



# NUTRIEXPERTS

COMPARTILHANDO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA



## ECOFISIOLOGIA APLICADA À PRODUÇÃO DE SOJA

**Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara**

Professor Associado – ESALQ / USP



PRODUQUÍMICA. Uma empresa do Grupo Compass Minerals.

## LINHAS DE TRABALHO NA CULTURA DA SOJA

C  
O  
M  
P  
L  
E  
X  
I  
D  
A  
D  
E

### Ambientes de Produção de Soja (ECOSOJA)

Manejo nutricional de soja em sistemas de produção

Manejo fisiológico para alta produtividade

Fenologia e nutrição vegetal

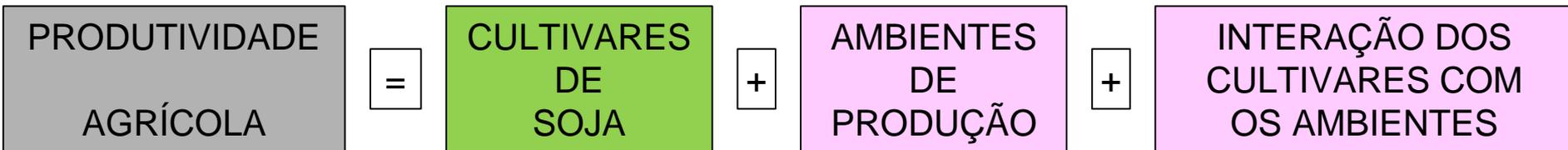
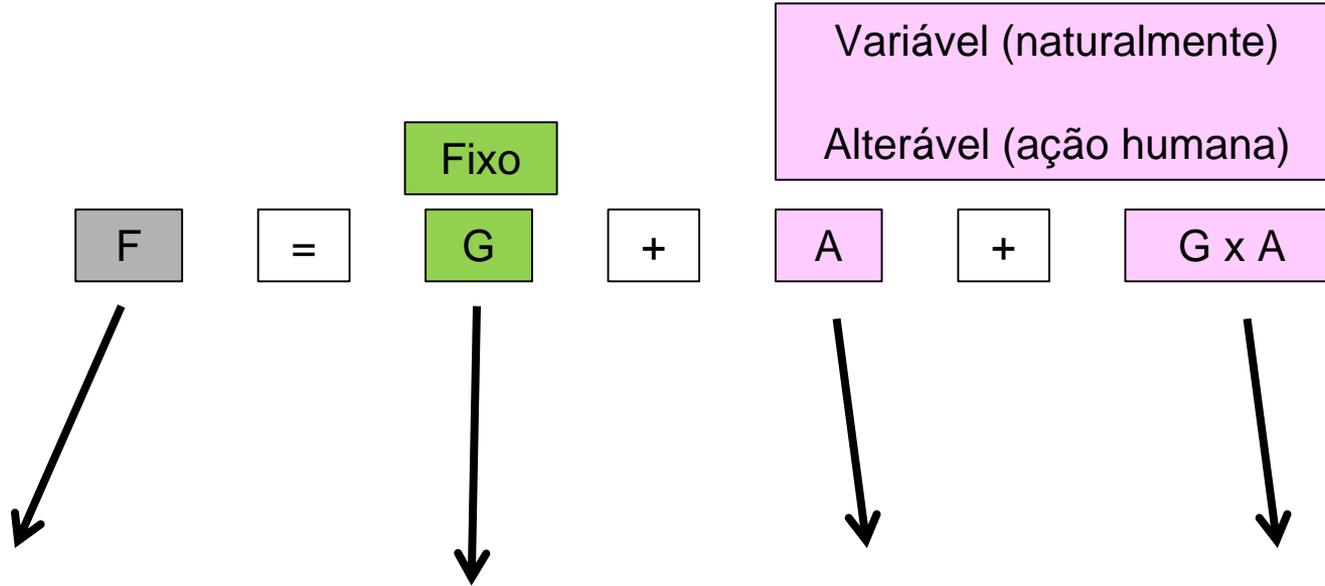
Tecnologia de inoculação e FBN

Arranjos espaciais e produtividade

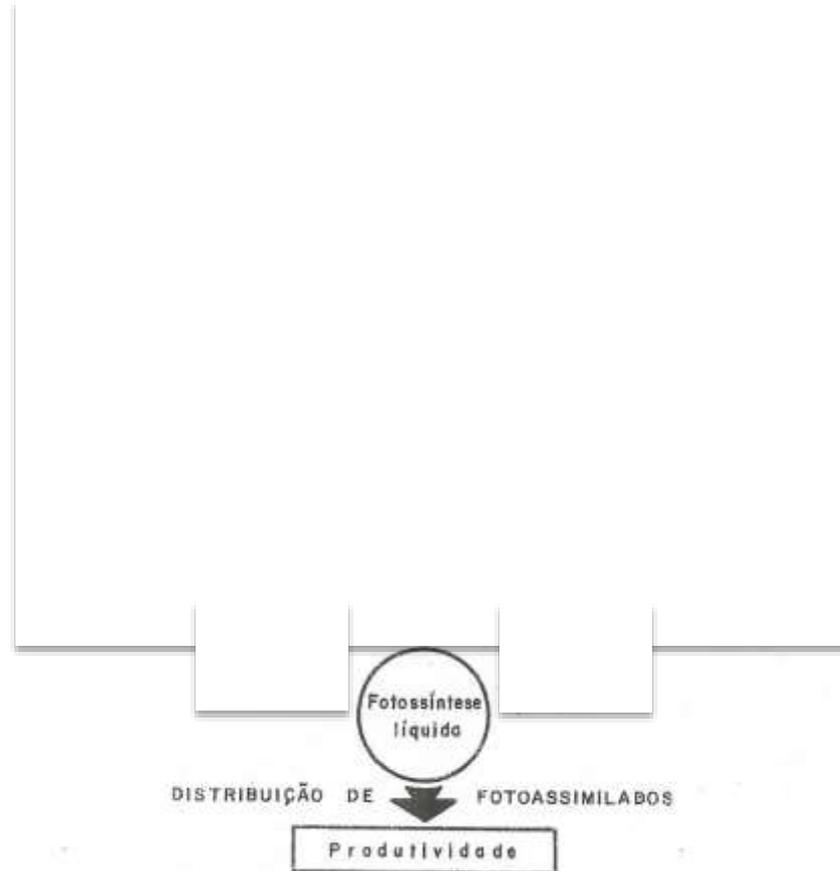
Avaliação de cultivares através de ensaios de VCU

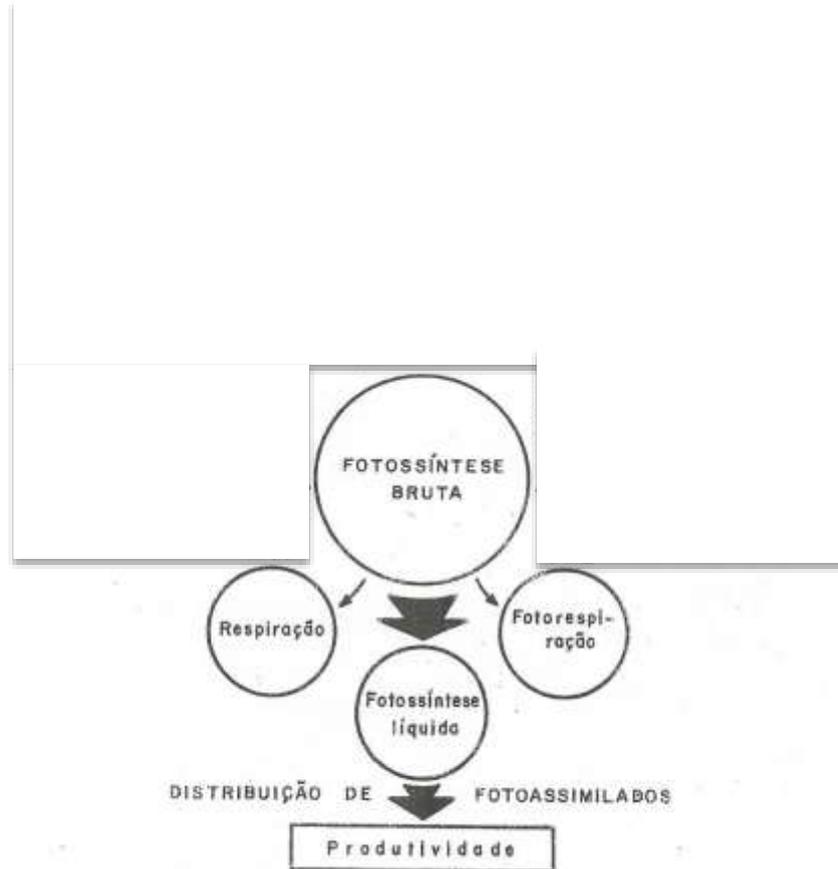
$$F = G + A + (G \times A)$$

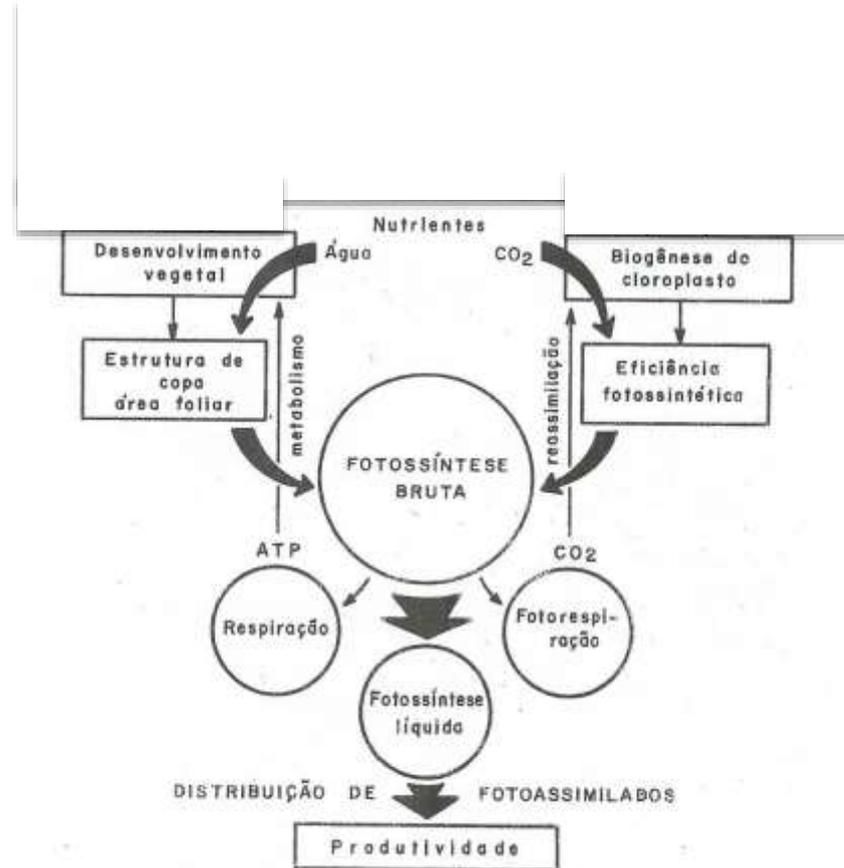


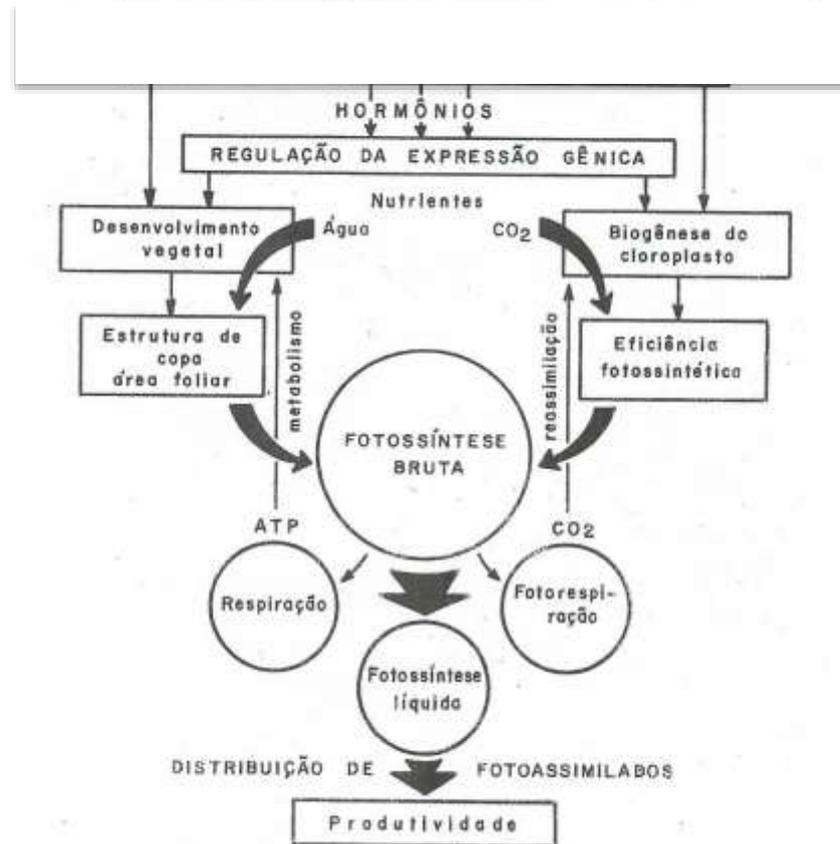




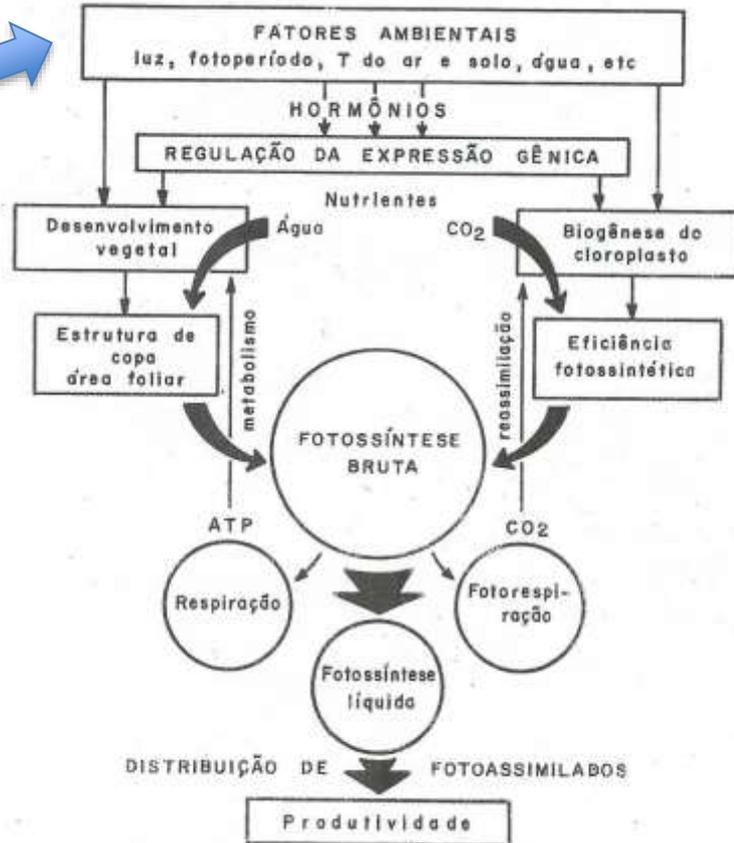
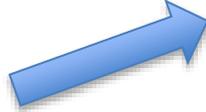








Fatores externos  
flutuantes

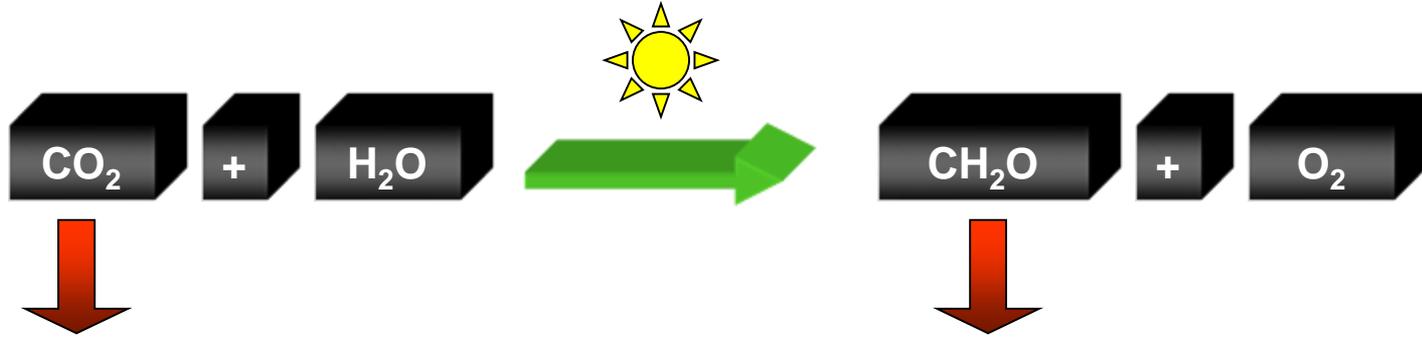


**ECOFISIOLOGIA:** É a parte da Ecologia Vegetal que estuda a fisiologia da planta à medida que esta é afetada pelos fatores externos flutuantes. Procura explicar os mecanismos básicos e as interações no interior do sistema “planta x ambiente”, que resultam na capacidade de adaptação da planta a esses fatores (**Larcher, 2006**).



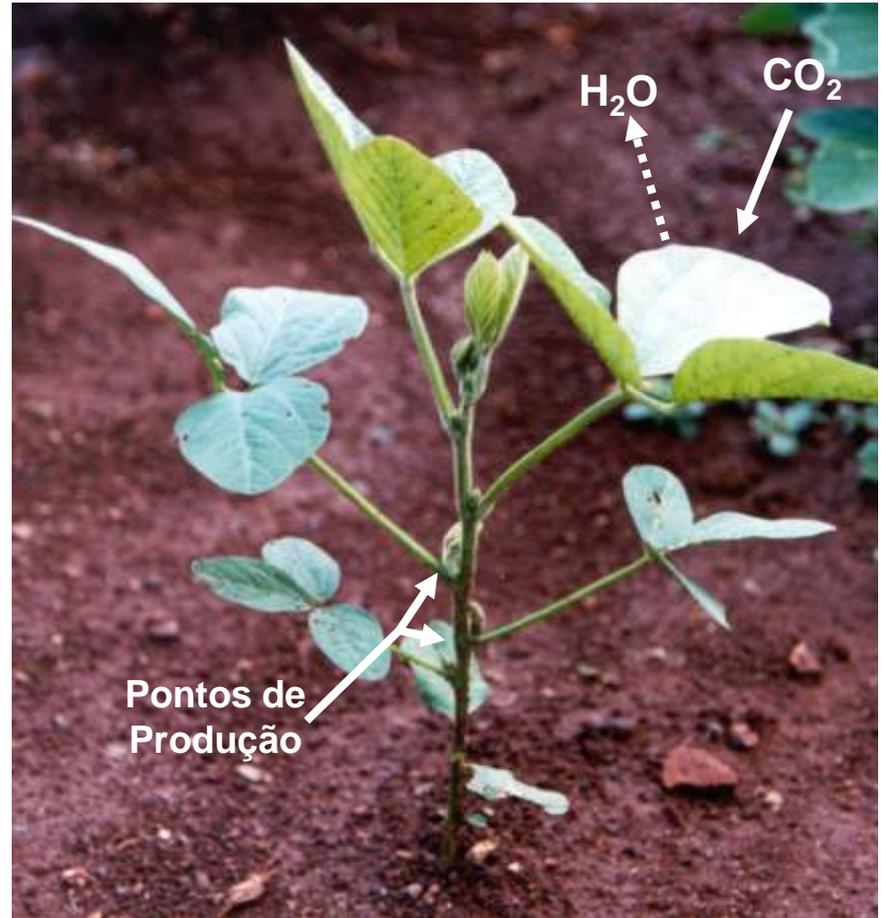
**IMPORTÂNCIA DA ECOFISIOLOGIA DA PRODUÇÃO:** Refere-se à aplicação dos conhecimentos da Ecofisiologia Vegetal às **espécies cultivadas**, de maneira a compreender melhor as interações existentes no trinômio “**planta x ambiente x manejo**”, visando auxiliar a maximização racional da produtividade agrícola.

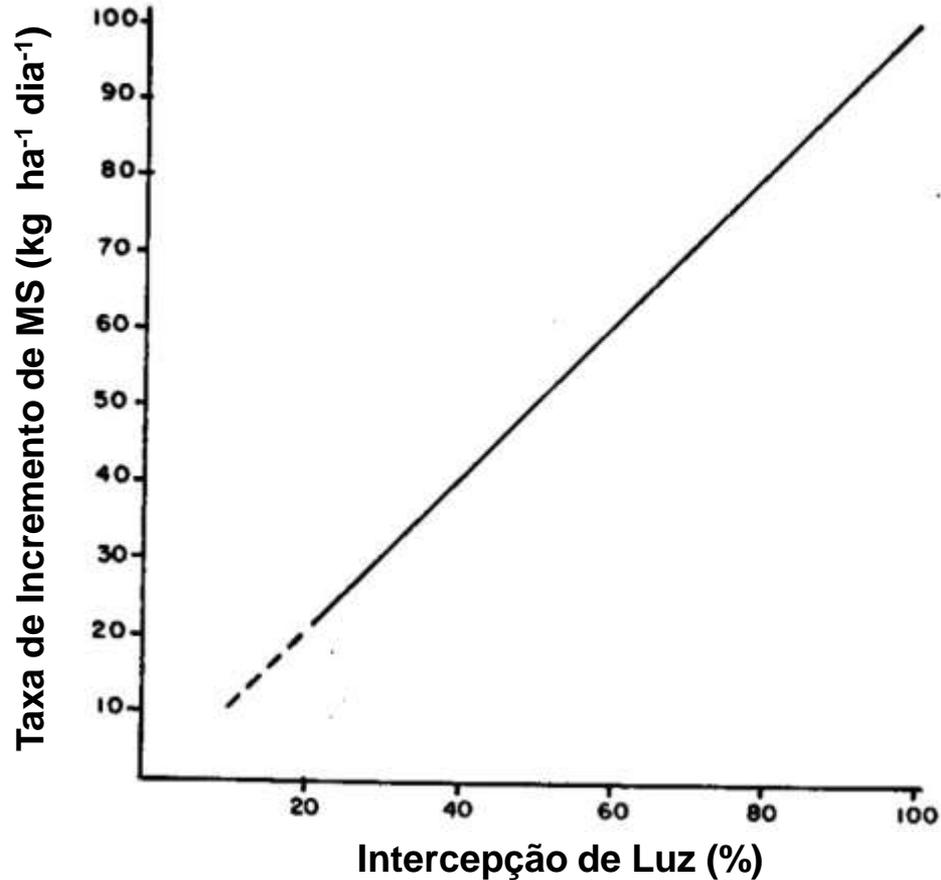


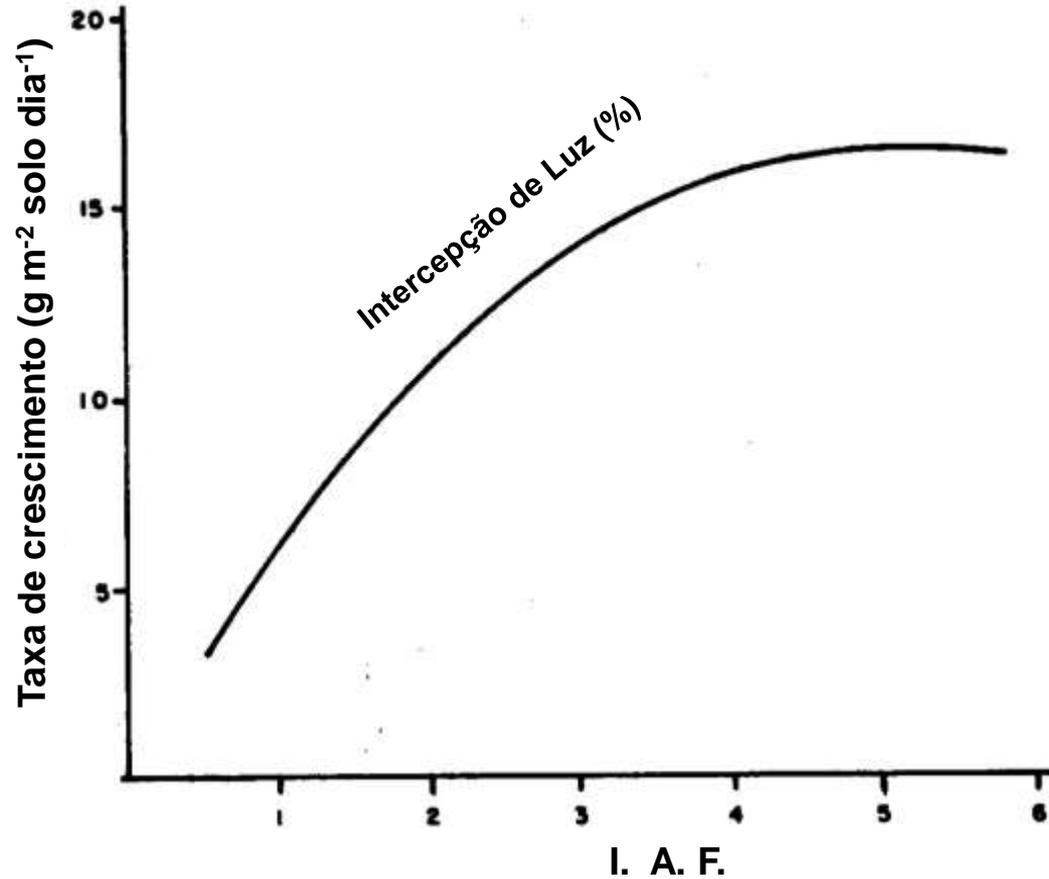


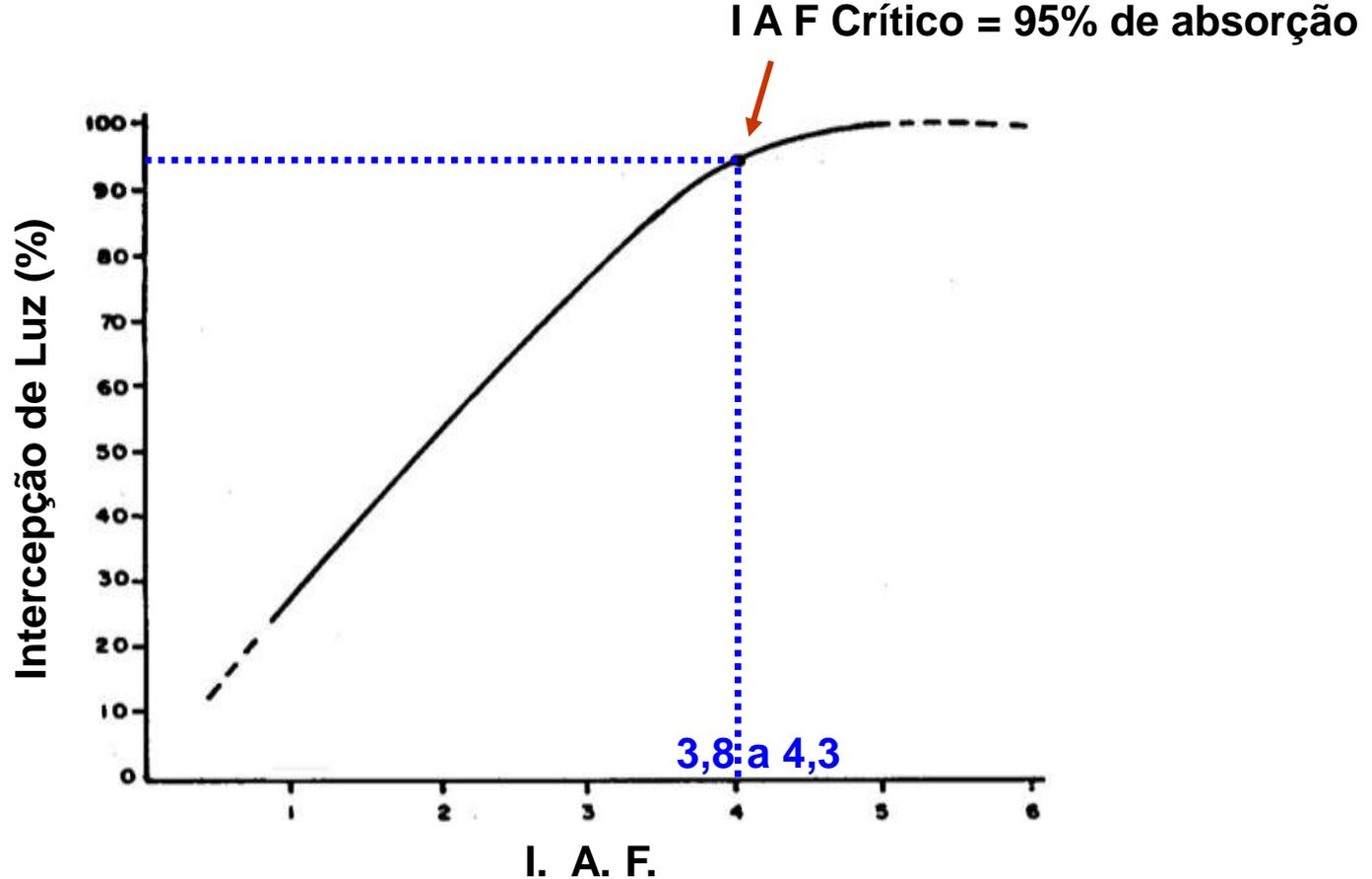
- ALONGAMENTO DA HASTE PRINCIPAL
- ALONGAMENTO DAS RAMIFICAÇÕES
- EXPANSÃO FOLIAR
- PEGAMENTO DE FLORES E DE VAGENS
- NODULAÇÃO E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO
- PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

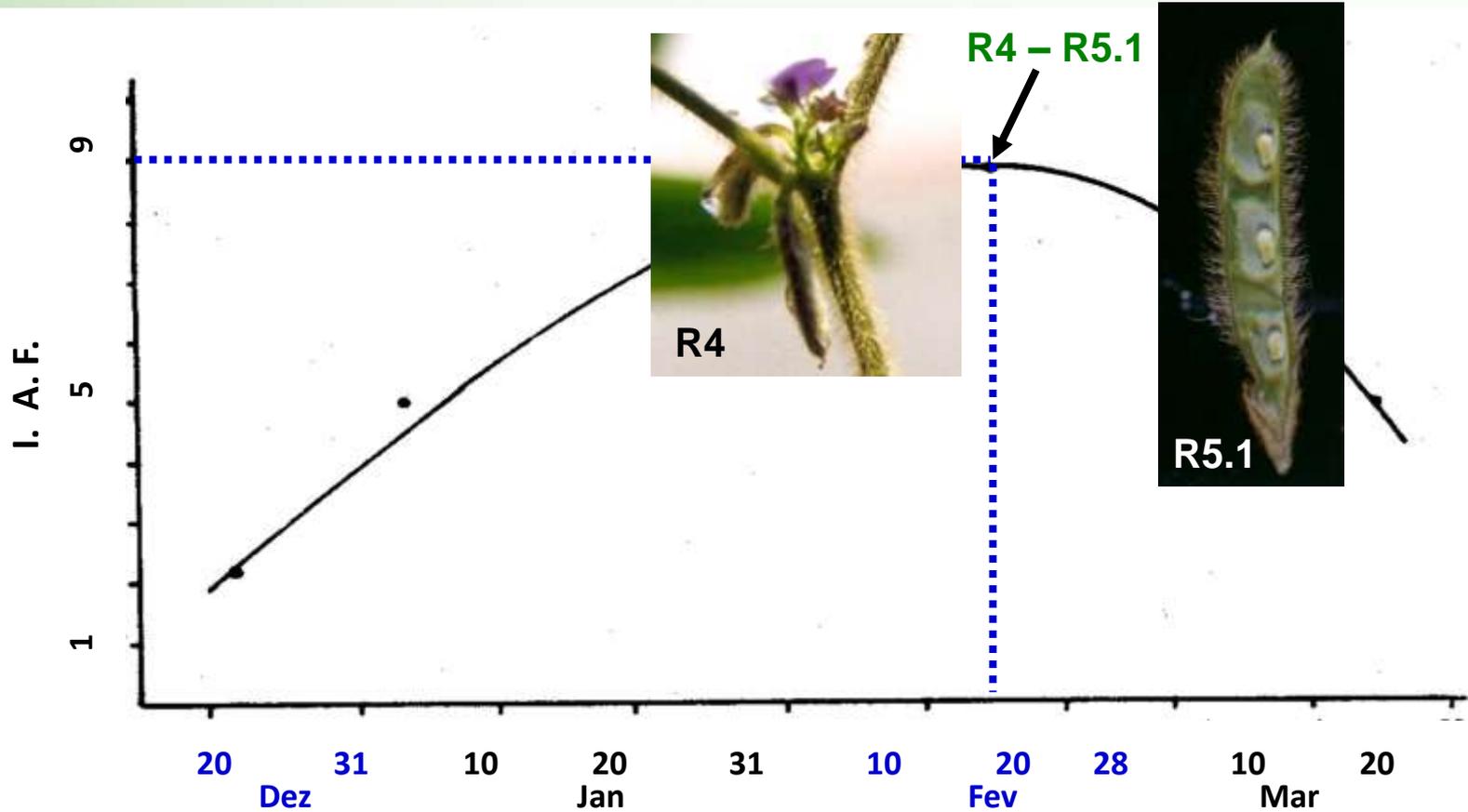
FOTORRESPIRAÇÃO ALTA = f (genótipo; temperatura)

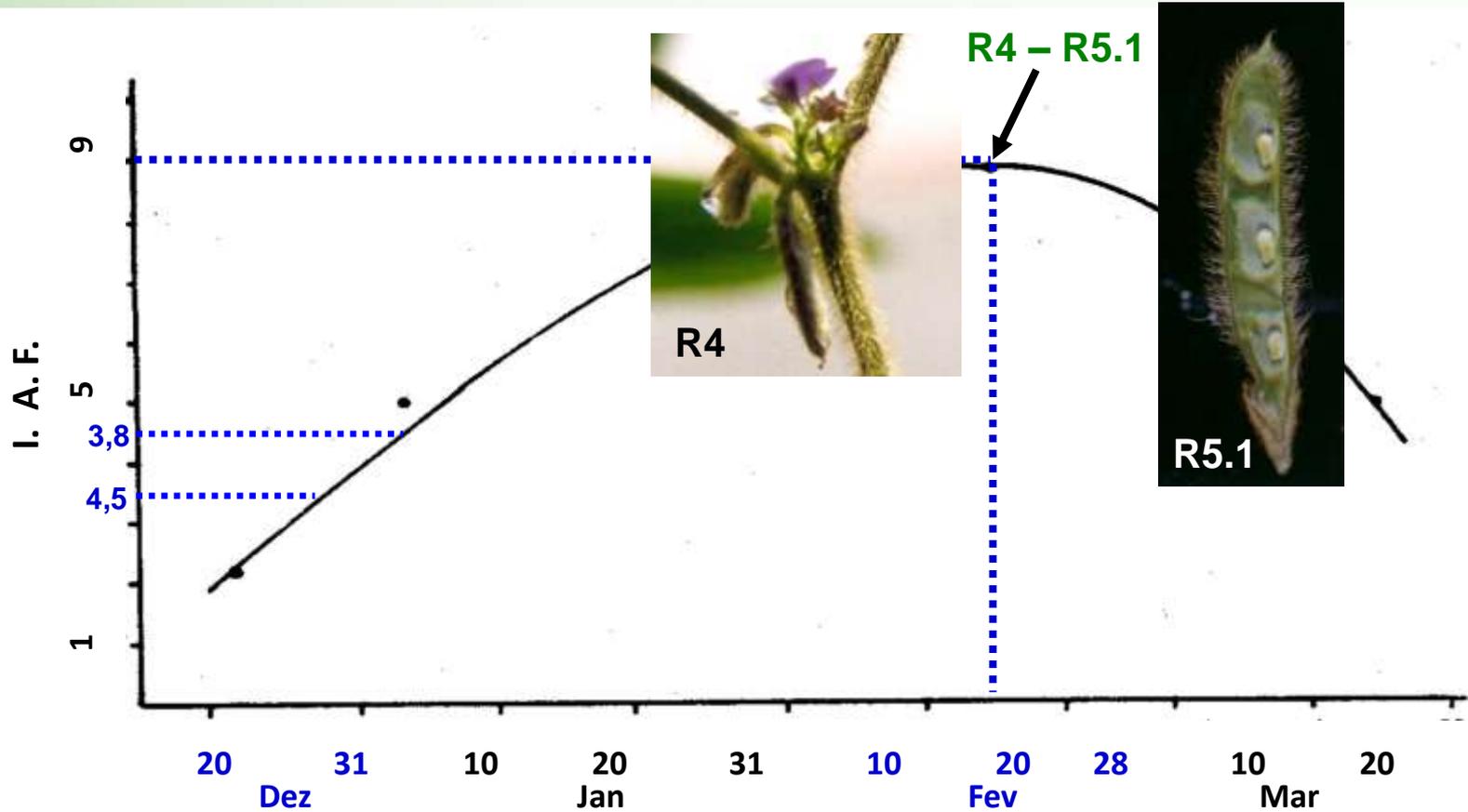


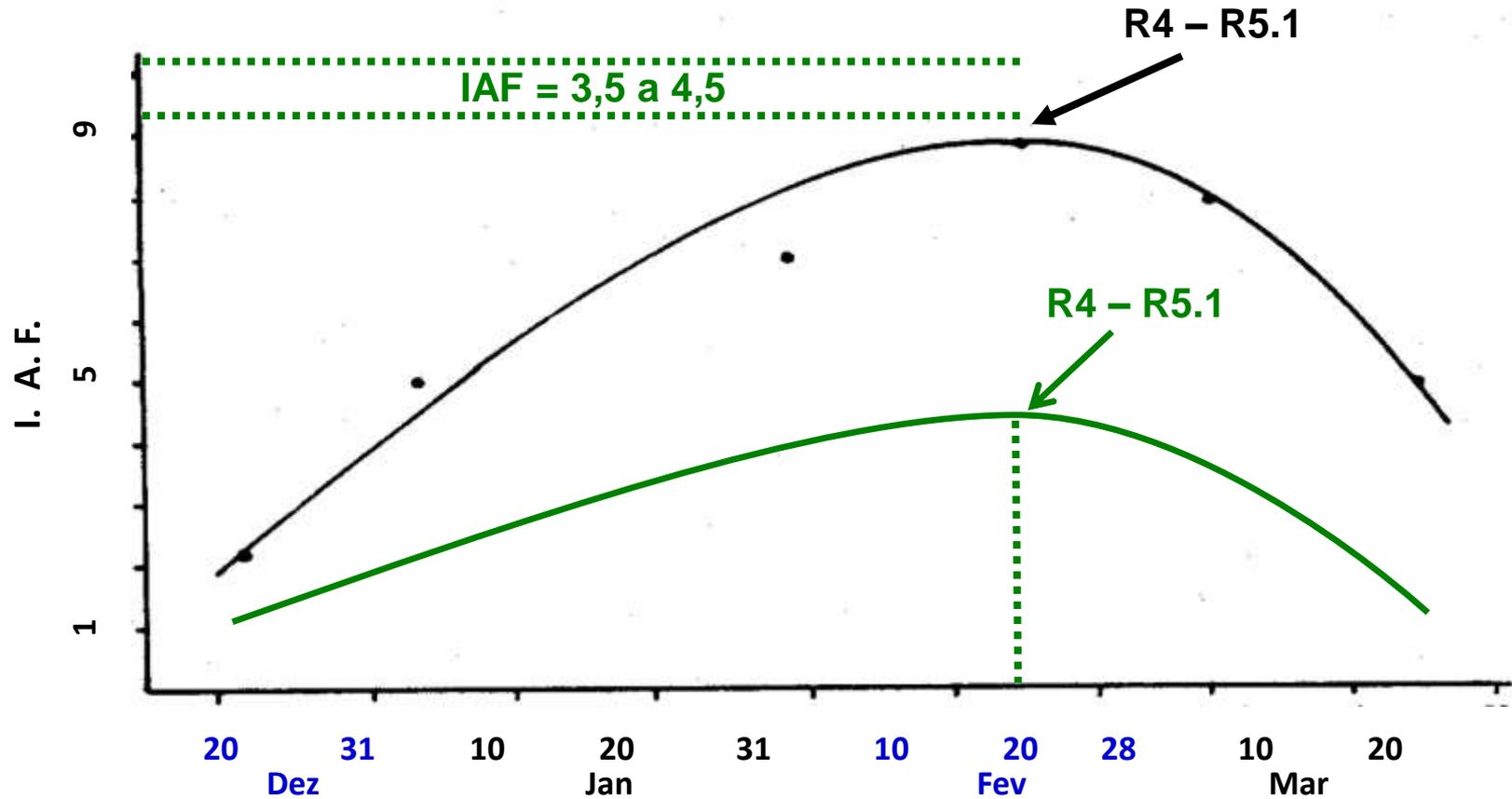


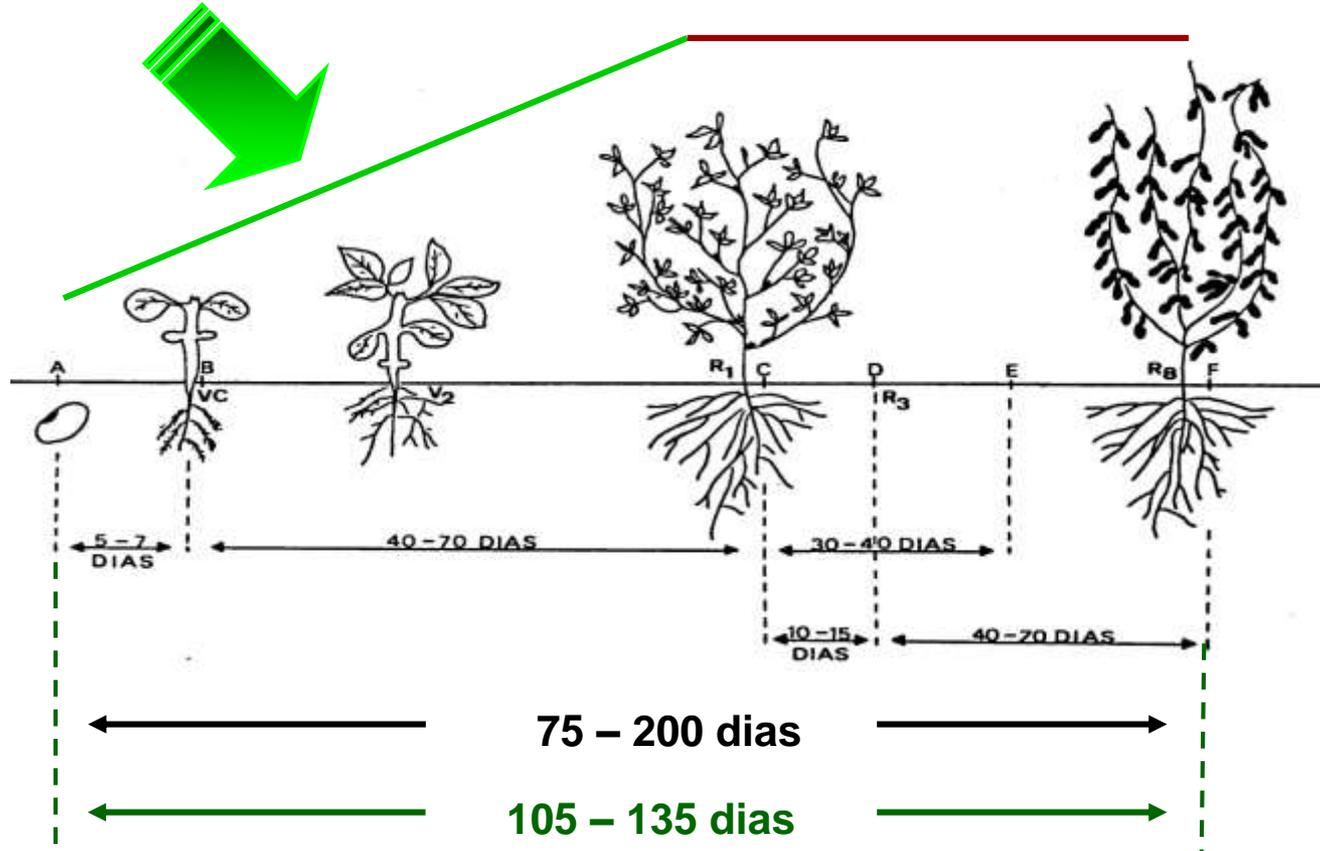


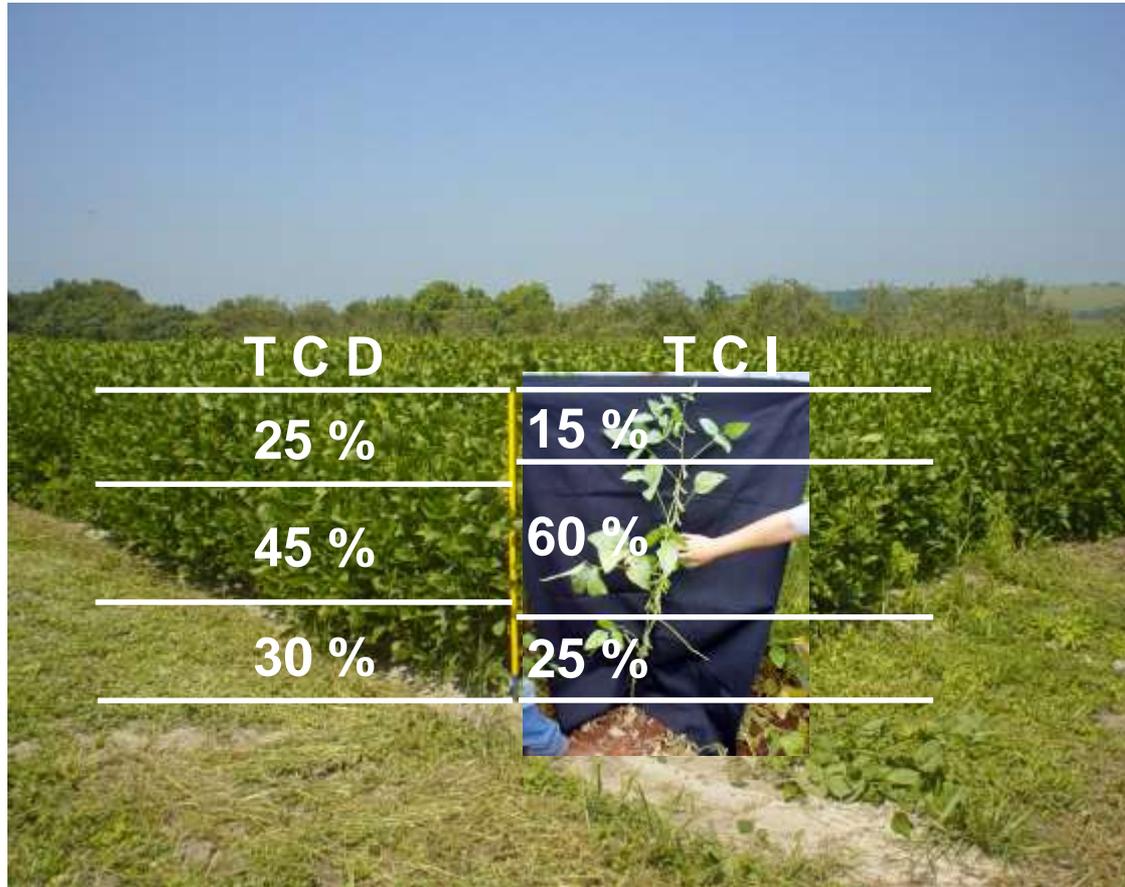












Fonte: Câmara (2014)



## SOJA x TEMPERATURA DO SOLO

10°C ..... Mínima para germinação - emergência

30°C ..... Ótima para germinação-emergência

30°C ..... Ótima para alongamento do hipocótilo

27°C ..... Ótima para nodulação das raízes

27°C ..... Ótima para fixação simbiótica do N<sub>2</sub>

Fonte: Castro et al., (1987); Câmara (2000); Barros e Sedyama (2009)



## TEMPERATURA DO AR – FASE VEGETATIVA

15°C ..... Basal

15°C ..... Mínima noturna

35°C ..... Máxima diurna

27°C ..... Ótima para atividade fotossintética

30°C ..... Ótima para desenvolvimento vegetativo

30°C ..... Ótima para assimilação de nutrientes

*Fonte: Castro et al., (1987); Câmara (2000); Barros e Sedyama (2009)*

## TEMPERATURA DO AR – FASE REPRODUTIVA

13°C .....	Mínima para indução floral
20°C .....	Ótima para maturação final
25°C .....	Ótima para florescimento
25°C .....	Ótima para frutificação
25°C .....	Ótima para granação

*Fonte: Castro et al., (1987); Câmara (2000); Barros e Sedyama (2009)*



**< 10°C  
(solo)**

**atraso de emergência (VE)  
> risco de infecção da semente por  
fungos de solo**

**< 15°C  
(ar)**

**< taxa de crescimento  
(fase vegetativa)  
  
< vigor de planta  
  
< porte de planta  
  
< produtividade**

**< 20°C  
(ar)**

**< fecundidade de flores  
> abortamento de vagens**



**> 45°C**

**Queimadura do hipocótilo  
("solo seco e nú")**

**Tombamento de plântula**

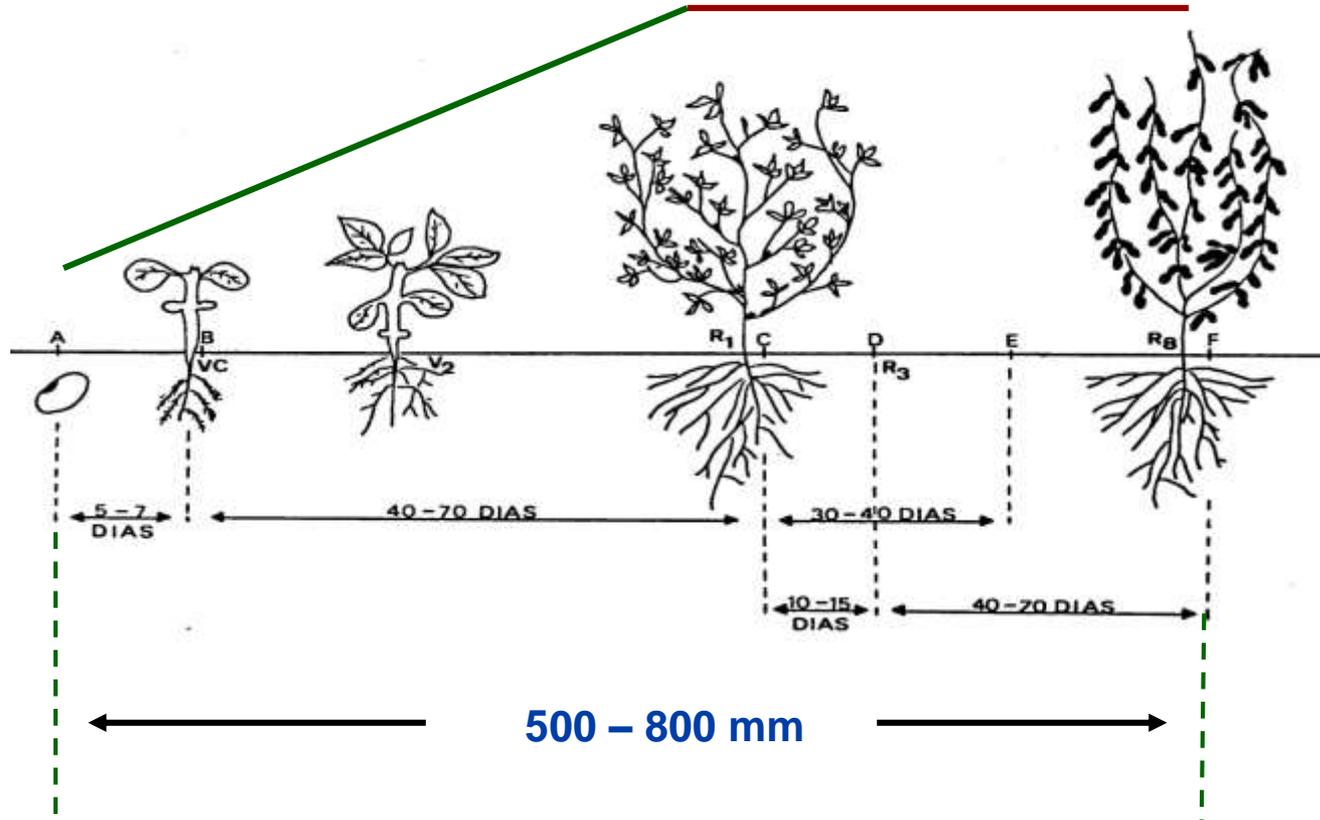
**> 35°C  
(ar)**

**< fotossíntese  
> fotorrespiração  
> respiração  
< produtividade**

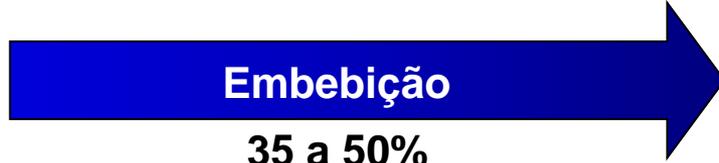
**> 30°C  
(ar)**

**< acúmulo de MS  
florescimento antecipado  
> abortamento de vagens**





Fonte: Câmara (2000); Barros e Sediyama (2009)



**Emergência Epígea (VE)**

**Germinação**



**Crescimento do embrião**

**Respiração celular**

**Digestão das reservas**

**1º momento  
CRÍTICO na  
vida da soja**

---

**SUBPERÍODOS**

---

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA (mm)**

---

**Semeadura - Emergência**

**2,2**



---

**SUBPERÍODOS**

---

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA (mm)**

---

**Semeadura - Emergência**

**2,2**

**VE – R1**

**5,1**



---

**SUBPERÍODOS**

---

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA (mm)**

---

**Semeadura - Emergência**

**2,2**

**VE – R1**

**5,1**

**R1 – R3**

**7,4**



**SUBPERÍODOS**

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA (mm)**

**Semeadura - Emergência**

**2,2**

**VE – R1**

**5,1**

**R1 – R3**

**7,4**

**R3 – R7**

**6,6**



**SUBPERÍODOS**

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA (mm)**

**Semeadura - Emergência**

**2,2**

**VE – R1**

**5,1**

**R1 – R3**

**7,4**

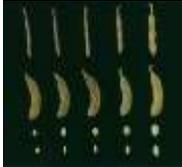
**R3 – R7**

**6,6**

**R7 – R8**

**3,7**

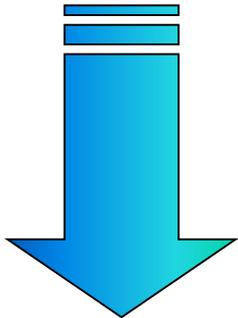


SUBPERÍODOS	EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA (mm)		
Semeadura - Emergência	2,2		
VE – R1	5,1		
R1 – R3	7,4		
R3 – R7	6,6		
R7 – R8	3,7		
<b>MÉDIA DO CICLO</b>	<b>5,8</b>		

**FASE VEGETATIVA – DEFICIÊNCIA ou EXCESSO HÍDRICO**



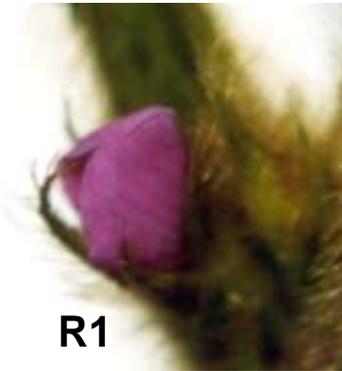
**Menor altura de planta**  
**Menor número de nós**  
**Entrenós mais curtos**  
**Menor turgescência foliar (seca)**



**Taxa de crescimento**  
**Atividade fotossintética**  
**Fixação biológica do N<sub>2</sub>**  
**Metabolismo da planta**

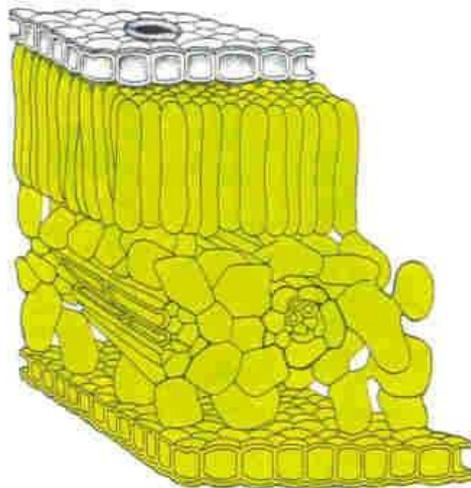
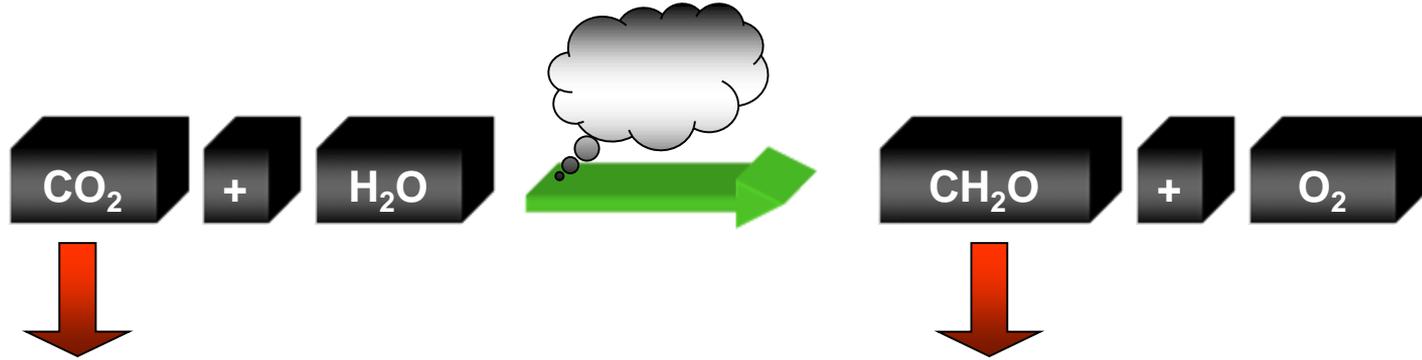


**FASE REPRODUTIVA – DEFICIÊNCIA HÍDRICA (veranico)**



**ABORTAMENTO !!!**

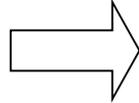
**PERDA DE PRODUTIVIDADE !!!**



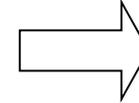
**ALONGAMENTO DA HASTE PRINCIPAL**  
**ALONGAMENTO DAS RAMIFICAÇÕES**  
**EXPANSÃO FOLIAR**  
**PEGAMENTO DE FLORES E DE VAGENS**  
**NODULAÇÃO E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO**  
**PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA**

**FASE REPRODUTIVA – EXCESSO HÍDRICO (encharcamento)**

**SOJA**



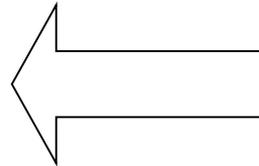
**Luz difusa  
(R1 a R6)**



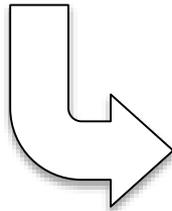
**devido a:**



- < O<sub>2</sub> nas raízes
- < crescimento radicular
- < absorção de nutrientes
- < fixação CO<sub>2</sub>
- < absorção de Ca e B
- < fixação do N<sub>2</sub>



- Chuva em excesso**
- Céu nublado**
- Insolação deficiente**
- Umidade Relativa alta**
- Evapotranspiração baixa**

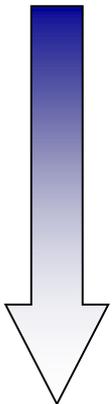


- < formação de grão de pólen
- < crescimento tubo polínico
- < fecundação de flores
- < pegamento de vagens

- > nº de vagens chochas
- > nº frutos partenocárpicos
- > nº de sementes verdes
- < produtividade



**ENCHARCAMENTO E  
PRODUTIVIDADE DA  
SOJA**



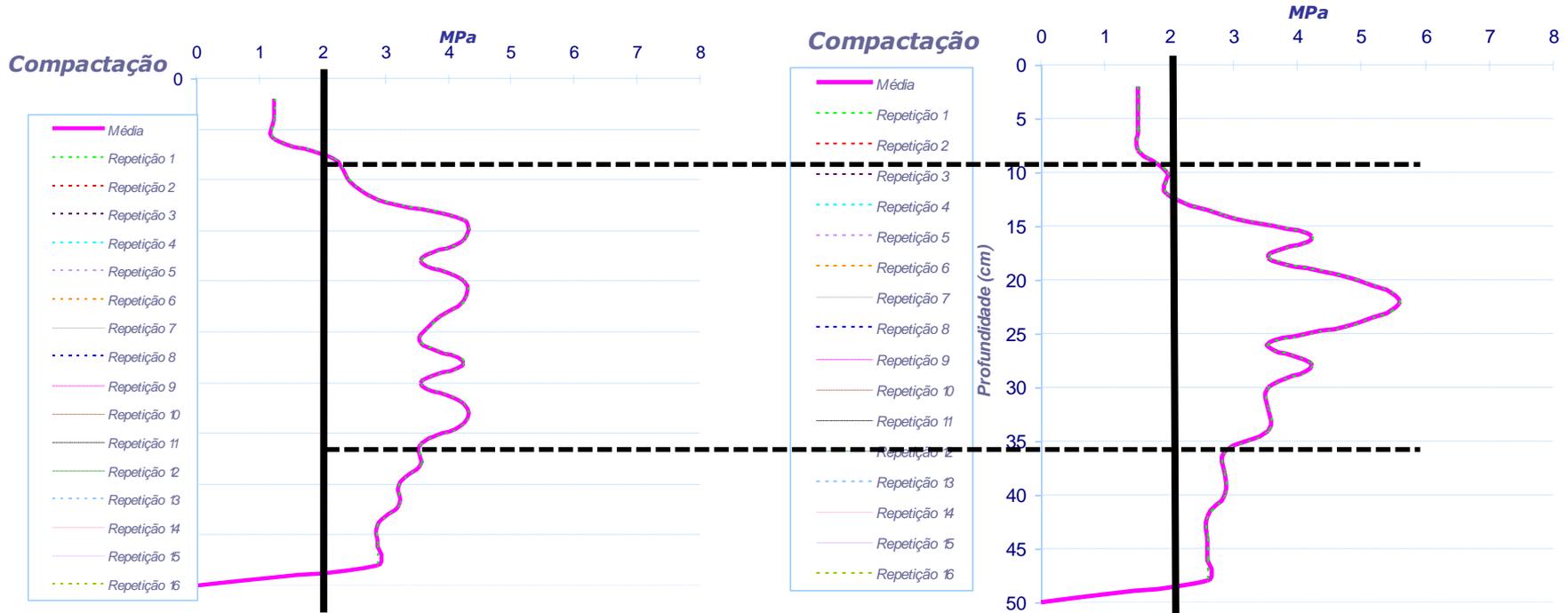
**Nodulação das raízes**  
**MS dos nódulos**  
**Fixação biológica do N<sub>2</sub>**  
**MS da parte aérea**  
**Produtividade**

**FASE REPRODUTIVA – EXCESSO HÍDRICO (encharcamento)**

CONDIÇÃO DO SOLO	MASSA SECA (g)		NODULAÇÃO (10 PLANTAS)		PROD. (kg/ha)
	PA	RAÍZES	NÚMERO	MS (g)	
Normal	141,3	36,5	226	1,450	3.947
Encharcado	86,4	17,5	36	0,390	2.827
V.R. (%)	61,1	47,9	15,9	26,9	71,6
Perdas (%)	38,9	52,1	84,1	73,1	28,4

Fonte: Câmara (2002), não publicado.


**- 18,7 sc ha<sup>-1</sup>**



**34,8 sc ha<sup>-1</sup>**

**Encharcada**

**≠ de 8,4 sacas = 504 kg**

**43,2 sc ha<sup>-1</sup>**

**Não encharcada**



POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE ? KIP CULLERS (2007) = 176,5 sc = 10.600 kg ha<sup>-1</sup>

200 sc = 12.000 kg ha<sup>-1</sup>

250 sc = 15.000 kg ha<sup>-1</sup>



**MÉDIA BRASIL**

2.820 a 3.060 Kg ha<sup>-1</sup>

47 a 51 sacas ha<sup>-1</sup>



2009/10 = 6.420 Kg = 107,0 sc ha<sup>-1</sup>

PR - Mamborê

2014/15 = 8.507 Kg = 141,8 sc ha<sup>-1</sup>

PR – Ponta Grossa

## Campeões de produtividade 2016/17 – Temperaturas e Fatores Básicos de Manejo (1/2)

Cultivar	TC	GM	Ciclo	VE – V3	V3 – R1	R1 – R5	R5 – R6	R7 –R8
<b>Msoy 8349 Ipro</b>	<b>D</b>	<b>8.3</b>	<b>120</b>	24,3	24,6	22,7	22,8	23,7
859 m <b>18/11/16</b> 180.000 Esp. 50 cm LAd	L E M - BA			31,5	32,1	28,8	29,1	29,7
	MAP no sulco			19,7	19,1	18,6	18,2	19,7
	<b>95,76 sc ha<sup>-1</sup></b>							
<b>TMG 7062</b>	<b>SD</b>	<b>6.2</b>	<b>153</b>	20,0	21,1	22,5	22,9	22,4
730 m <b>20/10/16</b> 444.000 Cruzado LVm	Capão Bonito - SP			25,0	26,3	27,2	28,2	26,1
	MAP – Sulco <b>Ureia = 80 kg ha<sup>-1</sup></b>			15,2	16,7	18,1	18,2	16,1
	<b>108,25 sc ha<sup>-1</sup></b>							

Fonte: CESB (2017)

## Campeões de produtividade 2016/17 – Temperaturas e Fatores Básicos de Manejo (2/2)

Cultivar	TC	GM	Ciclo	VE – V3	V3 – R1	R1 – R5	R5 – R6	R7 –R8
<b>BMX Desafio RR</b>	<b>I</b>	<b>7.4</b>	<b>127</b>	22,2	23,3	22,7	22,6	22,5
715 m <b>28/10/16</b> 392.444 Esp. 45 cm LVm	<b>Campos de Júlio-MT</b>			29,3	27,5	27,5	28,1	27,6
	MAP no sulco			17,0	20,0	19,7	20,1	19,8
	<b>122,20 sc ha<sup>-1</sup></b>							
<b>BMX Ativa RR</b>	<b>D</b>	<b>5.6</b>	<b>126</b>	19,6	20,4	21,2	21,4	19,0
1.100 m <b>28/10/16</b> 550.000 <b>Esp. 22,5 cm</b> LVm	Guarapuava – PR			28,1	26,5	27,0	28,4	25,8
	MAP + <b>Inoc. - Sulco</b>			12,3	15,8	16,4	16,9	14,7
	<b>149,08 sc ha<sup>-1</sup></b>			288	605	626	711	168

Fonte: CESB (2017)

**Atentar para as interações entre os nutrientes e as respostas ecofisiológicas da planta (cultivar);**

**Atentar para as interações entre os fatores de produção do ambiente e a planta (cultivar);**

**Conhecer em detalhes os “ambientes de produção” da propriedade.**

C  
O  
M  
P  
L  
E  
X  
I  
D  
A  
D  
E

## Sistemas de Produção (exemplos):

Soja monocultura

Soja monocultura + cultura de cobertura

Soja monocultura + milho monocultura

Soja monocultura + algodão monocultura

Soja monocultura + .....

Soja em sistema ILP

O “sistema de produção” está inserido no “ambiente de produção”, sujeito às influências de fatores abióticos, bióticos e de ações antrópicas (manejo). (Câmara, 2013 – V SIMPÓSIO DA CULTURA DA SOJA; RIO VERDE - GO).



**NUTRIEXPERTS**

COMPARTILHANDO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA

# OBRIGADO

Prof. Gil Miguel de Sousa Câmara

[gil.camara@usp.br](mailto:gil.camara@usp.br)



PRODUQUÍMICA. Uma empresa do Grupo Compass Minerals.