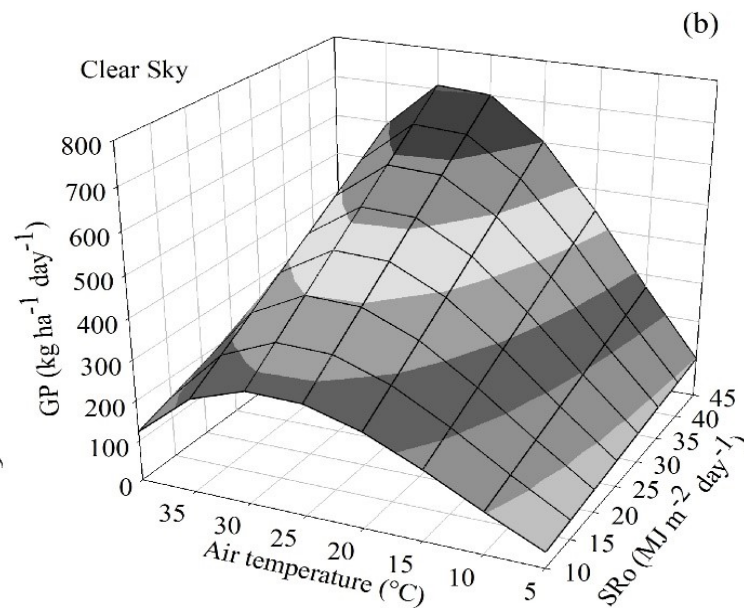
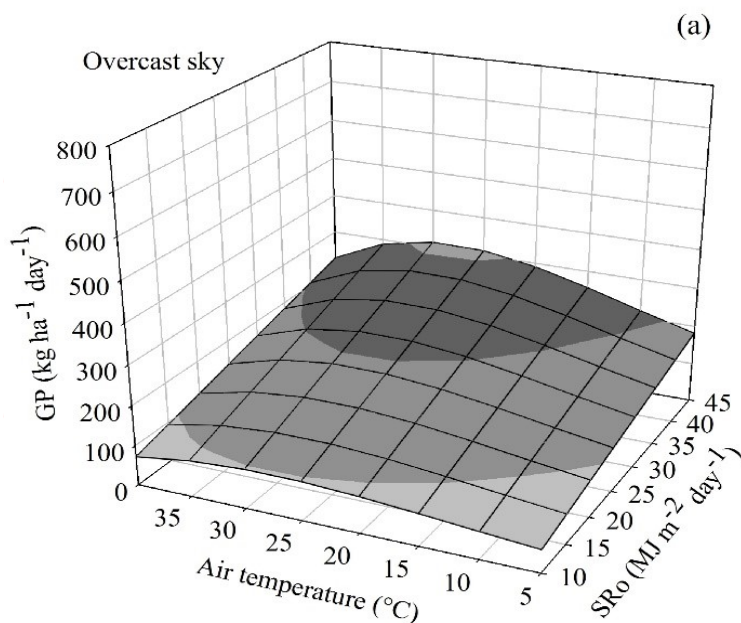
Simulação da PP e da PA da Soja

$$TAB = \sum_{i=1}^m GP * C_{RESP} * C_{LAI}$$

$$GP = GPc + GPo$$

$$GPc = (107.2 + 8.604 * SRo) * cTc * (n/N)$$

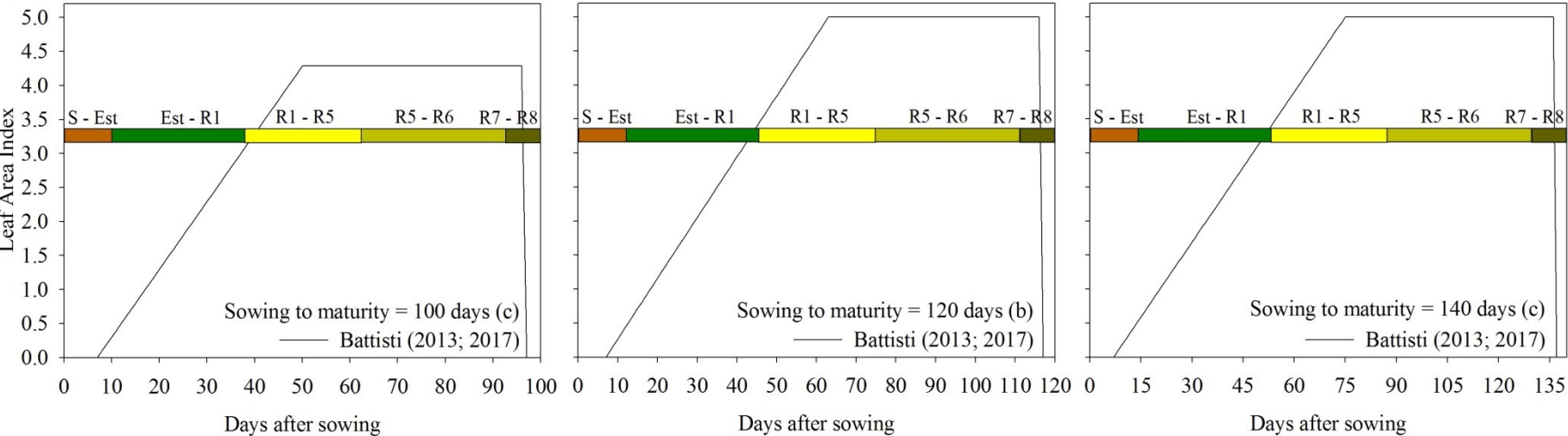
$$GPo = (31.7 + 5.234 * SRo) * cTo * (1 - n/N)$$



Simulação da PP e da PA da Soja

$$C_{RESP} = \begin{cases} 0,50 & \text{for } T_{mean} \geq 20^{\circ}\text{C} \\ 0,60 & \text{for } T_{mean} < 20^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

$$C_{LAI} = LAI_i / LAI_{max} \quad (LAI_{max} = 5)$$

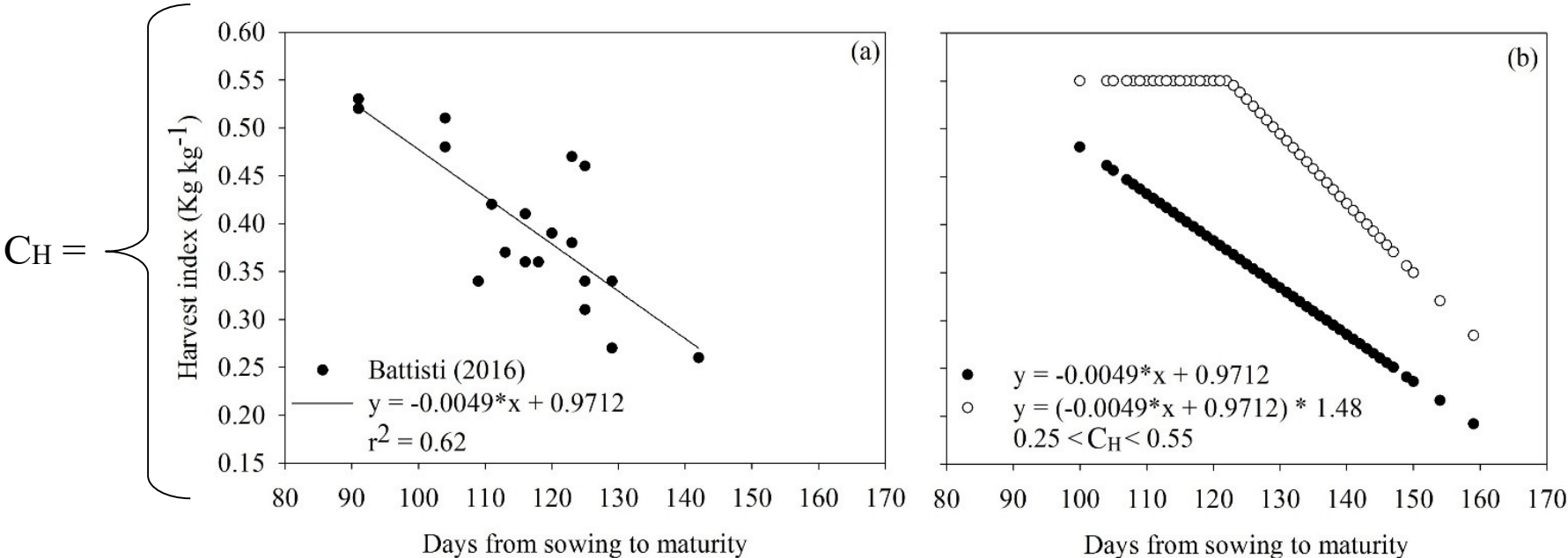


Battisti, Sentelhas, Pascoalino et al. (JPO 2018)

Simulação da PP e da PA da Soja

$$Yp = TAB * C_H * (1 - C_W)^{-1}$$

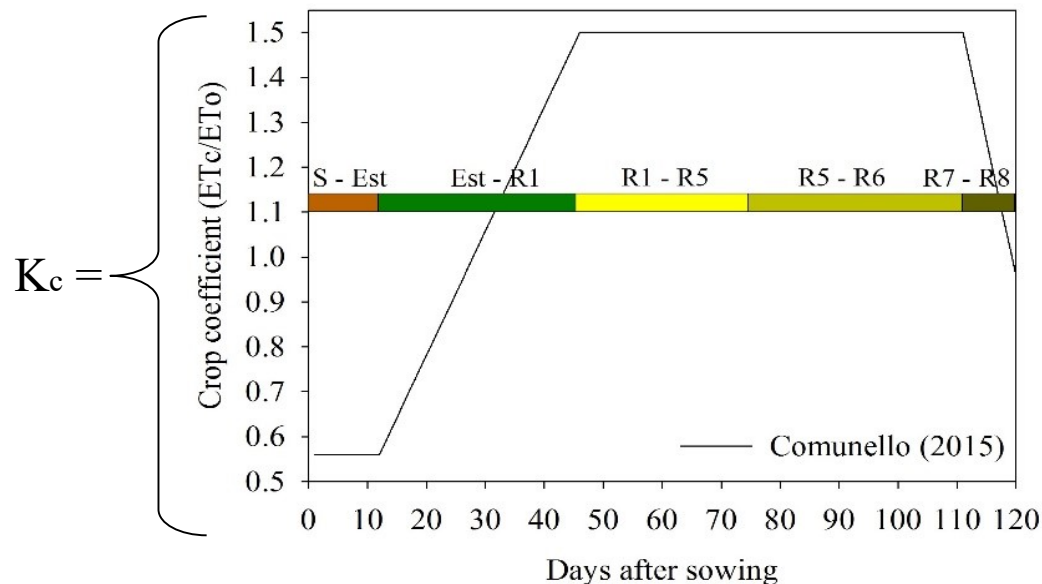
$$C_w = 13\%$$



Battisti, Sentelhas, Pascoalino et al. (IJPO 2018)

Simulação da PP e da PA da Soja

$$Y_a = Y_p * \prod_{i=1}^n \left[1 - K_{y_i} * \left(1 - \frac{ET_{a_i}}{ET_{c_i}} \right) \right]$$



K_y from Battisti (2016)

Sem – Est	$K_y = 0.05$
Est – R1	$K_y = 0.15$
R1 – R5	$K_y = 0.40$
R5 – R6	$K_y = 0.75$
R6 – R8	$K_y = 0.10$

Simulação da PP e da PA da Soja

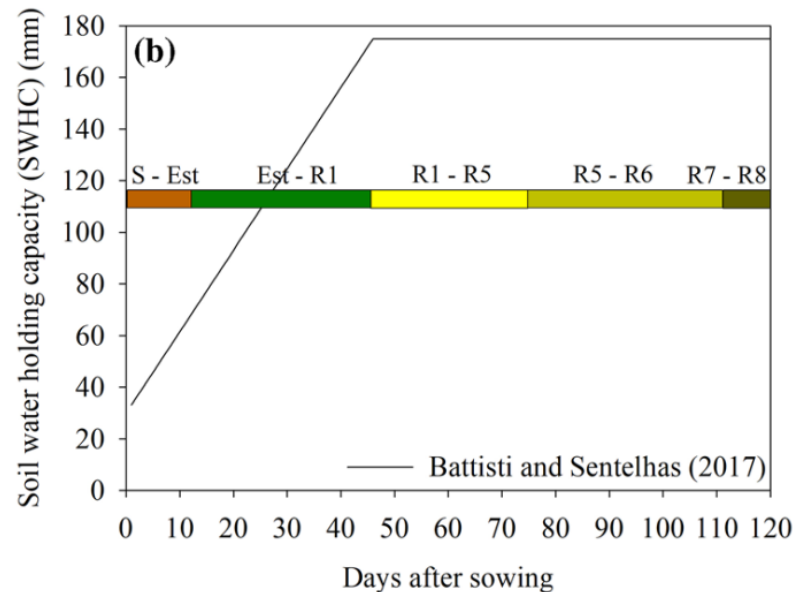
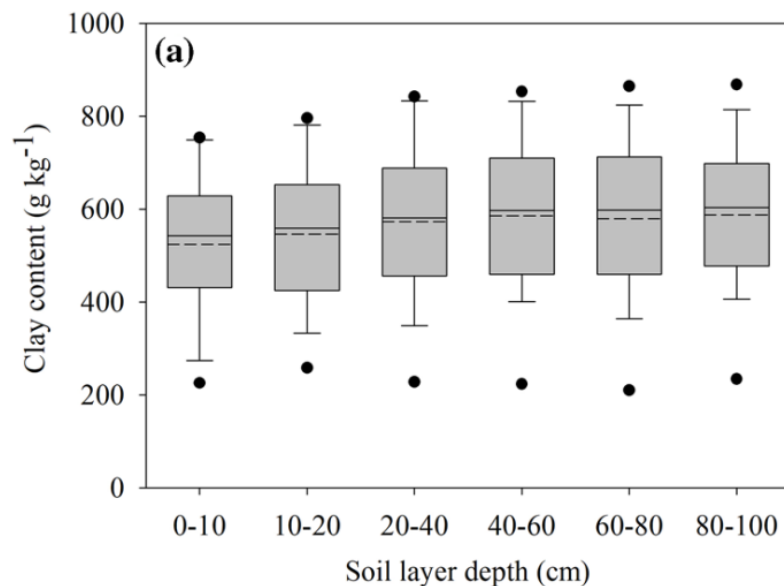
Balanço hídrico da Cultura da Soja

Método de Thornthwaite & Mather (1955)

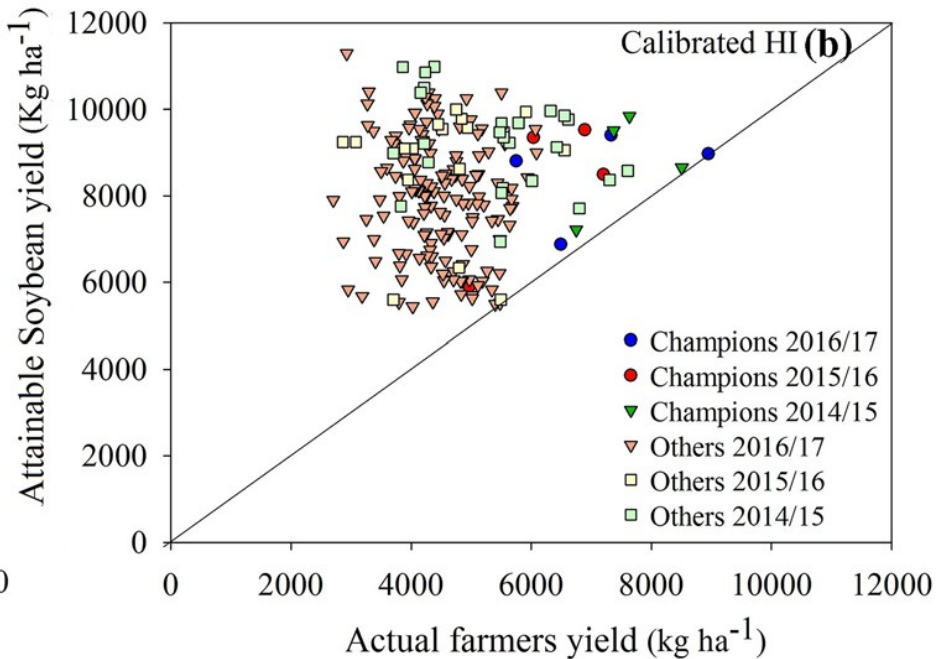
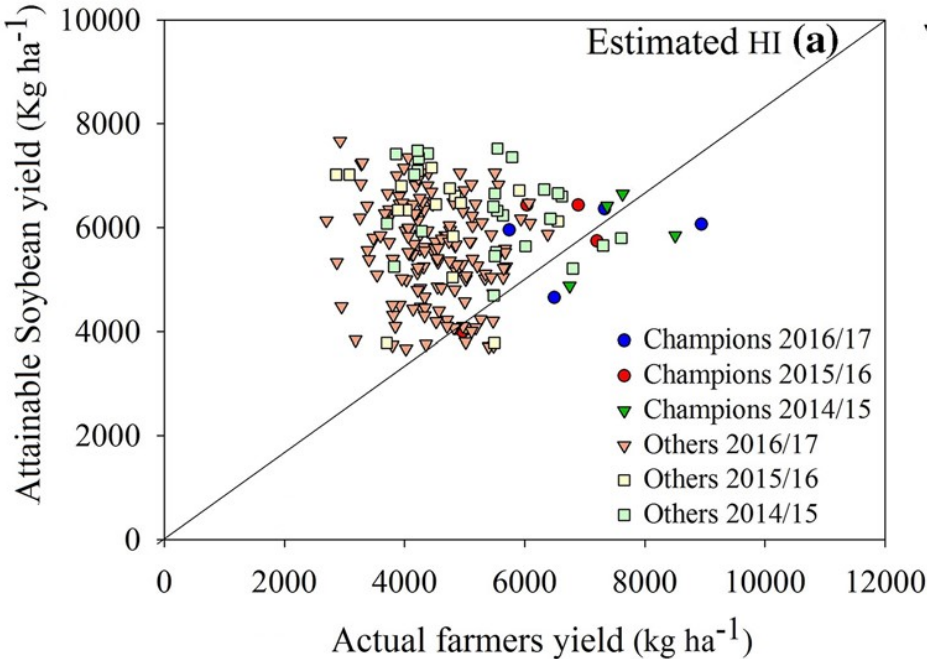
$$ET_c = ETP * K_c$$

ETP = método de Penman-Monteith

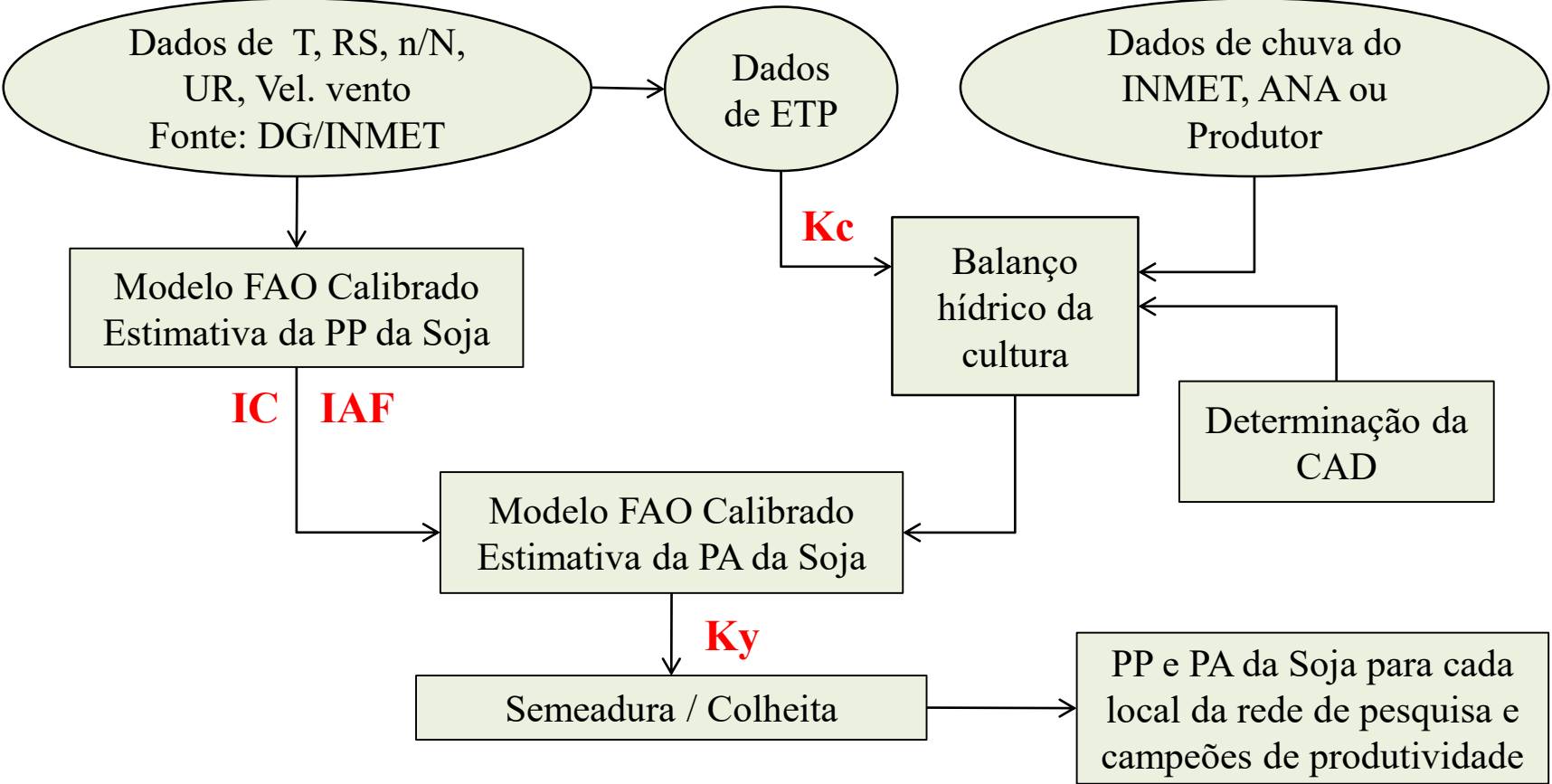
CAD = Função do solo predominante e perfil



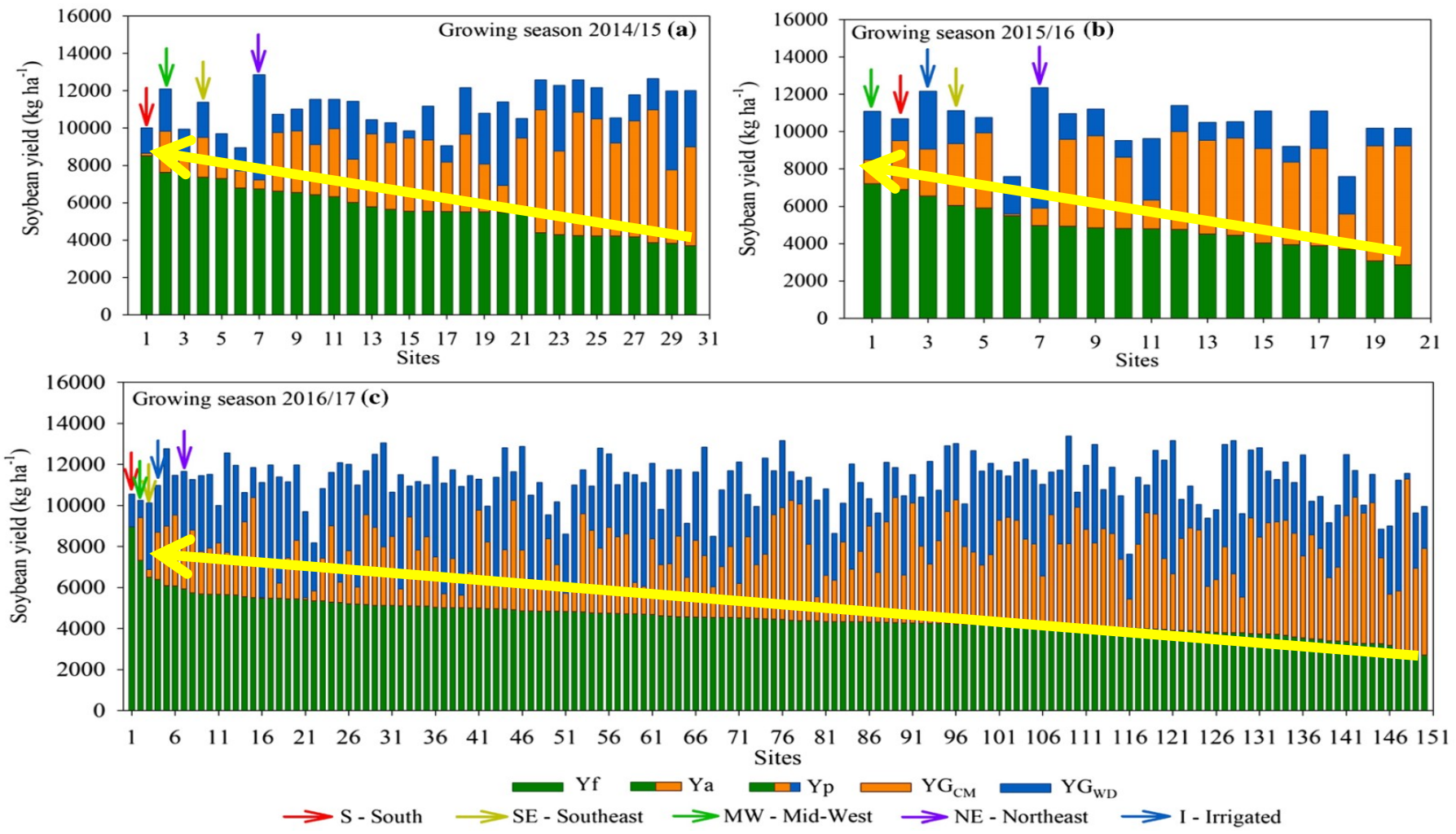
Simulação da PP e da PA da Soja



Simulação da PP e da PA da Soja



PP, PA e PR da Cultura da Soja



Battisti, Sentelhas, Pascoalino et al. (IJO 2018)

Perdas de produtividade da soja Déficit hídrico x Manejo Agrícola

As causas das perdas de produtividade da soja variam com o local e a safra, mas em média temos:

YG_{DEF}

2931 kg/ha

48,85 sc/ha

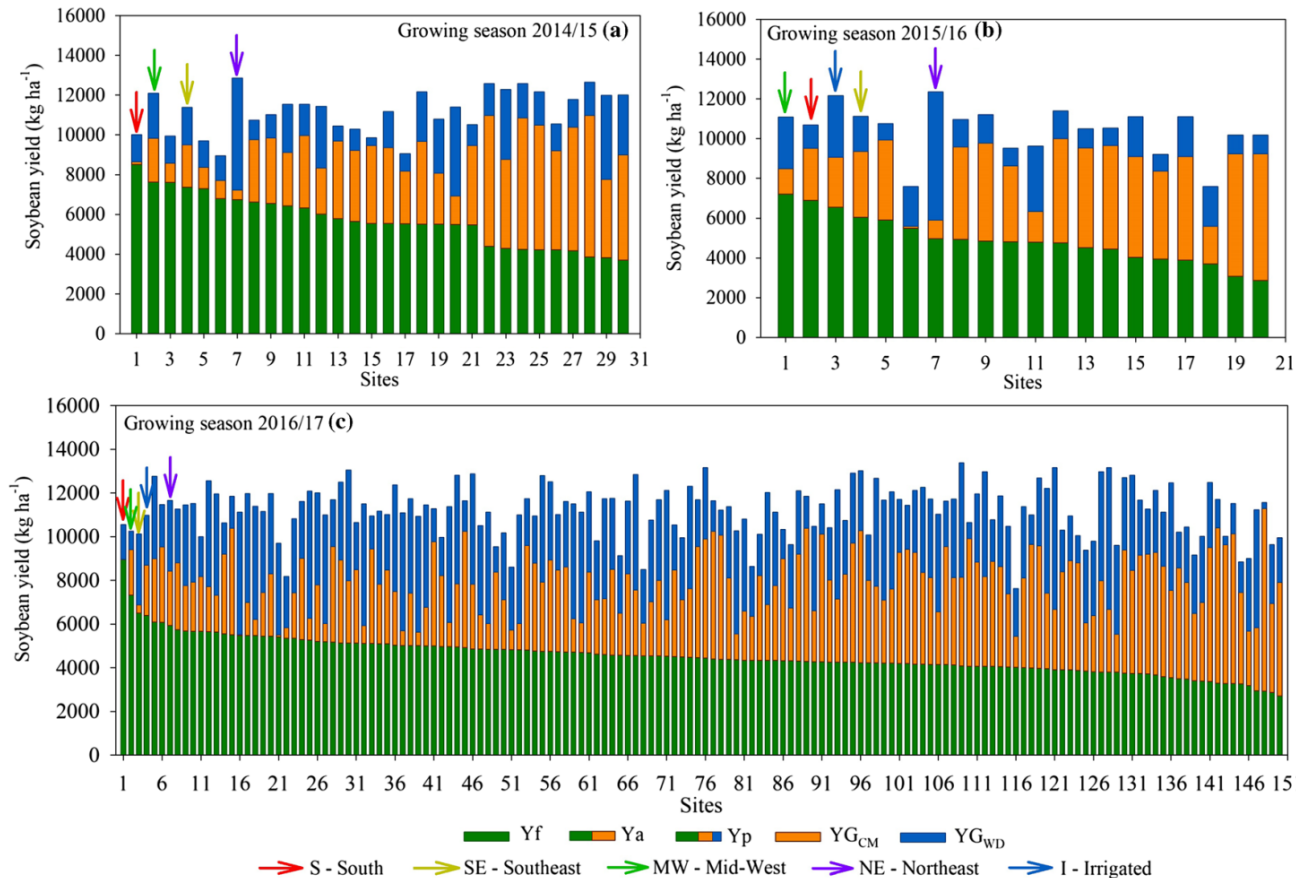
46% do YG_{Total}

YG_{MA}

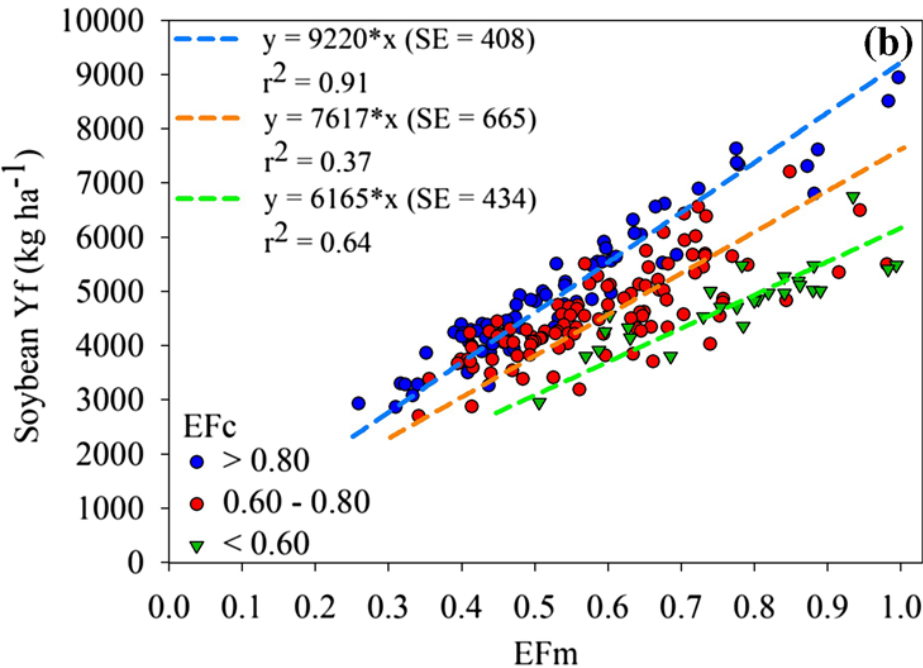
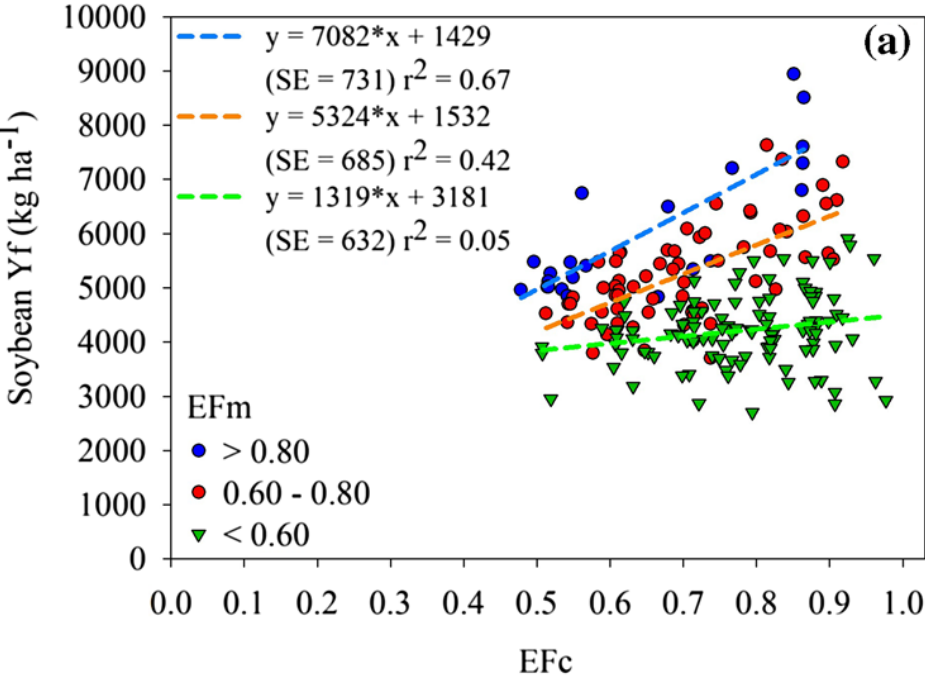
3458 kg/ha

57,63 sc/ha

54% do YG_{Total}



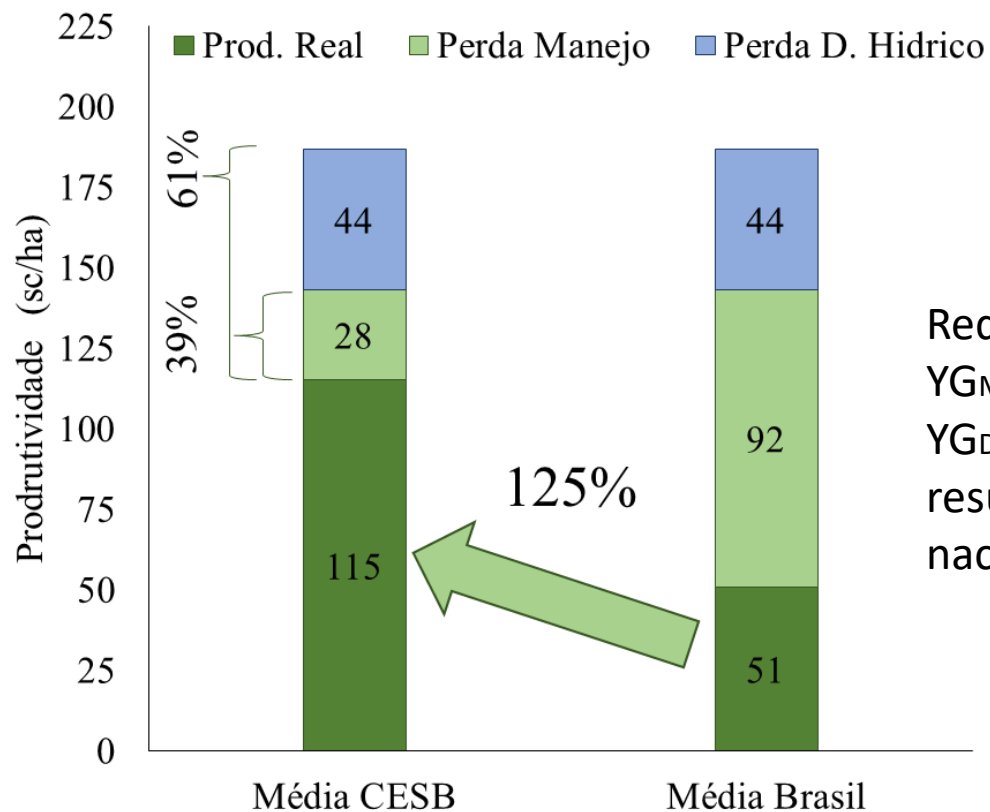
Eficiências Climática x Eficiência de Manejo



Battisti, Sentelhas, Pascoalino et al. (IJPO 2018)

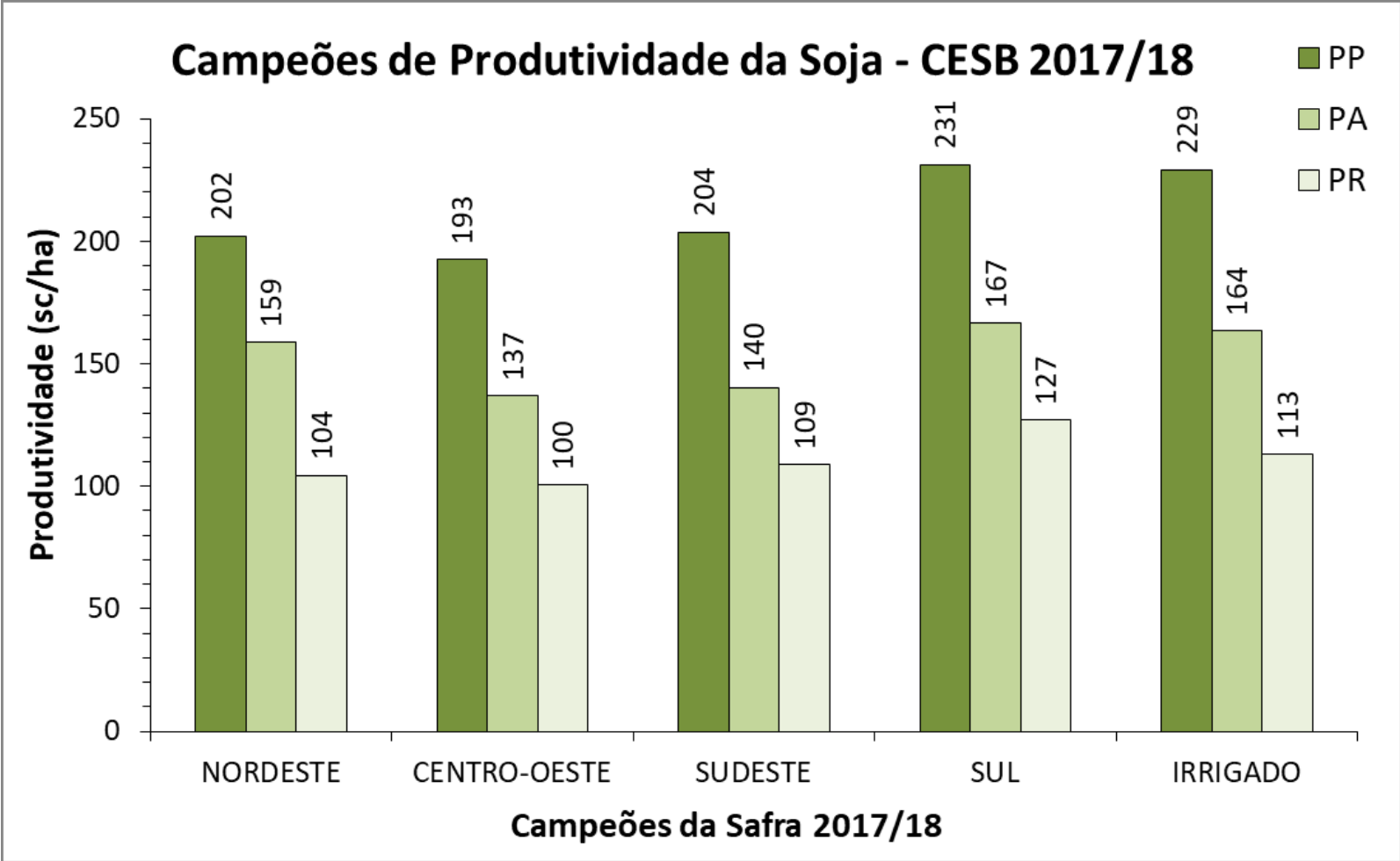
Perdas de produtividade da soja Déficit hídrico x Manejo Agrícola

Média das Safras
2014/15
2015/16
2016/17

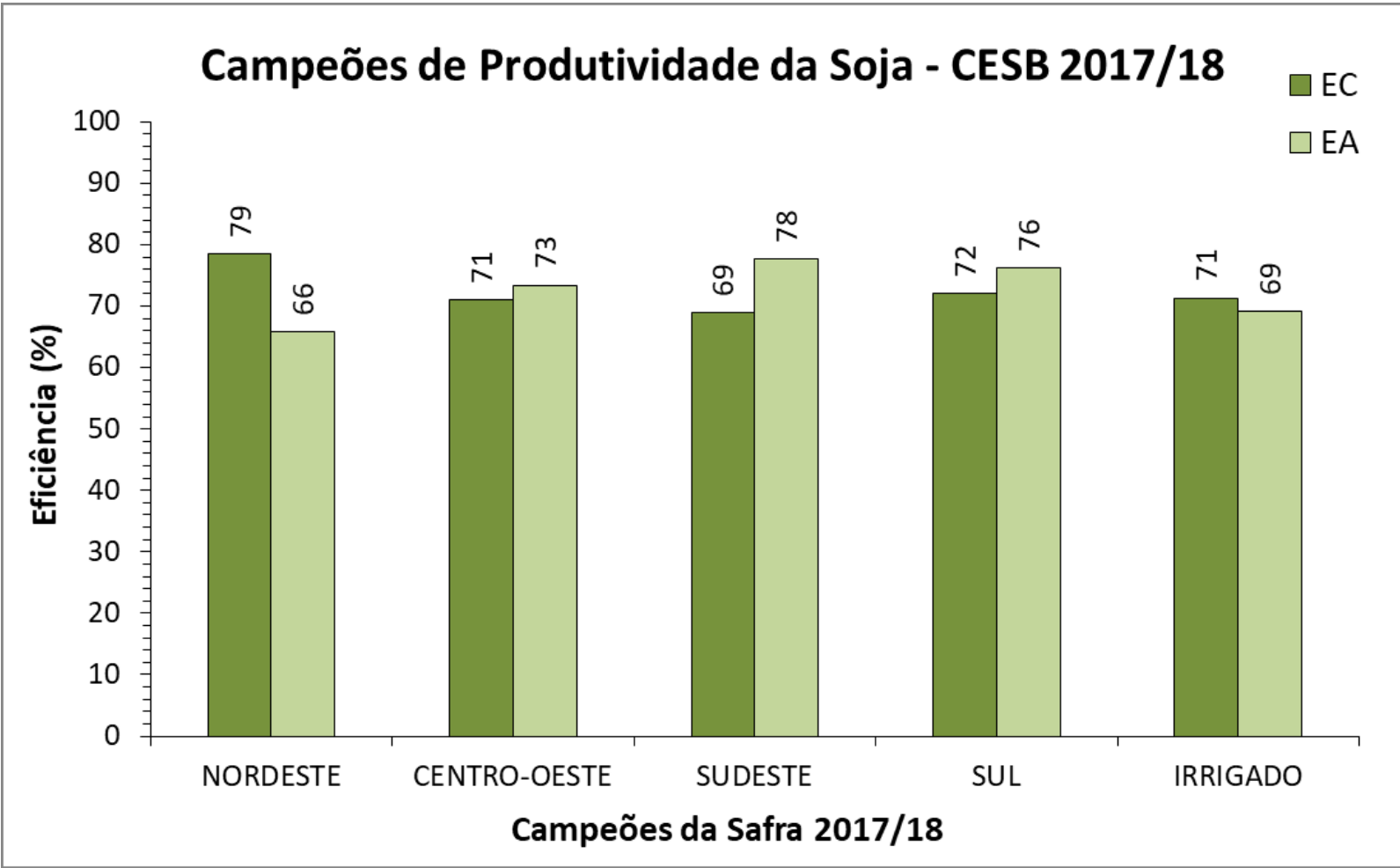


Reduzindo-se o
YG_{MA} em 30% (+27,6 scs)
YG_{DEF} em 20% (+8,8 scs)
resultaria numa PR média
nacional de **87,4 sc/ha**

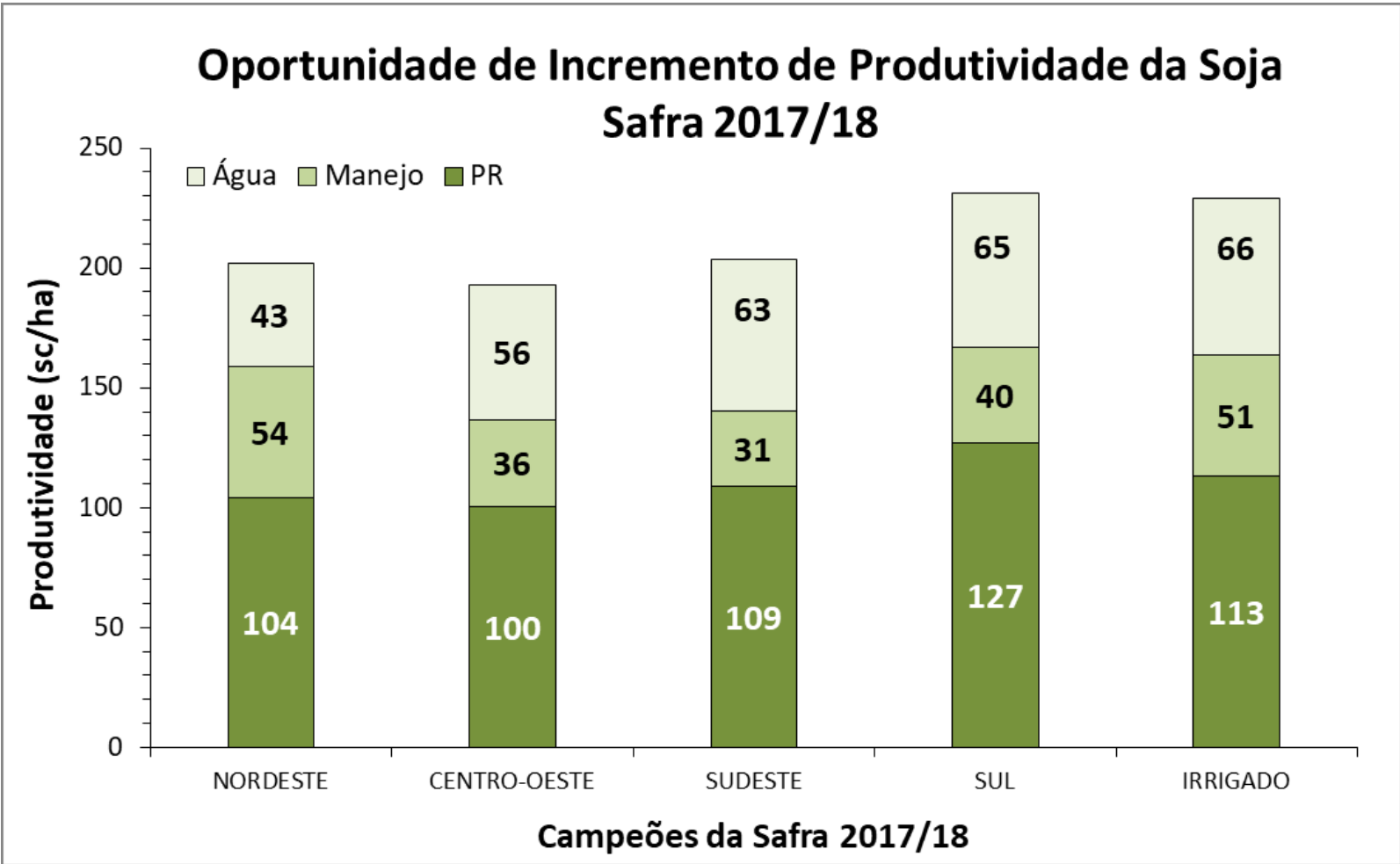
PP, PA e PR da Cultura da Soja



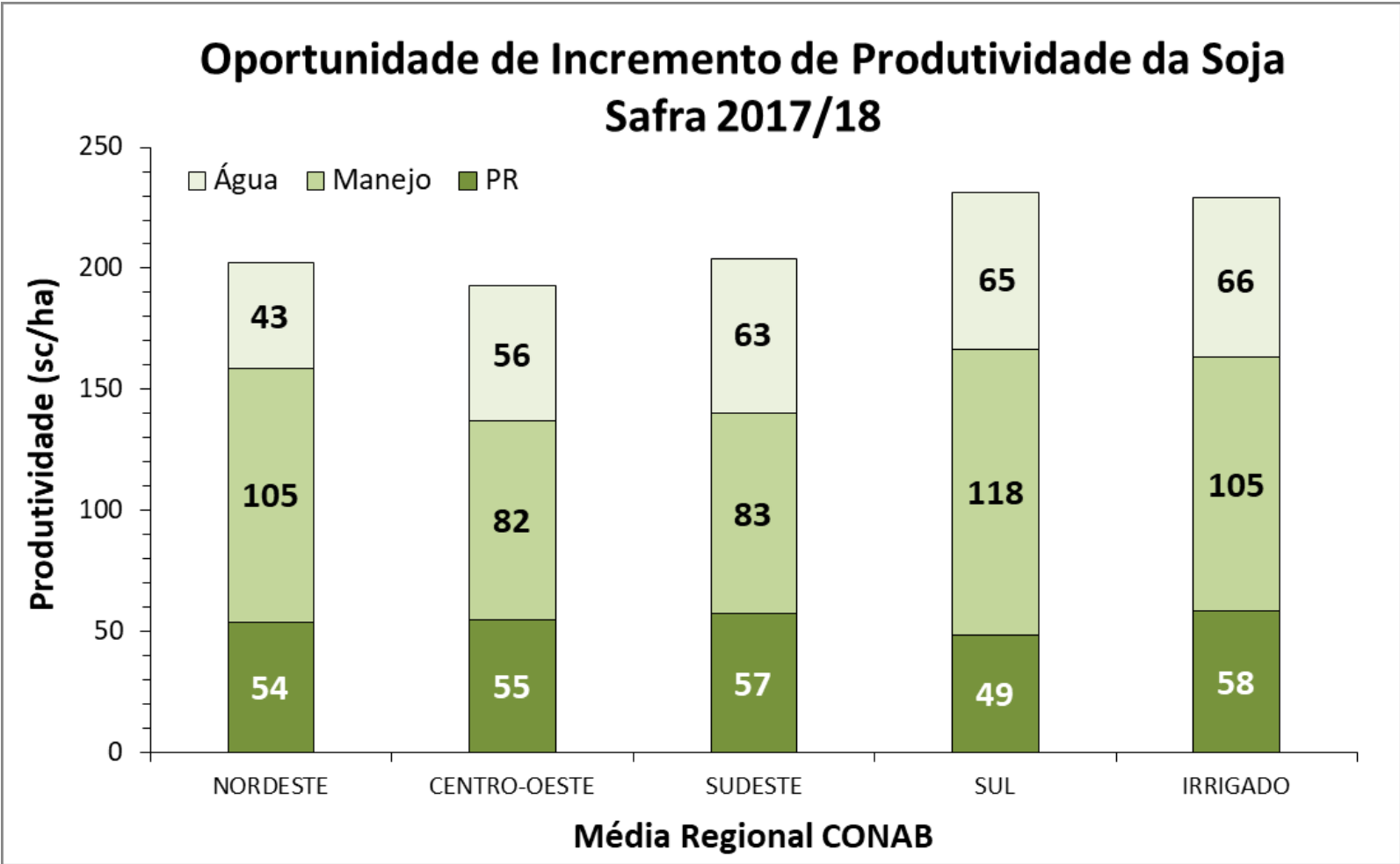
Eficiência Climática x Eficiência Agrícola



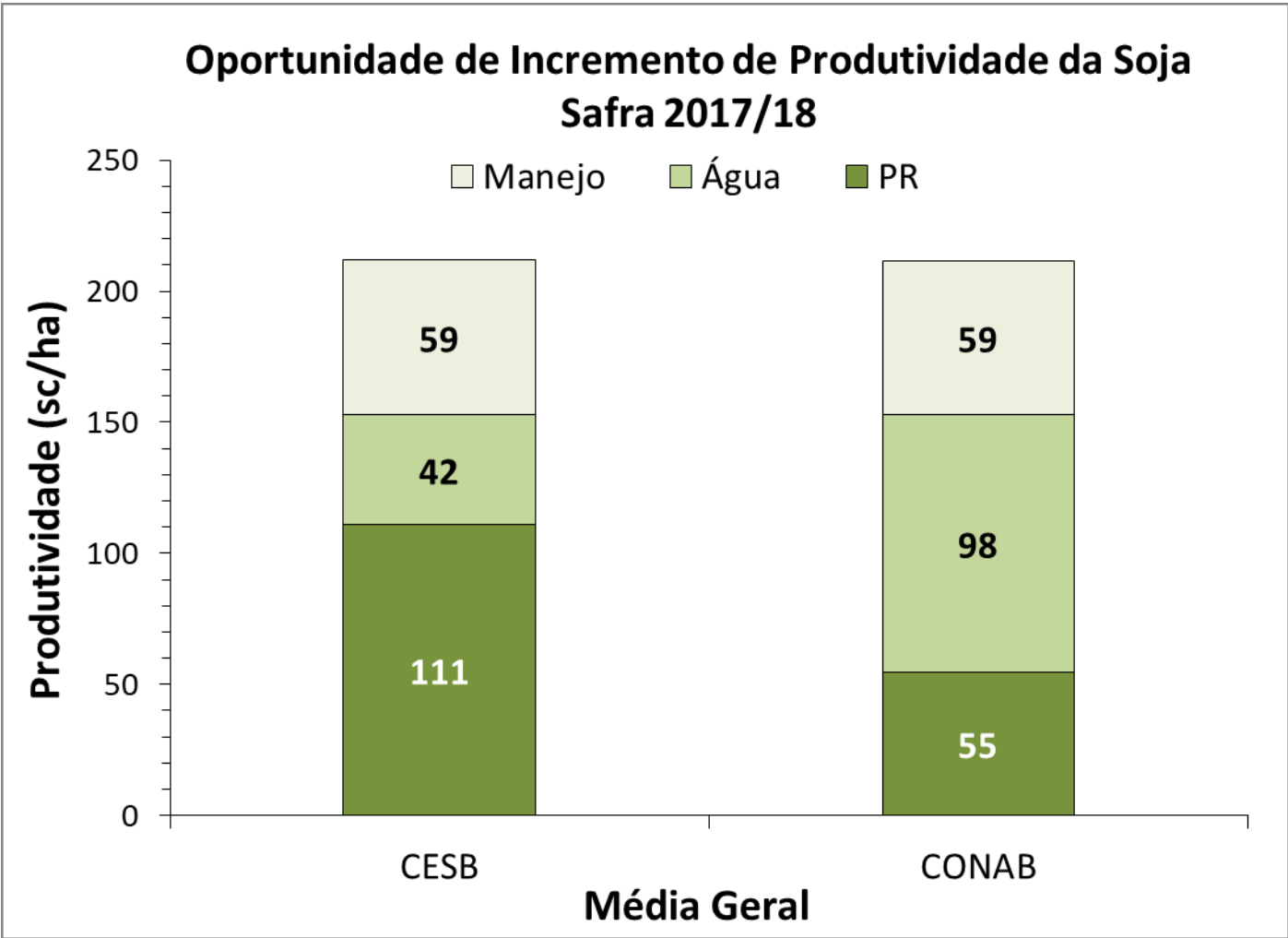
Ganhos de Produtividade



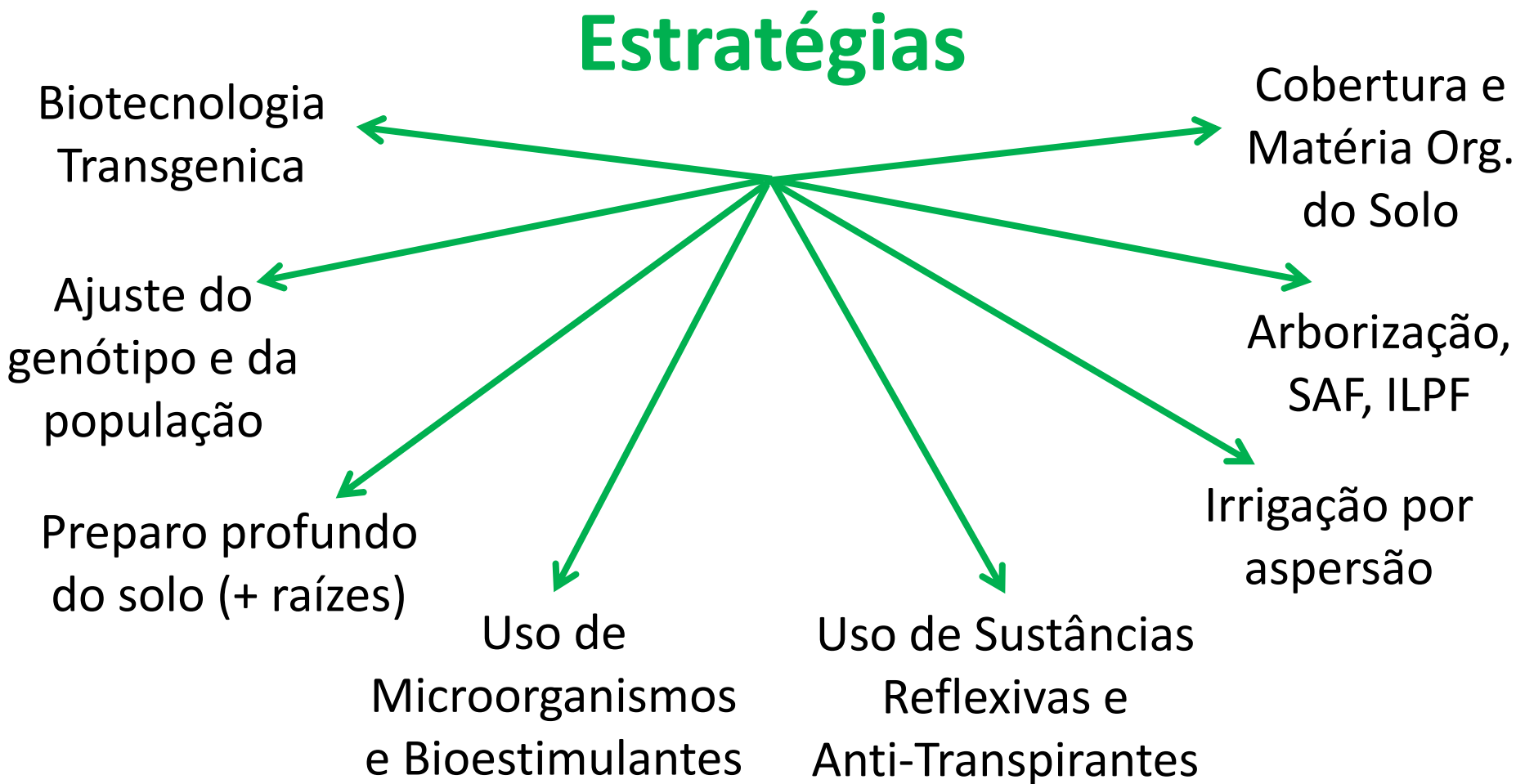
Ganhos de Produtividade

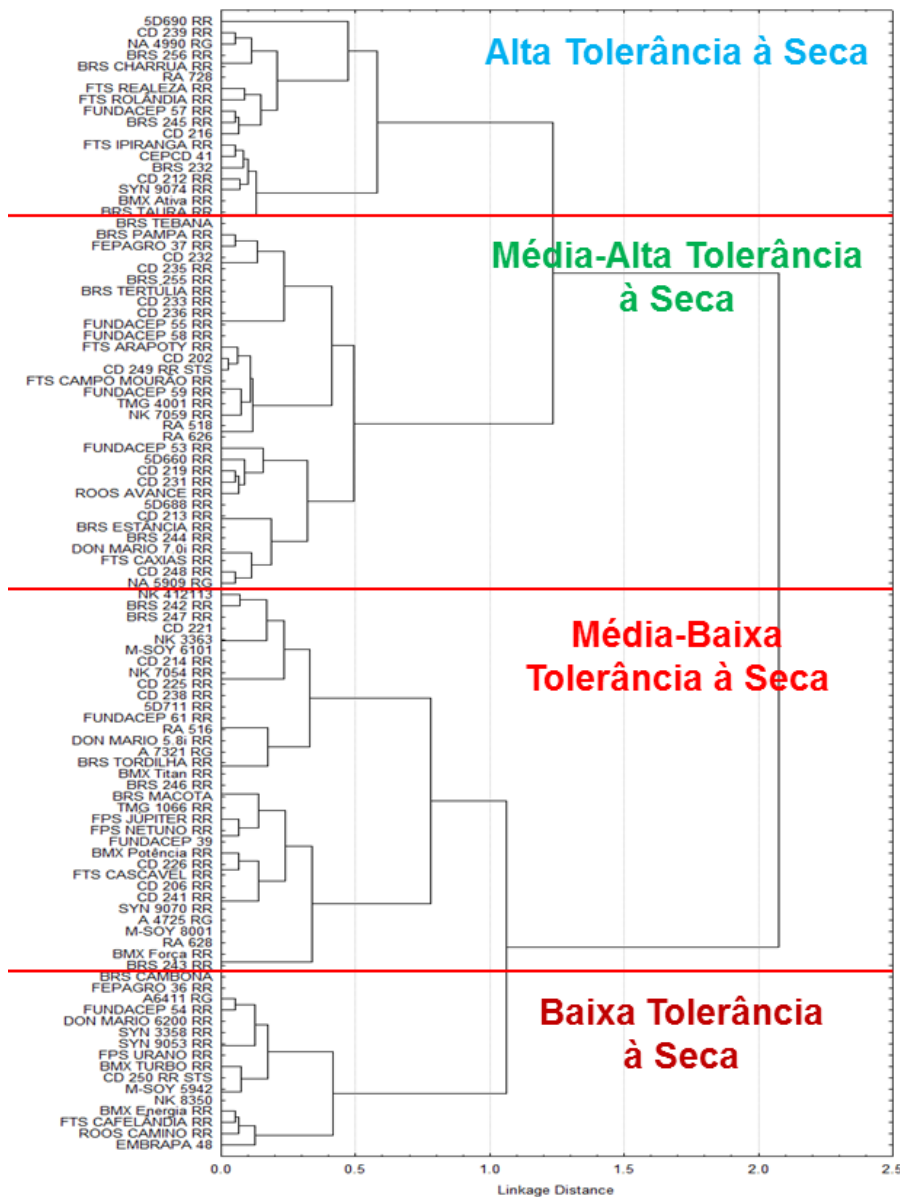


Ganhos de Produtividade

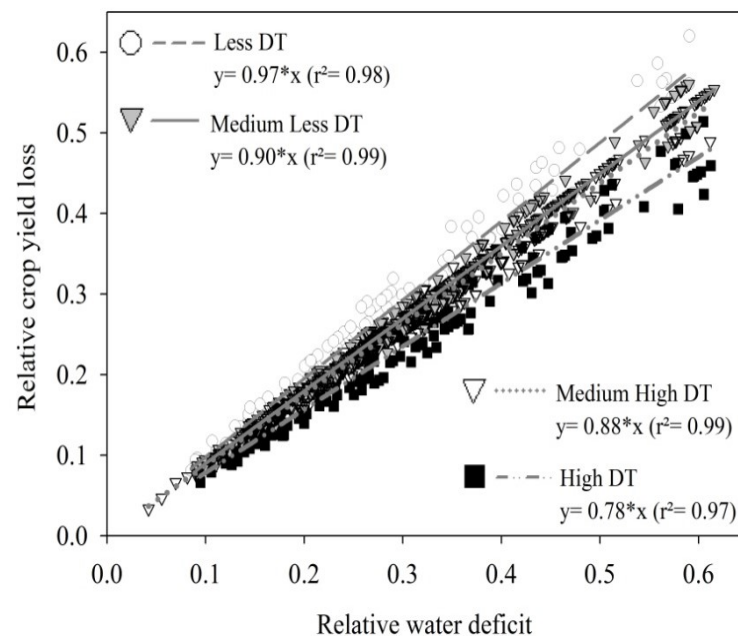


Estratégias para o gerenciamento dos estresses abióticos





Ajuste do Genótipo Tolerância à seca

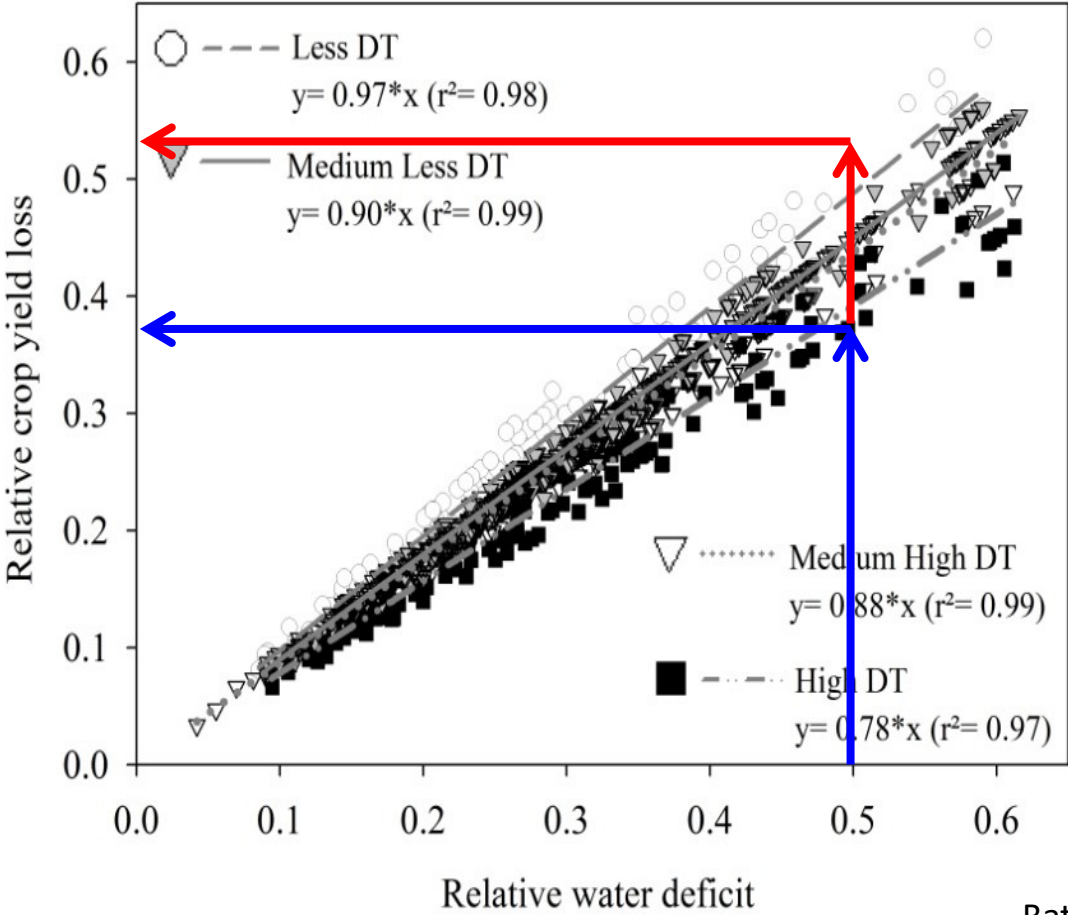


Battisti & Sentelhas (2015)

Seleção da cultivar

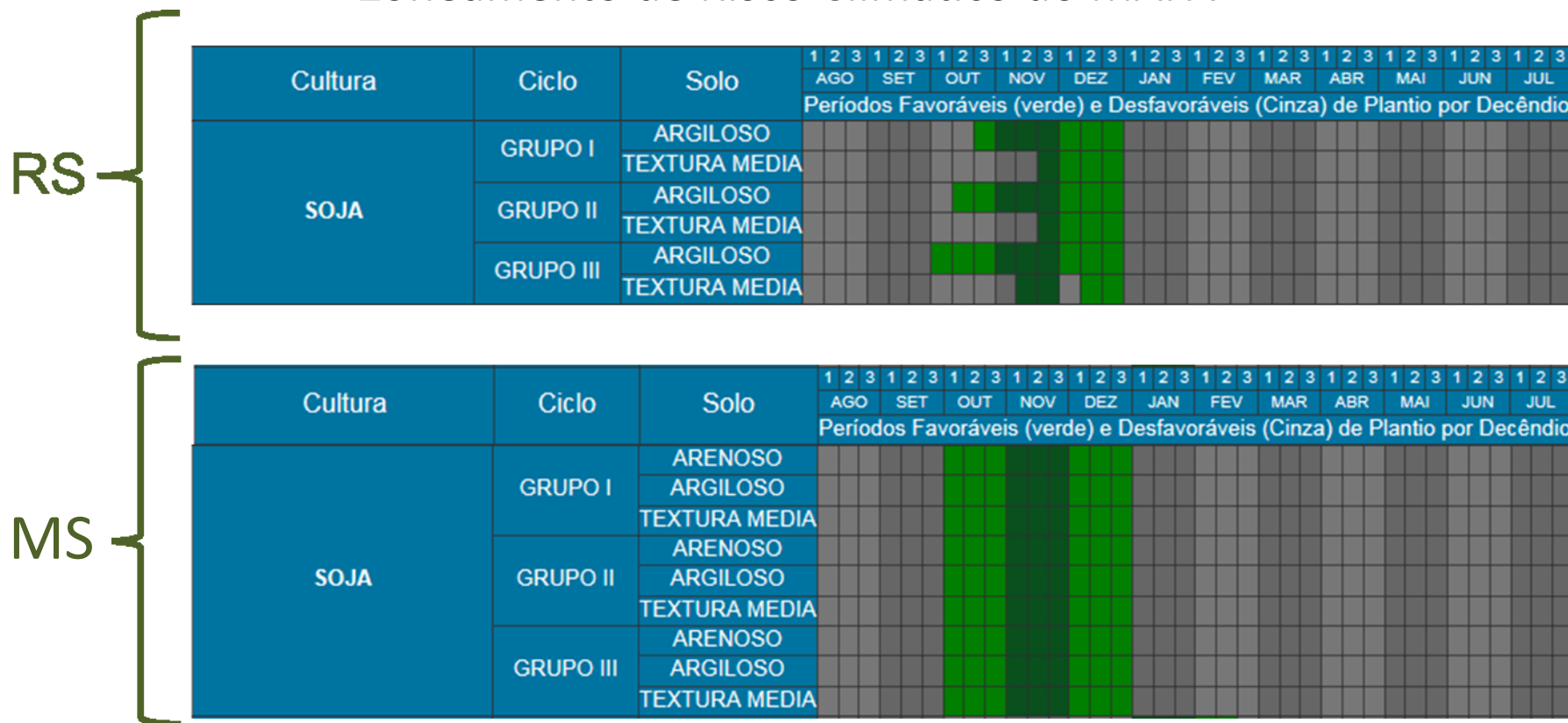
53% de quebra

38% de quebra



Battisti e Sentelhas (2015)

Ajuste da época de semadura Zoneamento de Risco Climático do MAPA



ZARC completa 22 anos e EMBRAPA estima que o País evitou perdas de produtividade da ordem de **R\$ 3,6 bilhões anuais**, graças à adoção do mesmo na concessão de crédito de custeio e de seguro aos produtores rurais.

Aprofundamento das raízes Manejo físico, químico e biológico do solo

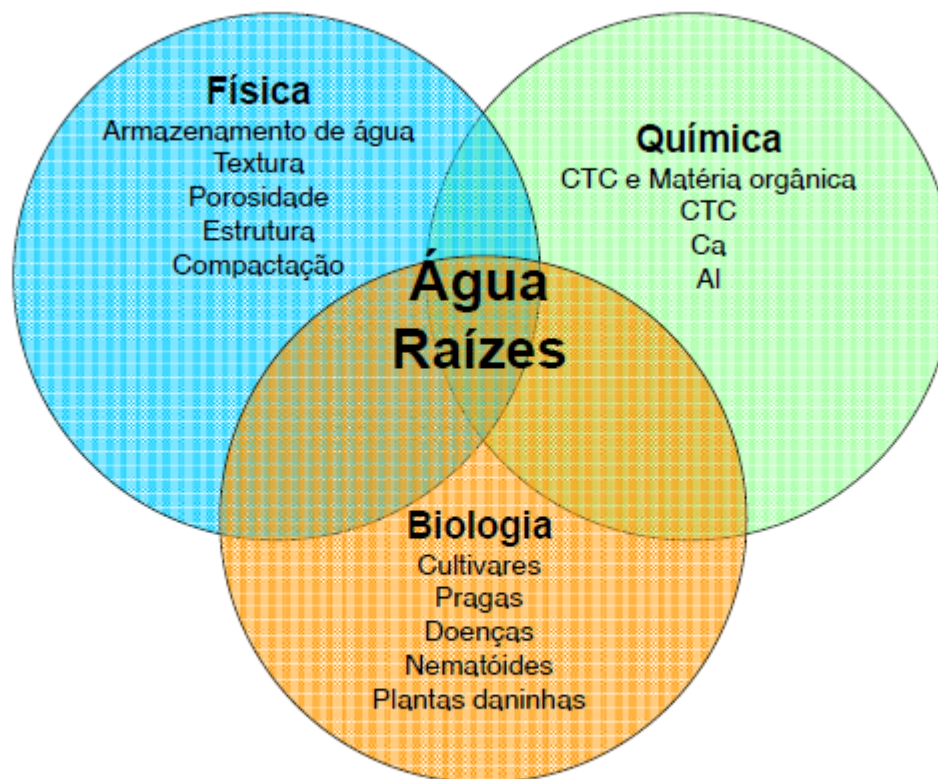


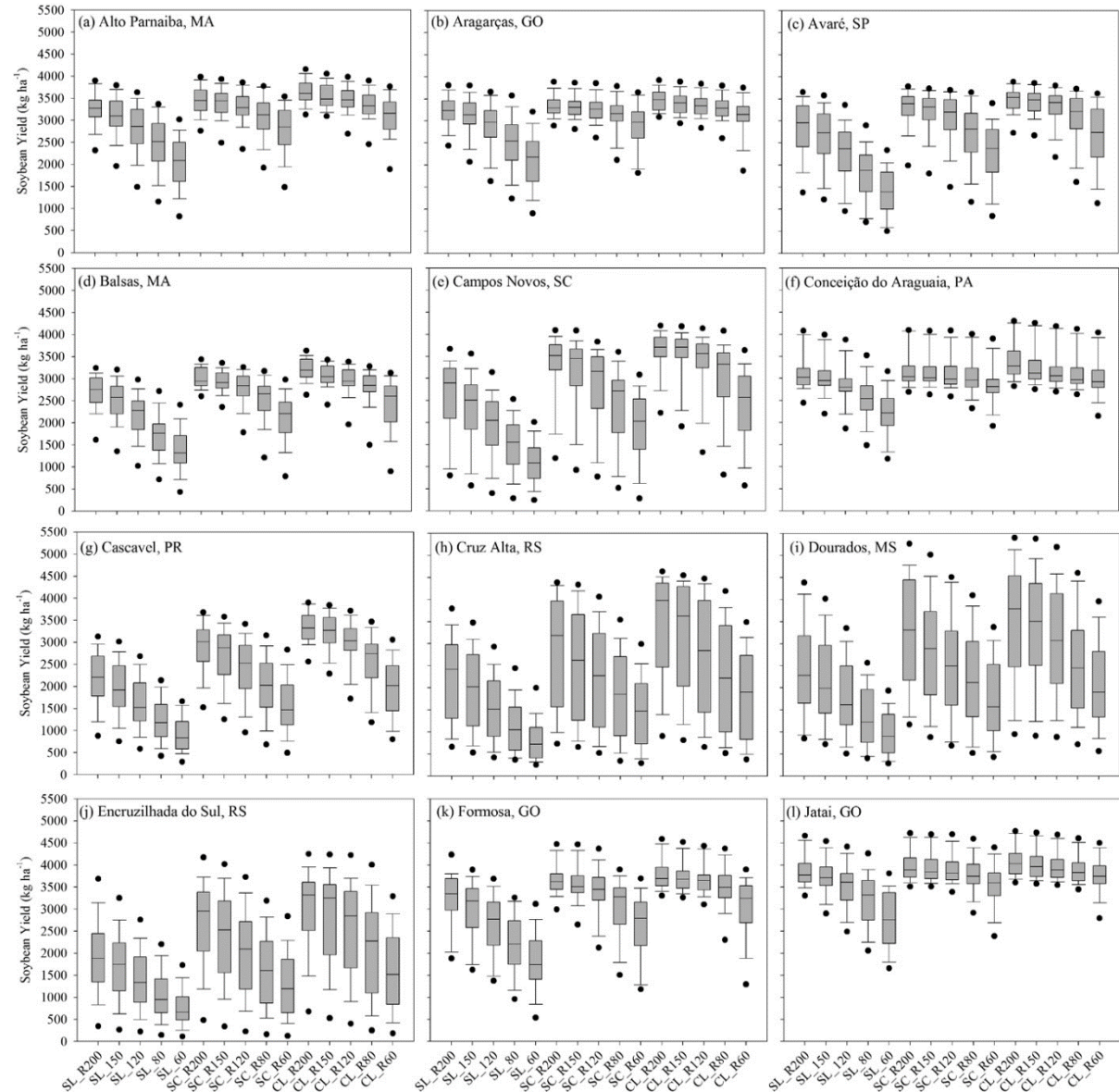
Figura 2. Inter-relação entre fatores químicos, físicos e biológicos com o desenvolvimento de raízes e o reservatório de água disponível para as plantas.

Franchini et al. (2009)

Estratégias para o gerenciamento do estresse abiótico para ganhos de produtividade em soja

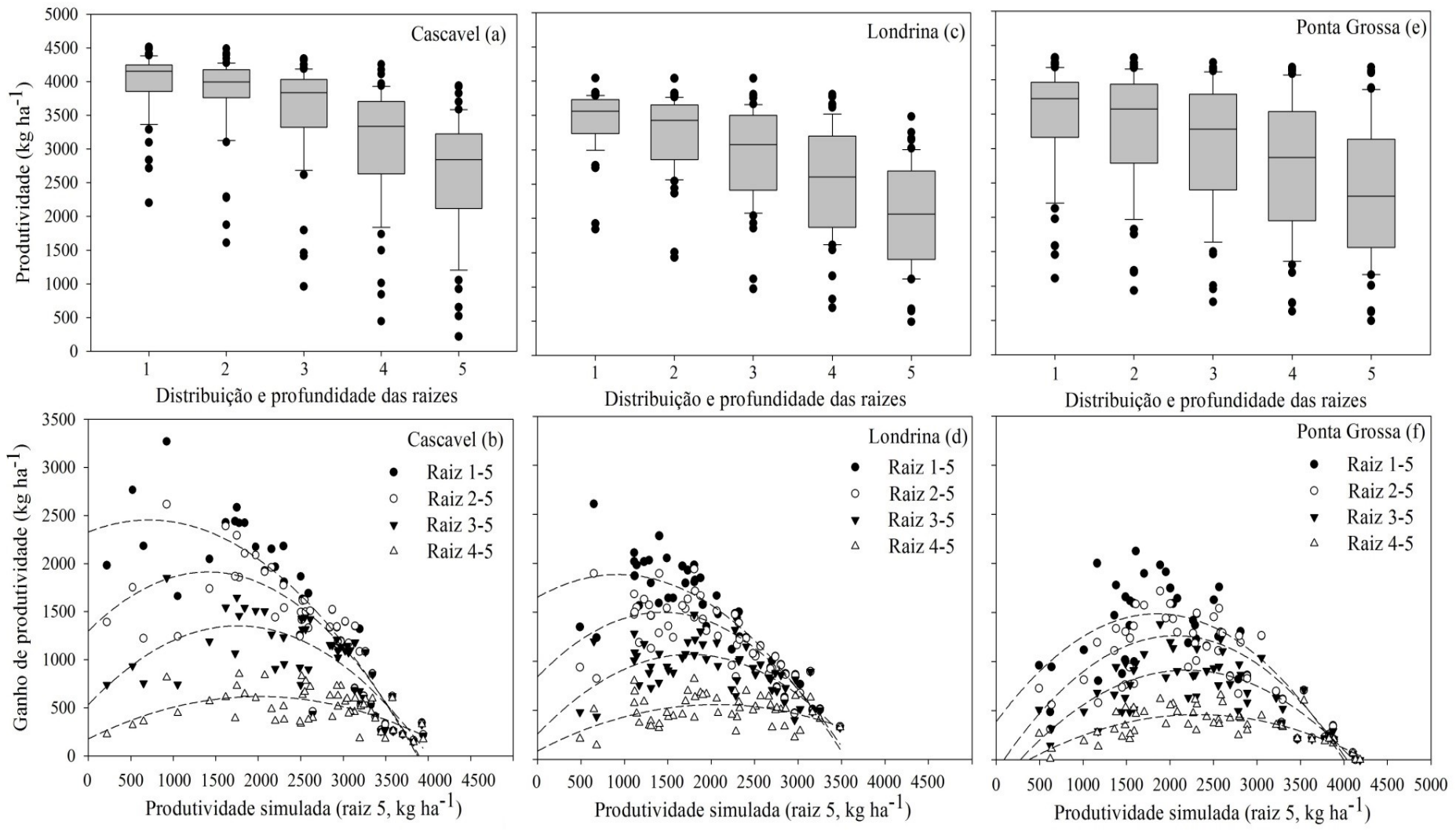
Perfil de Solo X Produtividade

Battisti e Sentelhas (2017)

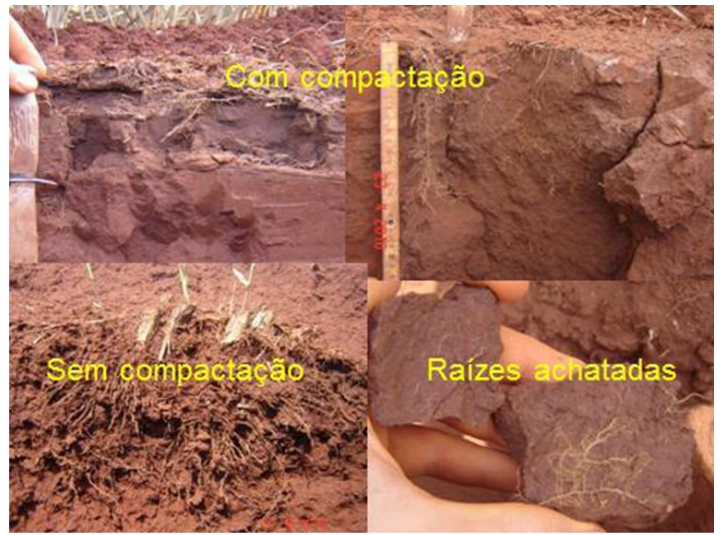


Perfil de Solo x Produtividade

Battisti, Sentelhas, Sako (2016)



Estratégias para o gerenciamento do estresse abiótico para ganhos de produtividade em soja



Fotos: Jairo Mazza

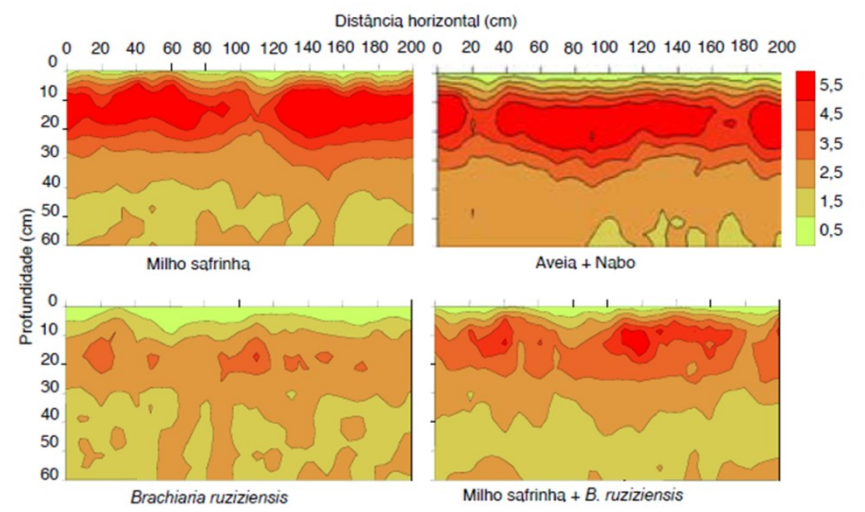
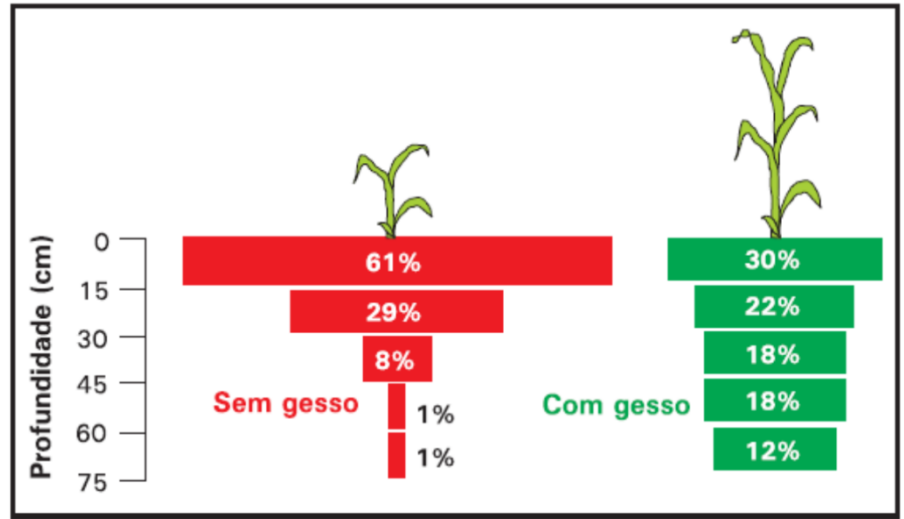


Figura 20. Perfis de resistência do solo à penetração (MPa) em função de diferentes culturas de outono-inverno na Unidade de Referência Tecnológica de Maringá. Embrapa Soja/Cocamar, 2008.

Franchini et al. (2009)



Fonte: Embrapa – CPAC (2005)



Uso de Microorganismos e Bioestimulantes

Melhoria da microbiota do solo favorece o desenvolvimento do sistema radicular por agir na disponibilização de nutrientes e repelência a nematoides

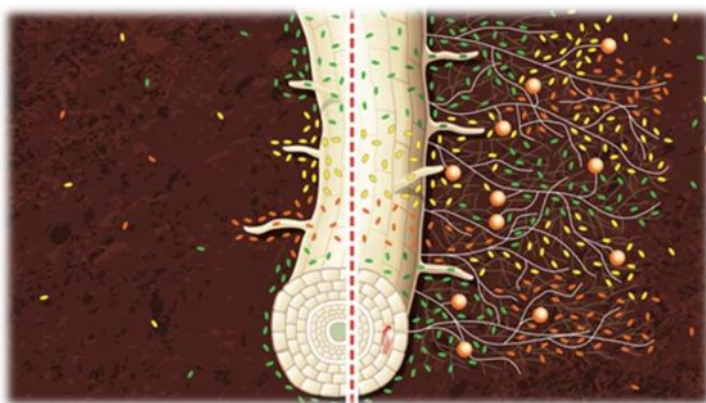


Foto cedida por F.D. Andreote

OS bioestimulantes ajustam e favorecem processos fisiológicos nas culturas, contribuindo para o crescimento e produtividade



Foto de Trevizan e Smiderle Jr. (2016)

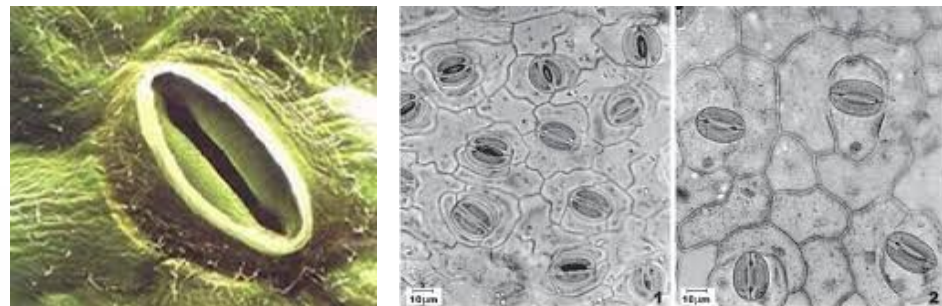
Tabela 4. Quadrados médios para tratamentos, valores de F, coeficientes de variação e médias de tratamentos para as variáveis vagens verdes, vagens secas, número total de vagens, grãos por vagem e produtividade de grãos em Selvíria (MS), 2006/2007

Tratamentos	unidade				Produtividade de grãos kg ha ⁻¹
	Vagens verdes	Vagens secas	Total de vagens	Grãos por vagem	
01. Testemunha	8,8	72,4	81,5	2,1	2.578
02. TS	8,9	97,2	106,3	1,9	4.331
03. V ₅	9,2	80,1	89,4	2,7	4.382
04. R ₁	11,9	114,9	127,0	1,8	4.500
05. R ₅	11,6	98,2	110,2	1,6	3.540
06. TS+V ₅	12,1	89,5	101,7	2,0	3.984
07. TS+R ₁	---	---	---	---	4.391
08. TS+R ₅	---	---	---	---	4.987
09. V ₅ +R ₁	---	---	---	---	3.510
10. V ₅ +R ₅	7,4	79,7	87,3	1,9	3.395
11. R ₁ +R ₅	10,0	83,2	93,4	2,4	4.479
12. TS+V ₅ +R ₁	13,2	90,8	104,7	2,1	3.201
13. TS+V ₅ +R ₅	9,7	98,9	108,9	2,1	4.428
14. TS+R ₁ +R ₅	9,0	93,4	102,6	1,8	4.345
15. TS+V ₅ +R ₁ +R ₅	13,1	99,3	112,6	1,7	3.957
Q.M.Trat.	2,5958	0,2568	12,3213	0,2568	866,781
F	0,95	2,54*	53,80**	2,54	1,63*
CV(%)	25,0	10,61	12,2	10,6	18,24

Aumento de 93% na Produtividade

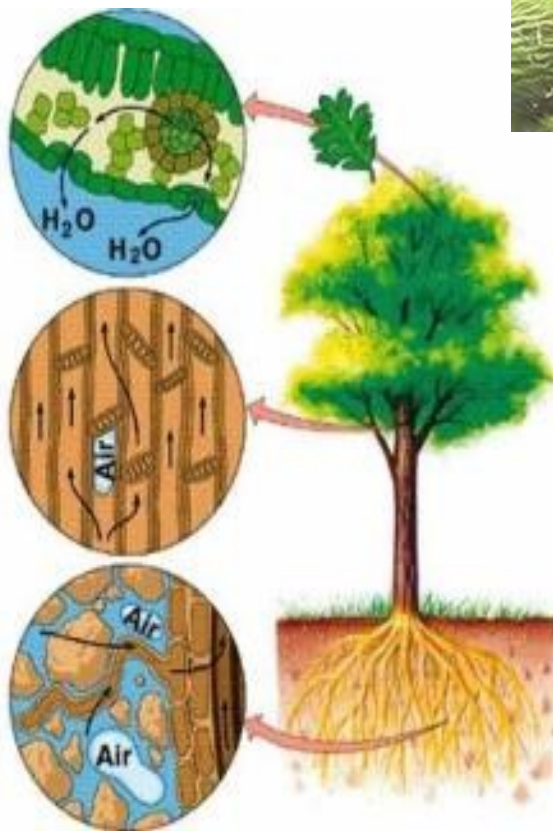
*,**significativo a 5% e 1 % de probabilidade pelo teste F respectivamente.

Uso de anti-transpirantes



Transpiração

evaporação de água para o ar
diminui o potencial
hídrico na folha



Coesão

coluna de água no xilema
é mantida por coesão das
moléculas de água nos
elementos dos vasos

Tensão

baixo potencial hídrico na raiz
provoca a entrada de água do
solo, que se desloca por osmose
até à medula

Fletcher & Nath (1984):

Triadimefon (fungicida) reduz a transpiração de 19 a 40% , resultando em aumento da produtividade.

Hadrami et al. (2010):

Amino polisacarídeo reduz a transpiração de 26 a 43%, sem afetar a produtividade

Irrigação

Culturas irrigadas apresentam condições microclimáticas diferenciadas dos cultivos de sequeiro, promovendo:

- a) Redução da temperatura das folhas/frutos
- b) Redução da temperatura do solo
- c) Plantas mais vigorosas e com mais folhas
- d) Plantas menos estressadas

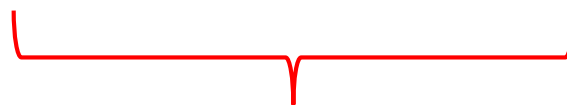


Irrigação – Viabilizou o cultivo de café no Cerrado da Bahia, onde as temperaturas são muito acima da tolerada pela cultura

Irrigação

Tabela 1 – Rendimento de grãos, número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso médio de grãos, massa seca da parte aérea, rendimento biológico aparente e índice de colheita da cultivar de soja “Coodetec 205”, em resposta a manejos de irrigação e populações de plantas, 2005. Santa Maria, RS.

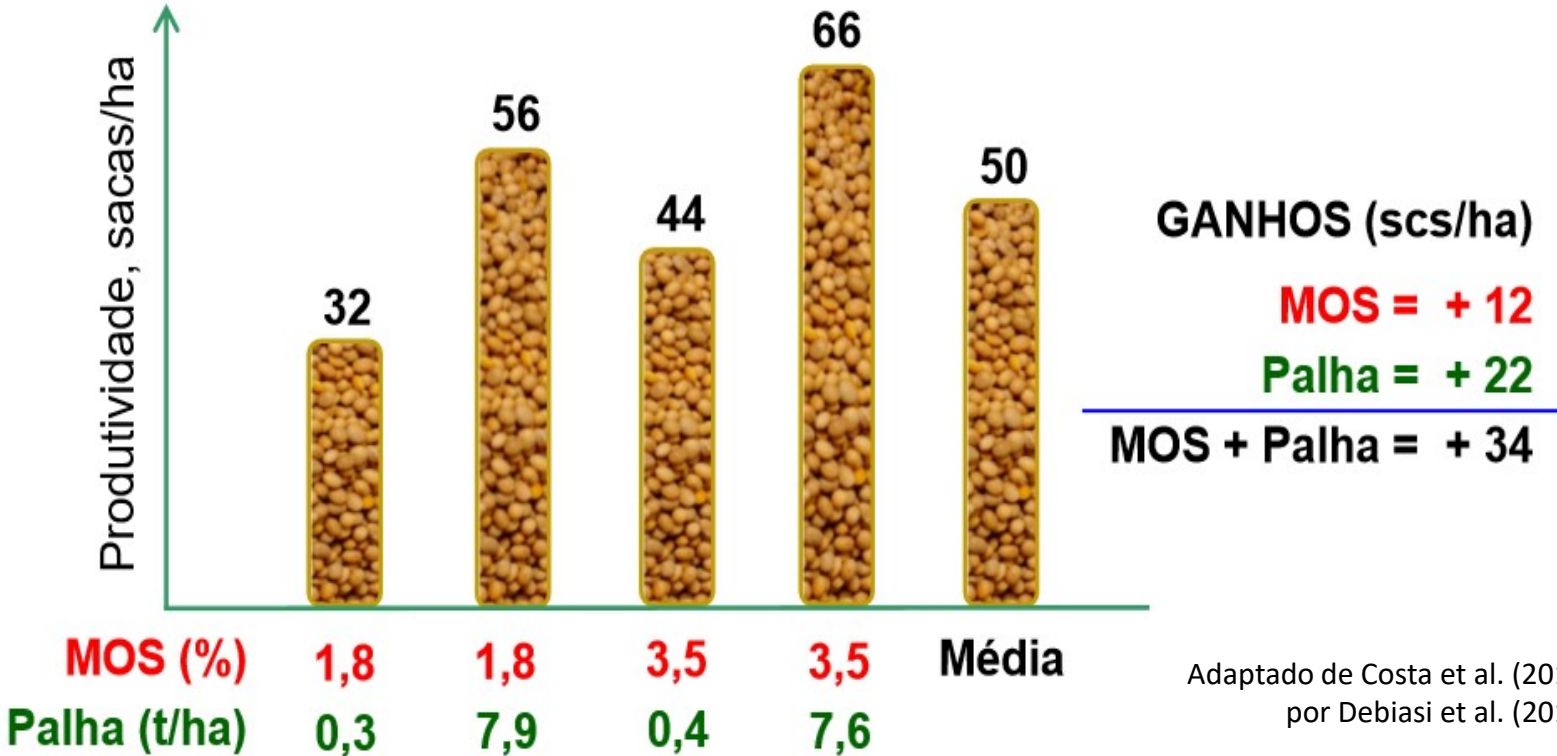
População de plantas (plantas ha ⁻¹)	-----Estratégias de manejo de irrigação-----			Média
	Não irrigado	Todo ciclo	Períodos críticos	
	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)*			
250.000	2.372 b B**	3.217 a A	2.869 a A	2.819
400.000	2.882 b A	3.397 a A	2.758 b A	3.013
Média	2.627	3.307	2.814	2.916



Aumento de 26%

Vivan et al. (2013)

Cobertura e Matéria Orgânica do Solo



Adaptado de Costa et al. (2014)
por Debiasi et al. (2015)

Considerações finais

Em função da variabilidade e das possíveis mudanças do clima, que já vem ocorrendo e que poderão persistir nas próximas décadas, há a necessidade da adoção de estratégias de adaptação ou manejo que permitam mitigar os impactos dos estresses abióticos nas culturas agrícolas, devendo-se considerar os seguintes aspectos:

- a) Manejo do ambiente – perfil de solo, irrigação, época de plantio
- b) Manejo do genótipo – ajuste da cultivar x pop. de plantas
- c) Manejo agrícola – qualidade do solo e proteção dos cultivos
- d) Manejo fisiológico – uso de bioestimulantes e protetores

Obrigado pela Atenção



Prof. Dr. Paulo C. Sentelhas

Setor de Agrometeorologia

Dept. de Engenharia de Biosistemas – ESALQ/USP

E-mail: pcsentel.esalq@usp.br / Skype: paulo_sentelhas

Tel: +55 (19) 3429-4283 ramal 225

