

XXII – CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Cascavel - PR, 04 a 09 de Novembro de 2012

OFCINA 08 - SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS SOB IRRIGAÇÃO

ANTÔNIO M. COELHO Engº Agrº PhD
Pesquisador de Embrapa Milho e Sorgo

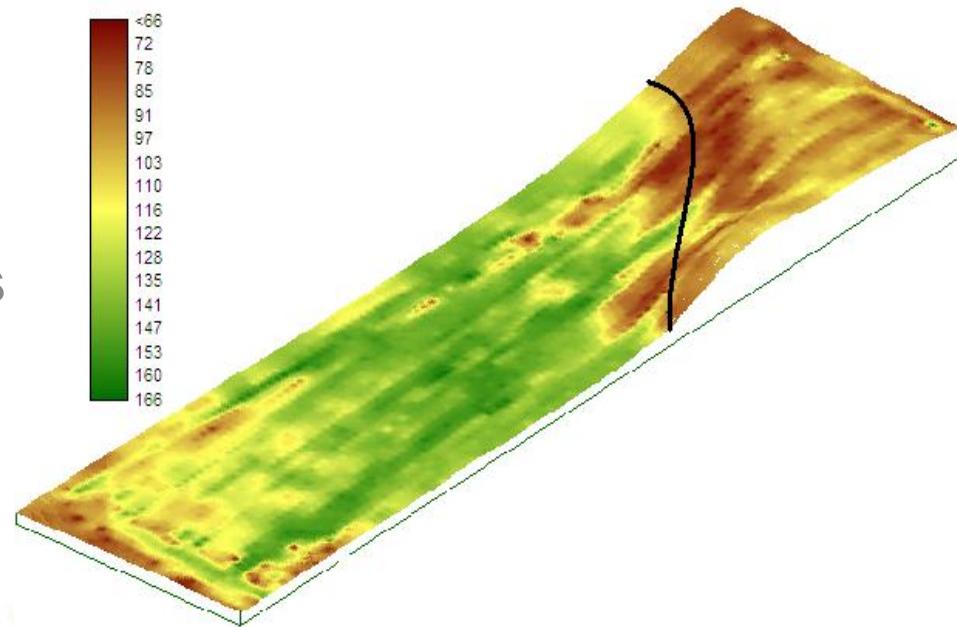


Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

O MILHO NAS CONDIÇÕES DE SEMEADURA NAS REGIÕES TROPICAIS BAIIXAS

Regiões tropicais baixas abrigam amplas áreas do território brasileiro, e geralmente, são descritas como de baixa altitude, com extratos de 0 até 700 m.



Limitações:

Radiação solar
Temperatura
Umidade



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

EFEITO DA TEMPERATURA MÉDIA NOTURNA NO RENDIMENTO DE GRÃOS DO MILHO, TRIGO E SOJA.

Espécie	Tratamento	Temperatura média noturna (°C)	Rendimento de grãos (Kg. ha ⁻¹)	(%)
Milho	Controle	18,3	10.482 a	100
	Frio	16,6	10.168 a	97
	Calor	29,7	6.277 b	60
Trigo	Controle	8,9	2.556 a	100
	Frio	15,3	2.421 a	95
	Calor	26,5	1.345 b	53
Soja	Controle	18,3	3.565 a	100
	Frio	18,3	3.295 a	92
	Calor	29,4	2.959 b	83

Médias seguidas pela mesma letra, por espécie, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey 0,05. Fonte: Peters et al.(s/d), citados por Durães (2006)



RADIAÇÃO TOTAL INCIDENTE DIÁRIA, SOMA TÉRMICA, RADIAÇÃO TOTAL INCIDENTE POR UNIDADE DE TEMPO TÉRMICO E O RENDIMENTO DO MILHO EM ZONAS DISTINTAS



DOURADOS
M. S.



Local	Coordenada geográfica Latitude-NS Longitude-W Altitude - m	Radiação total (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)	Soma térmica (°C.dia ⁻¹)*	Radiação total por unid. de tempo térmico (cal.cm ⁻² .°C ⁻¹)	Rendimento (kg/ha)
México (Terras baixas)	20° 29' N 97° 45' 60 m	440	15,0	29,3	5.500
México (Terras altas)	19° 52' N -98° 88' W 2.250 m	550	11,5	47,8	9.000
Greenfield California EUA	38° 13' N 121° W 88 m	542	9,6	56,5	10.600
Davis California EUA	38° 33' N 121° W 8 m	729	11,2	65,1	13.450
Pergamino Argentina	-33° 53' S -60° 34' W 56 m	650	11,3	57,5	11.500
Balcarce - Argentina	-37° 45' S 58° 18' W 130 m	600	9,0	66,7	13.800

* Soma térmica = (Temperatura Máxima + Temperatura Mínima)/2 – 10°C.

Fonte: Compilado de diversos autores por Durães (2006).



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

HISTÓRICO – RELATOS NA LITERATURA

Em áreas tropicais, a maioria dos altos rendimentos de milho são restritos em áreas intermediárias ou de alta altitude, tendo longas estações chuvosas.

- ⇒ Fisher & Palmer (1983) – citando diversos autores – rendimentos de 12 t.ha⁻¹ tem sido obtidos em latitude 18º S, altitude 1.500 m;
- ⇒ Em terras baixas tropicais, rendimentos podem atingir de 5 a 8 t.ha⁻¹, com adequado manejo;
- ⇒ Em regiões temperadas, rendimentos máximos de 20 t.ha⁻¹ são relatados.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

A COMPETITIVIDADE DO MILHO EM SISTEMA IRRIGADO

SOJA



FEIJÃO



TRIGO



ARROZ



Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Distribuição espacial de áreas irrigadas com pivô central no Estado de Minas Gerais

MINAS GERAIS

4. 432 – Pivôs Centrais

Área irrigada – 303 mil hectares

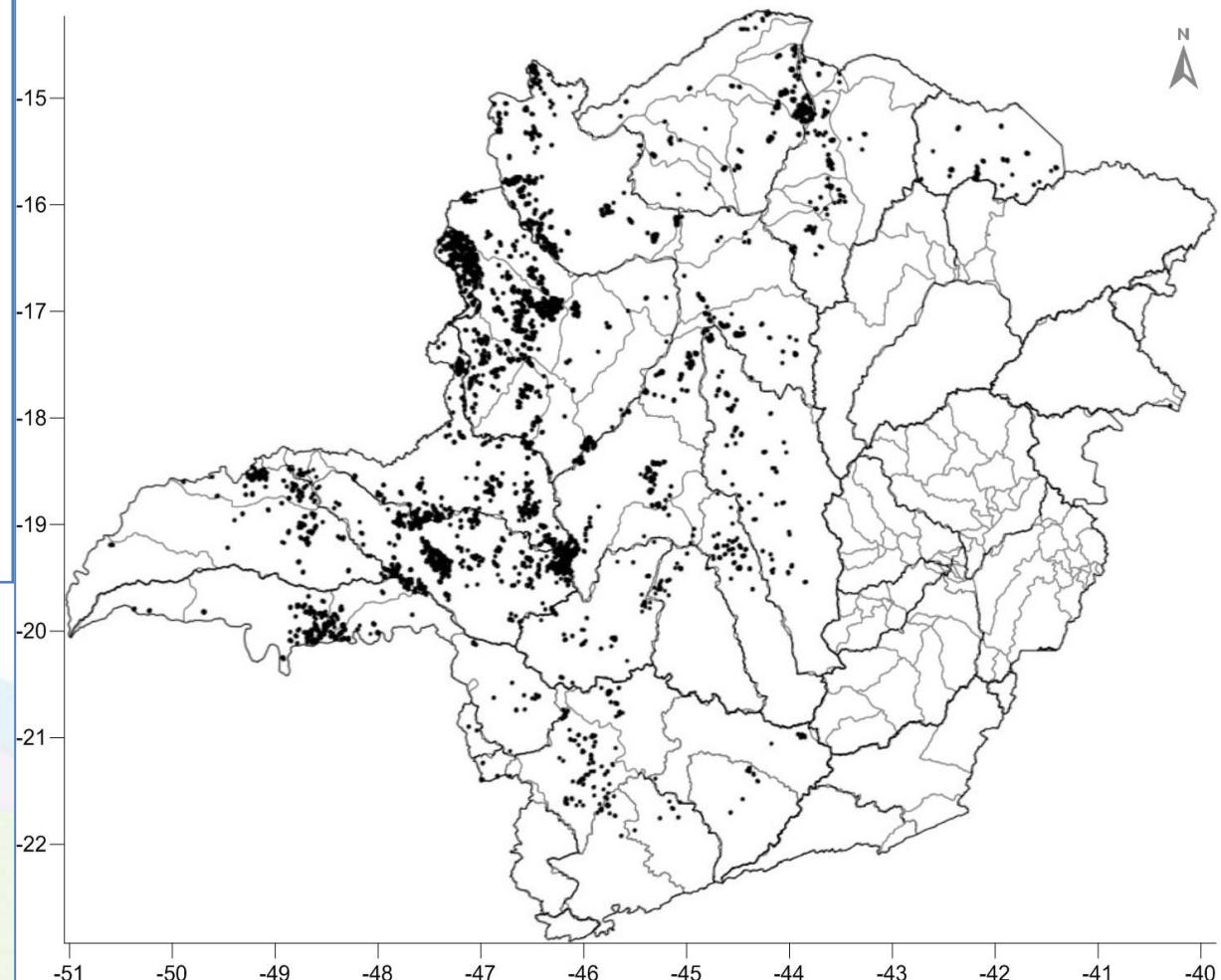
Maior concentração espacial:

Unaí - 44. 258 ha

Paracatu - 40. 179 ha

Rio Paranaíba: 12.676 ha

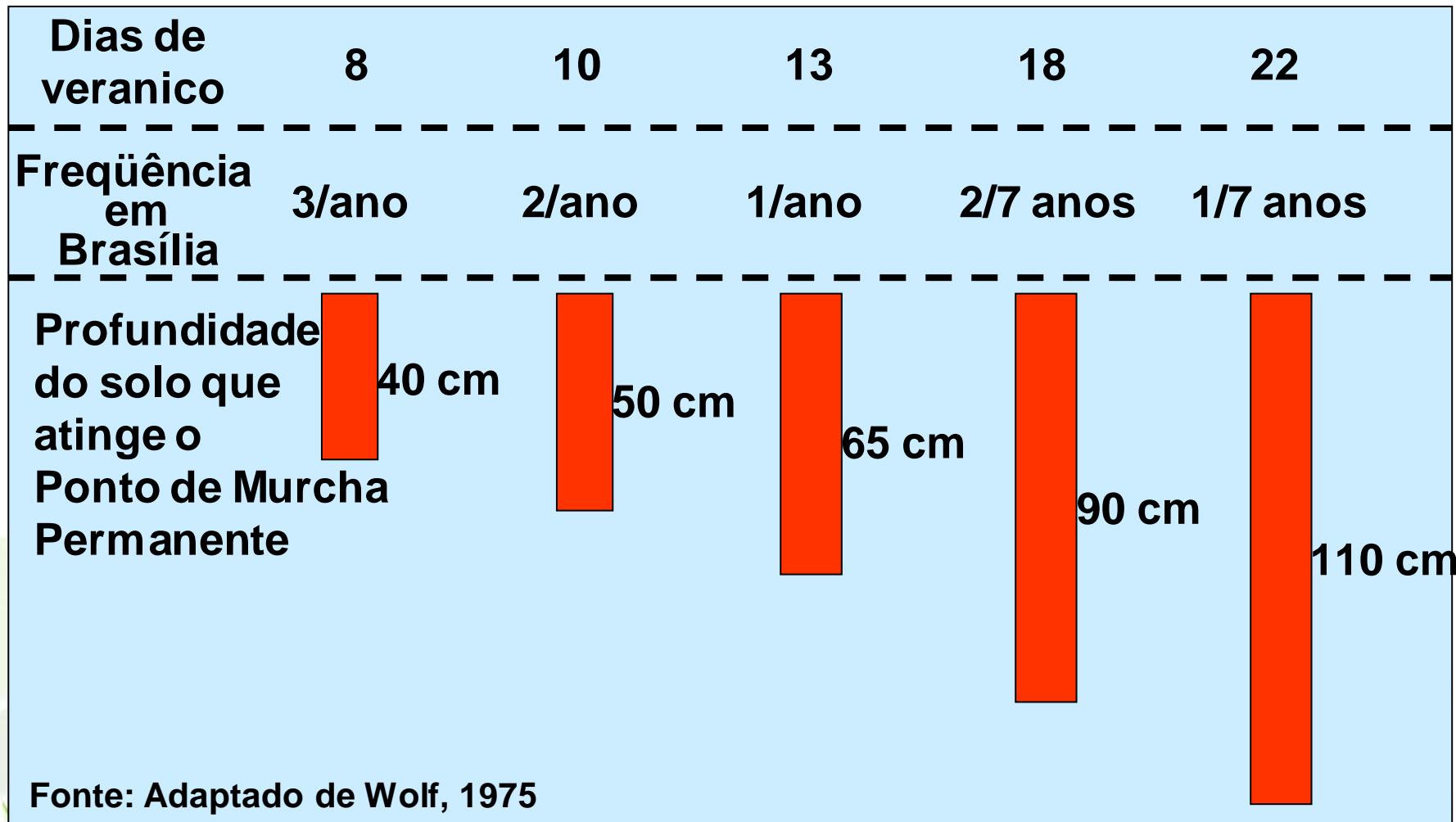
Fonte: Guimarães
& Landau 2011



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

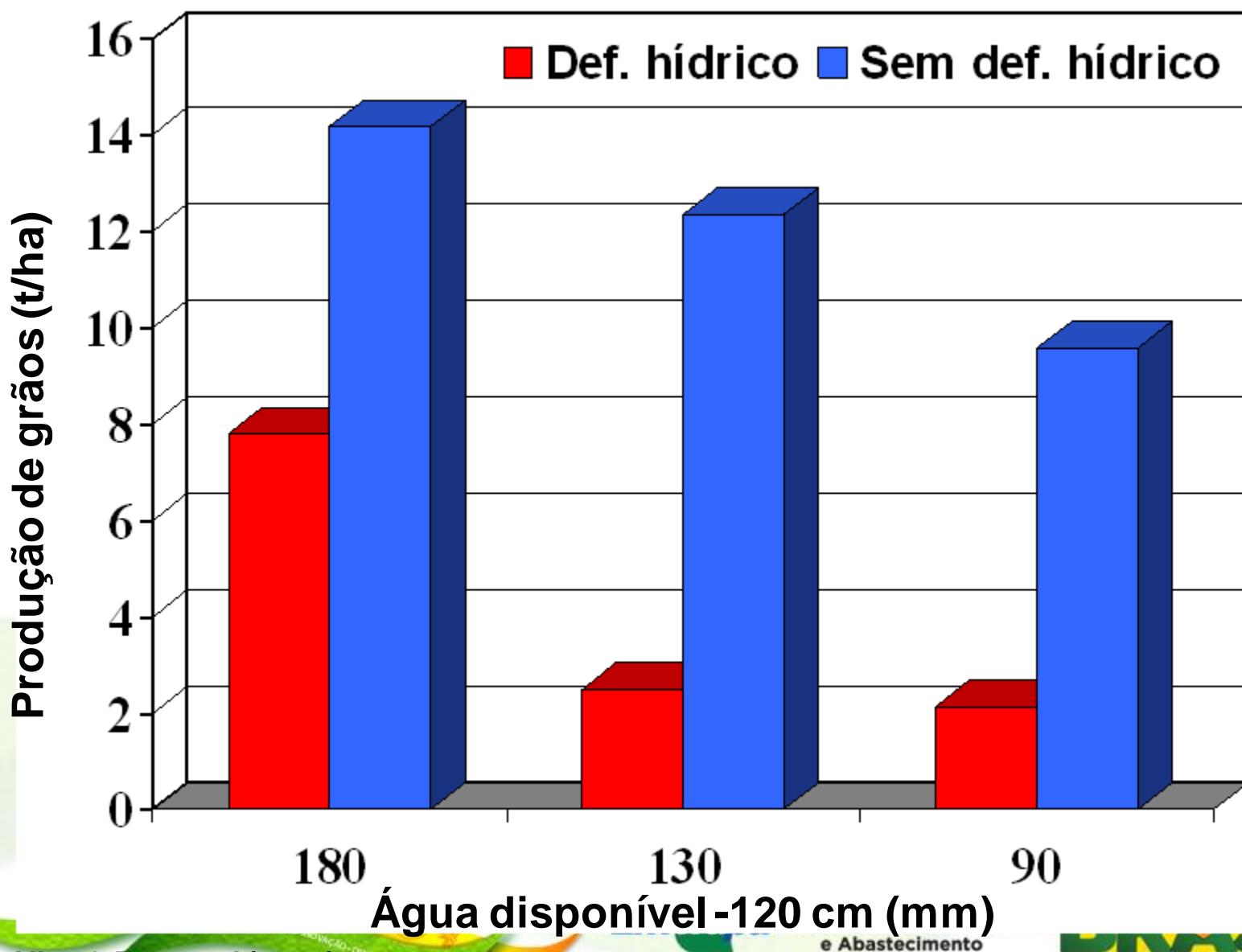
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE VERANICOS DURANTE A ESTAÇÃO CHUVOSA E SEUS EFEITOS NA UMIDADE DO SOLO – BRASÍLIA



Fonte: Adaptado de Wolf, 1975

Capacidade de armazenamento de água em diferentes tipos de solos e seu efeito na produtividade de milho



Fonte: Alley & Roygard (2001)

e Abastecimento

R A L

PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

ATIVIDADES DE PESQUISAS E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS EM ÁREAS IRRIGADAS

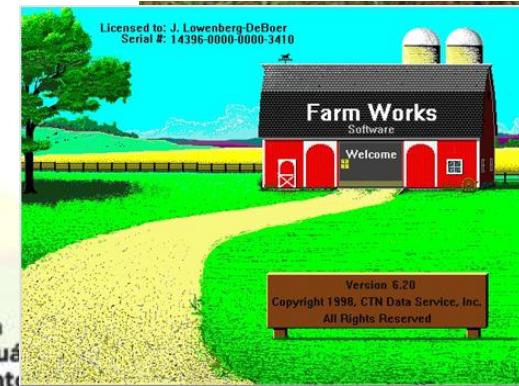
**O milho em perspectiva – programa de
gerenciamento da fertilidade do solo e
manejo da adubação**



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento







O CENÁRIO : PRODUTIVIDADE

A partir da década de 90 a agricultura brasileira vem passando por uma série de transformações, tornando a atividade cada vez mais competitiva e exigindo do produtor maior nível de especialização, capacidade de planejamento, gerenciamento e profissionalismo;

Os produtores além de administradores, cada vez mais terão de assumir a função de produtores/experimentadores de suas áreas, atuando diretamente na coleta de informações, interagindo com novas técnicas e tomando decisões eficazes de manejo.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

PERFIL TECNOLÓGICO

Baixa tecnologia tende a complicar uma situação de descapitalização em anos difíceis;
Ciclos de preços baixos exigem ganhos de competitividade via produtividade;
Produzir menos aponta para redução das oportunidades de melhoria de margens e de recuperação no pós-crise.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

MODIFICAÇÕES NO PERFIL TECNOLÓGICO

**Concentração de área menor com uso de
melhor tecnologia;**

**Áreas de risco no verão passaram a soja e ao
milho na safrinha;**

**Avanço no foco em produtividade como base
para o resultado econômico;**

**Retração considerável das áreas de baixa
tecnologia.**



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE:

- ⇒ As altas produtividades são um objetivo alcançável em muitas áreas;
- ⇒ Os produtores que desejarem atingi-las precisam ser pacientes, devem dar um passo de cada vez;
- ⇒ Não é possível atingir o limite da produtividade em um curto período;
- ⇒ A maioria daqueles que atingiram esse objetivo o fizeram com muita experimentação e também com alguns fracassos durante a jornada.

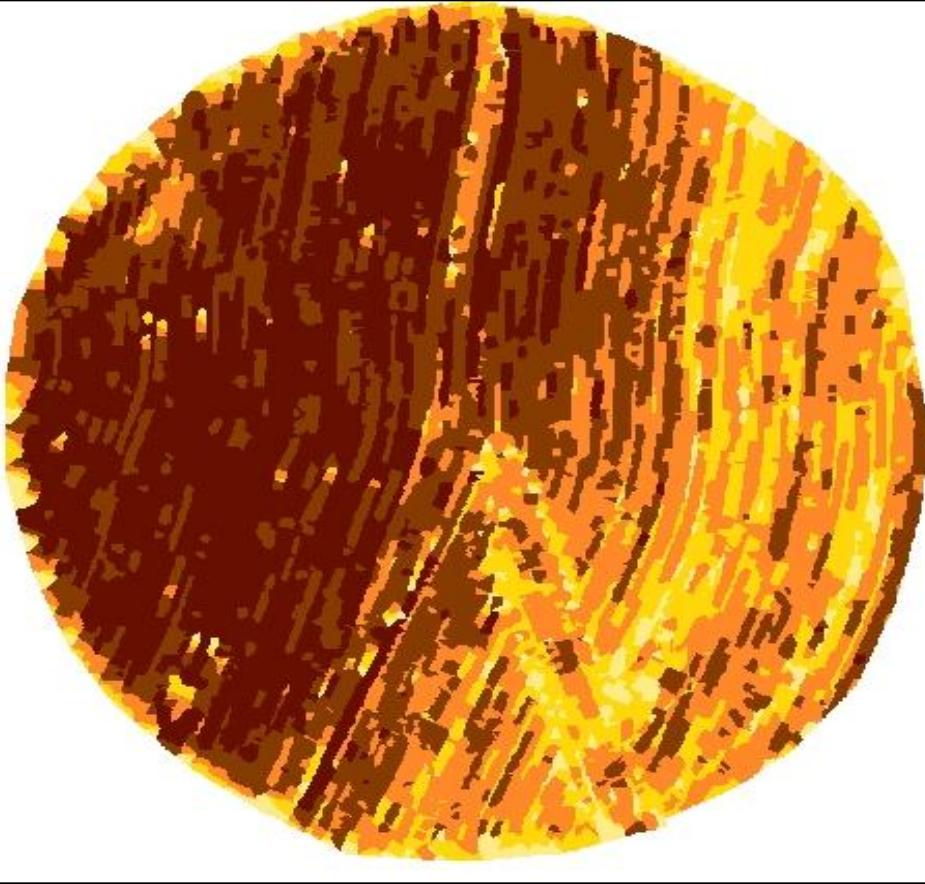


Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



FATORES TECNOLÓGICOS QUE AFETAM O POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS:





Produtividade média
 $7.718 \pm 1.687 \text{ kg ha}^{-1}$

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo (2005)

Produtividade (kg/ha)	Área (ha)
10.000 - 12.000	10,05
7.000 - 10.000	10,96
5.000 - 7000	9,58
3.000 - 5.000	5,38
≤ 3.000	2,03



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

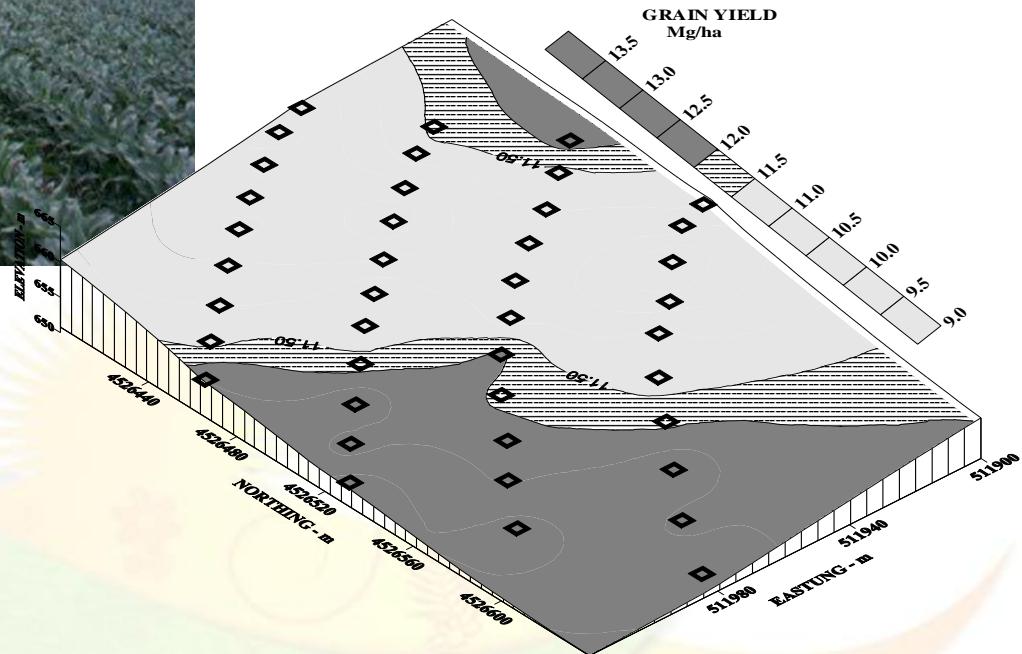
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

EXEMPLO PRÁTICO DA APLICAÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO



Fonte: Coelho, 2000

Mapa de colheita
Produtividade: 9,0 - 13,5 t/ha



Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

MANEJO DO PIVÔ CENTRAL: 100 ha

SAFRAS: 2007 - 2011



Fazenda Boa Vista

Município de Corinto-MG

Latitude: 18° 13' 27"

Longitude: 44° 36' 14"

Altitude: 550 m

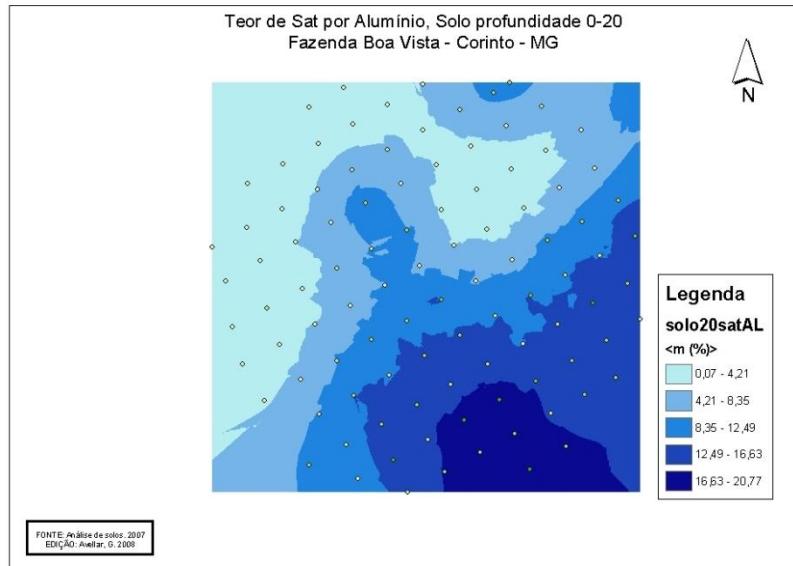
Pivô Central: nº 02



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

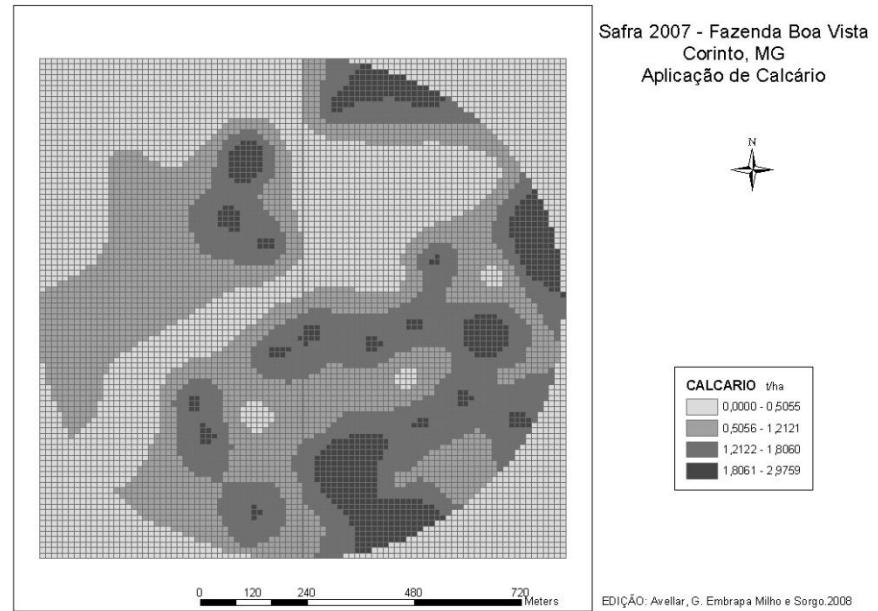
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

APLICAÇÃO DE CALCÁRIO A TAXA VARIÁVEL:

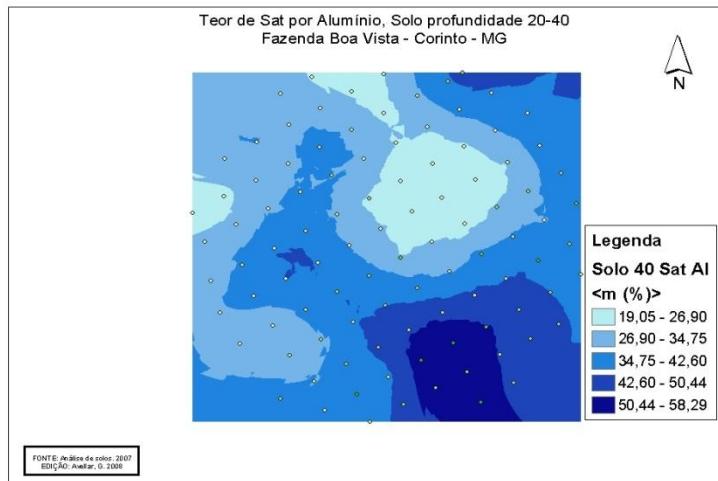


**MAPA DA VARIABILIDADE DA ACIDEZ SUPERFICIAL DO SOLO
(Sat. de Al³⁺ da CTC_efetiva)**

MAPA DE RECOMENDAÇÃO DE DOSES DE CALCÁRIO



APLICAÇÃO DE GESSO A TAXA VARIÁVEL:



Fonte: Coelho et al. (2007)



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Custo anualizado para o mapeamento da fertilidade do solo e aplicação de calcário e gesso em uma área de 100 hectares, considerando um ciclo de amostragem de 4 anos.

Atividades	Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)	Particip ação (%)
Amostragem de solo (0 - 20 cm) gride 1 ha	10	1.000	8,42
Amostragem de solo (20 - 40 cm) gride 1 ha	10	1.000	8,42
Análise de solo (198 amostras) ^{1/}	20	3.960	33,35
Elaboração e interpretação de mapas	8	800	6,74
Aplicação de calcário (72 ha)	36	2.592	21,83
Aplicação de gesso (70 ha)	36	2.520	21,33
Custo variável total		11.872	100,00
Custo de oportunidade (taxa de 6 % a.a.)		712	
Depreciação linear – 4 anos		2.968	
Custo anualizado para 100 ha		3.680	
Custo anualizado por ha		36,80	

^{1/}Considerando uma amostra composta para cada hectare. Custo para as análises de pH, Al, H+Al, Ca, Mg, P, K e matéria orgânica.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

MANEJO DO PIVÔ 2: SAFRAS 2007 a 2011

Híbridos: P3446Y e P30F53HX;

Tratamento de sementes:

Espaçamento: 0,50 m Densidade: 75 mil plantas/ha;

Manejo do solo: semeadura direta;

Adubação semeadura: 350 kg/ha 05-33-00+ micros;

Manejo de plantas daninhas: Herbicidas

Adubação de cobertura: 350 kg/ha Uréia + 150 kg/ha de KCl;

Manejo de pragas e doenças:

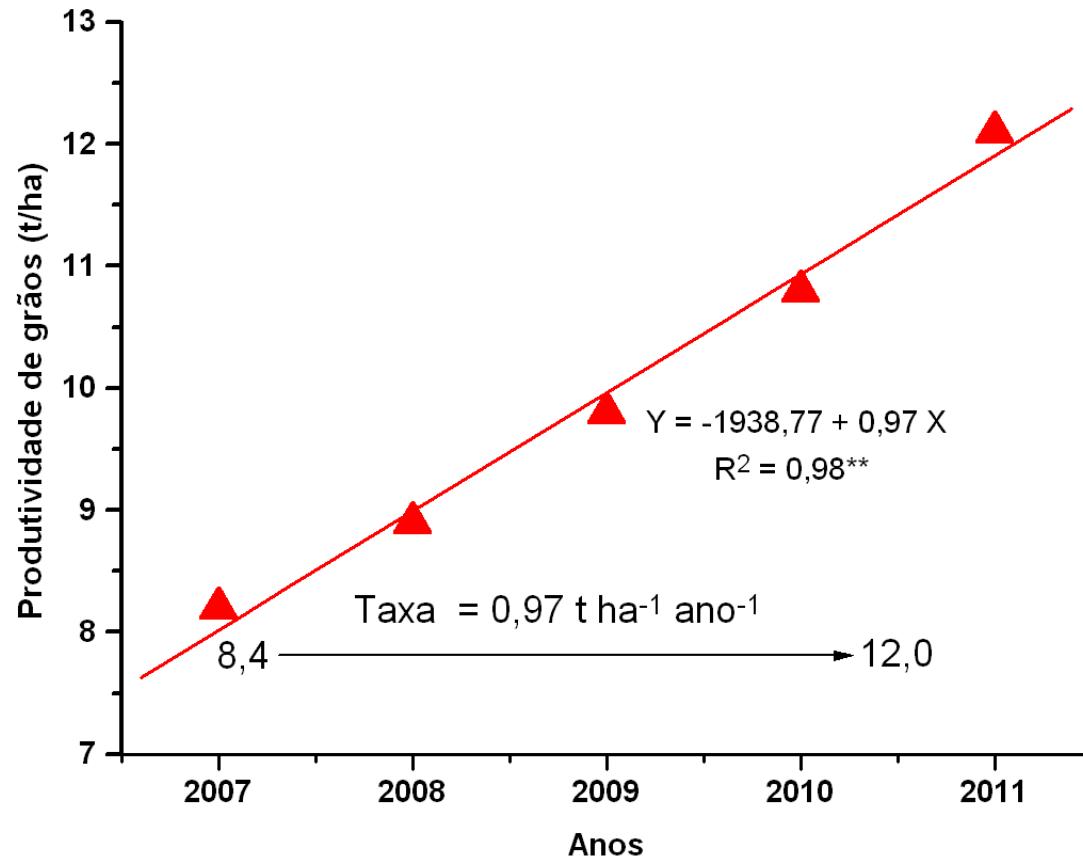
Colheita:



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

AJUSTANDO OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES



SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA - SAPI

O milho em perspectiva – programa de gerenciamento da fertilidade do solo e manejo da adubação



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

MANEJO DO PIVÔ CENTRAL : SAFRA 2010/2011

Fazenda Cachoeira do Rio Pardo

Município de Pompeu-MG

Latitude: 19º 13' 26"

Longitude: 44º 56' 06"

Altitude: 650 m

Pivô Central: 28 ha



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Tabela 1 - Indicadores da fertilidade do solo – resultados obtidos em amostras coletadas em malhas de 2,3 ha.

Indicadores da fertilidade dos solos	Mínimo	Máximo	Média
	0 a 20 cm	0 a 20 cm	0 a 20 cm
<i>Indicadores do potencial produtivo</i>			
pH_água	5,20	6,60	5,80
H+AI (cmol _c /dm ³)	2,20	3,80	3,00
Alumínio (cmol _c /dm ³)	0,00	0,40	0,10
Matéria Orgânica (dag/dm ³)	2,80	3,50	3,20
Soma de Bases (cmol _c /dm ³)	2,14	5,03	3,49
CTC_pH7 (cmol _c /dm ³)	5,60	7,40	6,50
Saturação por Bases (%)	36,00	68,00	53,00
Saturação por Alumínio (%)	0,00	16,00	3,40
Argila (%)			60
<i>Indicadores da disponibilidade de macronutrientes</i>			
Cálcio (cmol _c /dm ³)	1,40	2,90	2,10
Magnésio (cmol _c /dm ³)	0,40	1,30	0,80
Potássio (mg/dm ³)	133	326	230
Fósforo - Resina (mg/dm ³)	37	130	65
Enxofre (mg/dm ³)	-	-	-
<i>Indicadores da disponibilidade de micronutrientes</i>			
Zinco (mg/dm ³)	2,00	3,40	2,60
Cobre (mg/dm ³)	1,00	1,00	1,00
Manganês (mg/dm ³)	5,60	15,60	10,10
Ferro (mg/dm ³)	51	76	63
Boro (mg/dm ³)	-	-	-

¹/Extrator Resina. ²/Extrator Mehlich1. Boro - extrator água quente.

RESUMO DAS QUANTIDADES DE FERTILIZANTES APLICADAS:

Épocas de aplicação	SAPI		PRODUTOR	
	Fertilizante	Nutrientes	Fertilizante	Nutrientes
Semeadura	150 kg/ha de MAP (9% N e 48% P₂O₅)	13 kg N 72 kg P₂O₅	263 kg/ha de MAP	24 kg N 126 kg P₂O₅
Cobertura	150 kg/ha de Sulfato de Amônio (20 % N e 24 % S)	30 kg N 36 kg S		
	50 kg/ha de KCl (60 % K₂O)	30 kg de K₂O	150 Kg/ha KCL	90 kg de K₂O
	300 kg/ha de Uréia (45 % de N)	135 kg N	300 Kg/ha Uréia	135 kg N
TOTAL		N = 178 Kg/ha P₂O₅ = 72 kg/ha K₂O = 30 kg/ha		N = 158 kg/ha P₂O₅ = 126 kg/ha K₂O = 90 kg/ha



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

RESUMO DOS CUSTOS DOS FERTILIZANTES:

		SAPI		Produtor	
Produto/aplicação	Custo unitário (R\$/t)	Quant. Aplicada (kg/ha)	Custo total (R\$/ha)	Quant. aplicada (kg/ha)	Custo total (R\$/ha)
Semeadura/MAP	1.230,00	150	184,50	263	323,50
Cobertura/Sulfato de Amônio	760,00	150	114,00		
Cobertura/Cloreto de potássio	980,00	50	49,00	150	147,00
Cobertura/Uréia	880,00	300	264,00	300	264,00
TOTAL			611,50		734,50



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

RESULTADOS DAS ANÁLISES FOLIAR PARA O MILHO:

Dados médios de 15 repetições

Nutrientes	Tratamentos ^{1/}		Média	CV (%)	Faixa de Suficiência ^{2/}
	SAPI	Convencional			
N (g/kg)	38,32a	37,39b	38,06	2,58	27,5 – 32,5
S (g/kg)	2,09a	1,89b	1,99	4,03	1,5 – 2,1
P (g/kg)	3,83a	3,39b	3,61	6,58	1,9 – 3,5
K (g/kg)	25,06a	24,84a	24,95	4,95	17,5 – 29,7
Ca (g/kg)	3,62a	2,99b	3,31	5,20	2,3 – 4,0
Mg (g/kg)	1,96a	1,43b	1,69	10,89	1,5 – 4,0
Cu (mg/kg)	10,63a	9,24b	9,94	8,23	6,0 – 20
Fe (mg/kg)	120,44a	114,50b	117,47	4,04	50 – 250
Mn (mg/kg)	32,70a	33,70b	33,19	7,50	42 – 150
Zn (mg/kg)	20,56a	19,12b	19,84	8,21	15 – 50
B (mg/kg)	-	-	-	-	15 – 20

^{1/}Médias nas mesmas linhas seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey 5 %. ^{2/}De acordo com Bull (1993).



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

BALANÇO NUTRICIONAL PELO ÍNDICE DRIS:

Nutrientes	Tratamentos		Interpretação ^{1/}
	SAPI	Convencional	
N	2,72	2,93	EQ
S	1,07	0,84	EQ
P	3,07	2,71	EQ
K	1,40	1,68	EQ
Ca	0,64	0,25	EQ
Mg	-1,39	-2,17	PD
Cu	0,66	0,60	EQ
Fe	1,33	1,48	EQ
Mn	-6,36	-5,71	PD
Zn	-3,89	-3,85	PD
Índice do balanço nutricional	23,28	23,46	
Índice DRIS de matéria seca	0,82	1,24	

^{1/}EQ = equilibrado, PD = provável deficiência



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Projeto SAPI

Análise de Variância

Variável	N	R ²	CV (%)	Média
Rend. Grãos (t/ha)	30	0,60	11,32	11,98

Quadro de Análise de Variância (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	QM	F	p-valor
Modelo	38,55	15	2,57	1,40	0,2696
Repetição	28,64	14	2,05	1,11	0,4235
Trat.	9,90	1	9,90	5,38	0,0360
Erro	25,79	14	1,84		
Total	64,34	29			

0,0360

Test: Tukey alfa: =0,05 DMS:= 1,06 t/ha

Erro: 1,84 gl: 14

Trat.	Médias	n	
Sapi	12,56	15	A
Conv.	11,41	15	B

Letras distintas indica diferença significativa ($p \leq 0.05$)



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

PRODUTIVIDADES DE MILHO EM ÁREAS IRRIGADAS DE BAIXAS ALTITUDES < 700 m

Município	Produtor	Produtividade	
		Sacas/ha	t/ha
Morada Nova	Grupo BMG	207	12,42
Morada Nova	Grupo BMG	200	12,00
Morada Nova	Grupo BMG	187	11,22
Morada Nova	Grupo BMG	185	11,10
Três Maria	Alves Campo	212	12,72
Três Maria	Alves Campo	202	12,12
Três Maria	Ovídio Neto	230	13,80
Três Maria	Ovídio Neto	215	12,90
Matosinhos	Clemente Faria	226	13,56
Matosinhos	Clemente Faria	184	11,04
Várzea Palma	Mantiqueira Agro	216	12,96
Várzea Palma	Mantiqueira Agro	199	11,94
Várzea Palma	Mantiqueira Agro	186	11,16
Lassance	Grupo Pró Flora	201	12,06
Lassance	Grupo Pró Flora	182	10,92
Itacarambi	Icil Agropecuária	185	11,10
Martinho Campos	Anivaldo Barbosa	185	11,10
Montes Claros	Alexandre Pinto	203	12,18
Montes Claros	Alexandre Pinto	207	12,42

Fonte: Dimas Cardoso (2012) Pioneer Sementes.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

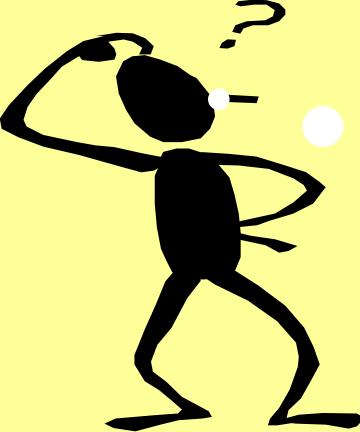
CONSIDERAÇÕES FINAIS:

- ⇒ Altitude tem ação direta na produtividade de milho, influenciando diretamente processos fisiológicos importantes: “fotossíntese, respiração, absorção de água e nutrientes”;
- ⇒ A constatação de que a altitude, dentro de certos limites, limita a produção de milho, permite orientar a decisão quanto a escolha de: cultivares, épocas de semeadura e adoção de determinadas práticas de manejo;
- ⇒ Melhorar o entendimento quanto ao rendimento atual e potencial devido a fatores estressantes, de ação direta ou indireta, em processos fisiológicos que afetam o rendimento da cultura.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



PERGUNTAS ?

OBRIGADO PELA ATENÇÃO

- **Antônio Marcos Coelho**
- **Embrapa - Milho e Sorgo**
- **Telefone: (31) 3779 - 1145**
- **Email: amcoelho@cnpms.embrapa.br**
- **CP - 285**
- **CEP: 35701- 970 Sete Lagoas, MG**



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



PESSOAL
PESQUISA AGRONEUROLÓGICA - INovaçãO - QUALIDADE DE VIDA

Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



PESSOAL
PESQUISA AGRONEUROLÓGICA - INovaçãO - QUALIDADE DE VIDA

Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



PESSOAL
PESQUISA
AGROPECUÁRIA
- INovação - QUALIDADE DE VIDA

Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA