

## Produtividade Atingível e Eficiência Agrícola de Milho no Cerrado

**Guilherme Martin Torres<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Corn Agronomic Practices and Systems Lead; Monsanto; São Paulo, SP; guilherme.m.torres@monsanto.com.

**RESUMO:** A adoção de tecnologias e melhores práticas de agrônômicas melhoraram a capacidade produtiva e alavancaram o rendimento e a produção de milho no Brasil. O objetivo desse estudo é determinar o potencial de produtividade explorável (Yield Gap, YG) e avaliar eficiência agrícola do cultivo de milho no cerrado. Foram usados dados de produtividade e precipitação na região Centro-Oeste no período entre 2001 e 2013. Para estimar o YG, a Produtividade Real ( $P_R$ ) foi calculada e Produtividade Atingível de Sequeiro ( $P_{AS}$ ) estimada por uma Função de Produtividade de Fronteira (FPF), determinada pela regressão entre as maiores produtividades já observadas e precipitação de safra ( $PS$ , precipitação acumulada do plantio até a colheita). A  $PS_{médica}$  na safrinha para a região Centro-Oeste é de 558 mm e a  $P_R$  é de 6748 kg ha<sup>-1</sup>. Aplicando a FPF, 558 mm  $PS$  seria suficiente para produzir um rendimento de 11376 kg ha<sup>-1</sup>. Isso significa que o YG na safrinha é de 4228 kg ha<sup>-1</sup> e o potencial incremento da  $P_R$  é ~68%. No verão a  $PS_{médica}$  é de 1216 mm o suficiente para produzir 19063 kg ha<sup>-1</sup> enquanto a  $P_{Rmédica}$  foi de 11156 kg ha<sup>-1</sup> que representa um aumento potencial de 41%. No geral, a  $P_R$  de milho no cerrado variou entre 49 e 70% da  $P_{AS}$ . Esse estudo possibilitou identificar a responsabilidade das regiões produtoras à adoção de tecnologia, possibilitando priorizar e direcionar pesquisas e recomendações técnicas específicas para cada região.

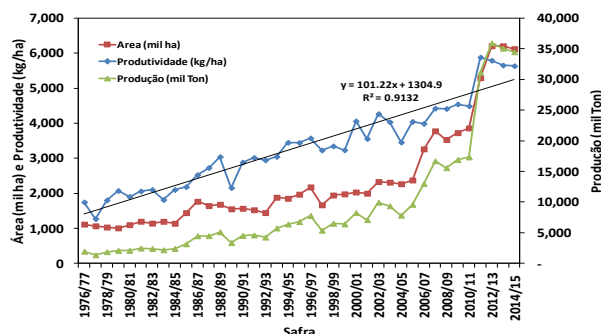
**Termos de indexação:** produtividade atingível, eficiência agrônômica, função de produtividade de fronteira, yield gap.

### INTRODUÇÃO

Na safra 2014/15, a produção no Centro-Oeste foi de ~34,4 milhões de toneladas, correspondendo a 44% da produção brasileira de milho (CONAB, 2015).

Nos últimos 39 anos, a produtividade da região Centro-Oeste aumentou de 1745 para 5633 kg ha<sup>-1</sup> numa taxa de crescimento de ~101 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (figura 1).

A adoção de tecnologias e melhores práticas agrônômicas melhoraram a capacidade produtiva e alavancaram o rendimento e a produção de milho nessa região. Mas, apesar da evolução produtiva, ainda existe oportunidades para incremento da produtividade de milho no cerrado. O objetivo desse estudo é determinar o potencial de produtividade explorável (Yield Gap), e avaliar eficiência agrícola do cultivo de milho no cerrado.

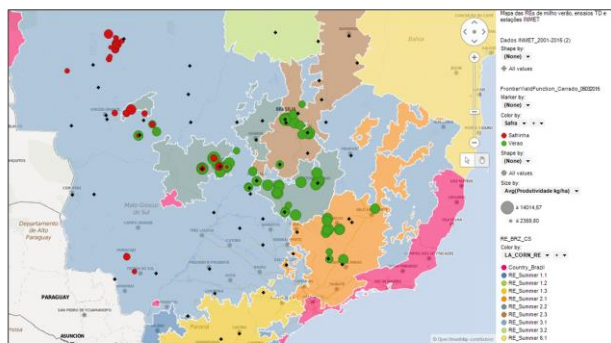


**Figura 1.** Série histórica de área cultivada e produtividade de milho safra e safrinha da região Centro-Oeste (CONAB, 2015).

### MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados para esse estudo foi composta de dados de produtividade dos ensaios do time de Desenvolvimento Tecnológico da Monsanto e dados de precipitação do INMET para a safra e safrinha de milho na região Centro-Oeste no período entre 2001 e 2013 (Figura 2). Ao todo foram 14670 observações, 97 locais/ano e 311 pares de produtividade vs. precipitação. A Produtividade Real ( $P_R$ ) é a produtividade média observada nos

ensaios. Produtividade Atingível de Sequeiro ( $P_{AS}$ ) foi estimada usando uma função de produtividade de fronteira (FPF) e determinada por uma regressão entre as maiores produtividades já observadas nos ensaios de TD e precipitação de safra (**Figura 3**) (Patrignani et al., 2014), onde, a Precipitação de Safra ( $PS$ ) é a precipitação acumulada do plantio até a colheita de cada local/ano das estações INMET próximas aos ensaios.



**Figura 2.** Ambientes regionais de milho verão, localização dos ensaios e estações INMET.

Yield Gap (YG) é definido como a diferença entre produtividade atingível e real ( $YG = P_{AS} - P_R$ ). Enquanto a Eficiência Agrícola (EA) expressa pela relação entre  $P_R$  e  $P_{AS}$  e usado como um indicador de desenvolvimento agrícola regional e do nível tecnológico empregado nas culturas (Battisti et al., 2012).

### Delineamento e análise estatística

Análises de regressão e distribuição foram usados para analisar a relações entre os dados de produtividade e precipitação, enquanto histogramas foram usados para determinar a frequência de ocorrência de precipitação nas safras de verão e safrinha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A  $P_{AS}$  é maior no verão comparado com a safrinha, no entanto, o YG na safrinha é menor (**Tabela 1**). As maiores produtividades registradas nos ensaios da série estudada foram observadas em Uberlândia no verão e em Sorriso na safrinha. Na safra de verão de 2010, com uma  $PS$  de 1489 mm foi registrada uma produtividade de 20904 kg ha<sup>-1</sup> em Uberlândia. Em 2013, uma produtividade de 14630 kg ha<sup>-1</sup> na safrinha de Sorriso foi obtida com uma  $PS$  de 1077 mm.

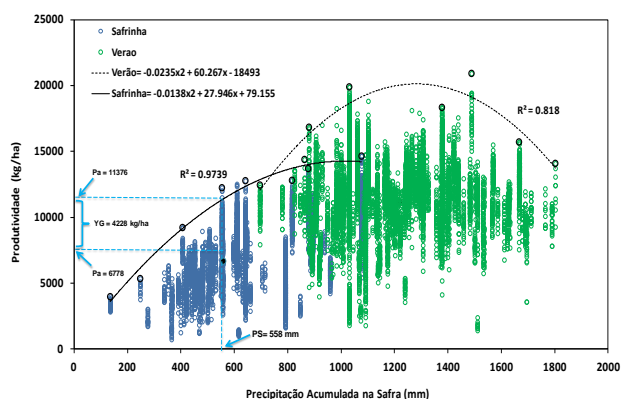
A  $PS_{média}$  na safrinha para a região Centro-Oeste é de 558 mm e a  $P_R$  é de 6748 kg ha<sup>-1</sup>. De acordo a

FPF, 558 mm de precipitação do plantio até a colheita na safrinha seria possível atingir uma produtividade de 11376 kg ha<sup>-1</sup> (**Figura 2**). Isso significa que o YG na safrinha é de 4228 kg ha<sup>-1</sup> com uma  $PS_{média}$  de 558 mm e o potencial incremento da  $P_R$  é ~68%.

**Tabela 1.** Precipitação de safra, produtividade real, produtividade atingível de sequeiro, yield gap e eficiência agrícola de milho verão e safrinha no cerrado.

Safra	Regional Environment	n	Precipitação de Safra (mm)	Produtividade Real (kg/ha)	Produtividade Atingível (kg/ha)	Yield Gap	Eficiência Agrícola (%)
Safrinha	4.1	266	453	5362	9905	4542	54
	4.2	61	466	7055	10100	3045	70
	5.1	1782	607	7500	11479	3979	65
	5.2	3267	704	7075	12421	5346	57
	3.1	1190	1247	11286	19741	8455	57
Verão	2.2	2955	1352	11268	18342	7075	62
	2.3	4046	1129	12708	19029	6321	67
	3.1	1103	1134	9364	19141	9777	49
		5376	558	6748	10976	4228	61
		9294	1216	11156	19063	7907	59

Similarmente, no verão a  $PS_{média}$  é de 1216 mm o suficiente para produzir 19063 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, a  $P_R$  no ensaios de TD com  $PS$  de 1216 mm é de 11156 kg ha<sup>-1</sup> (7907 kg ha<sup>-1</sup> menor que a  $P_{AS}$ ). É interessante notar que na safrinha a  $P_{AS}$  aumenta com o aumento da precipitação e no verão a FPF sugere que a  $P_{AS}$  diminui quando a precipitação de safra é maior que 1300 mm (**Figura 3**).



**Figura 3.** Relação entre produtividade e precipitação de safra ( $PS$ ) e a Função de Produtividade de Fronteira usada para determinar a Produtividade Atingível de Sequeiro.

Geralmente, a  $PS$  varia entre 1200 e 1300 mm no verão (**Figura 4**), e chuva não parece ser um fator limitante de produtividade. Na safrinha, a  $PS$  varia entre 470 e 570 mm, teoricamente suficiente para produtividades >9600 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, essa análise não considera a distribuição da precipitação ao longo da safra, assim, apesar da grande quantidade de chuva no verão, verânicos

são frequentes e podem causar redução expressiva da produtividade dependendo da fase de desenvolvimento do milho e magnitude do déficit hídrico. Na safrinha, grande parte das chuvas ocorrem no início da safra e as perdas de rendimento estão geralmente relacionadas ocorrência de déficit hídrico durante a fase reprodutiva.

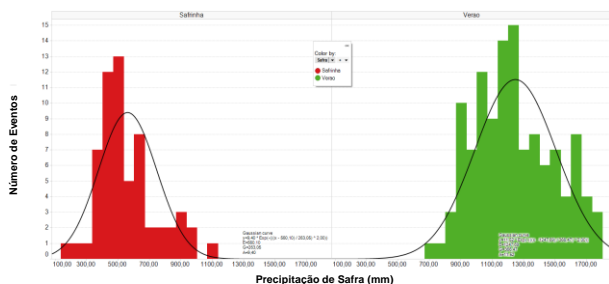
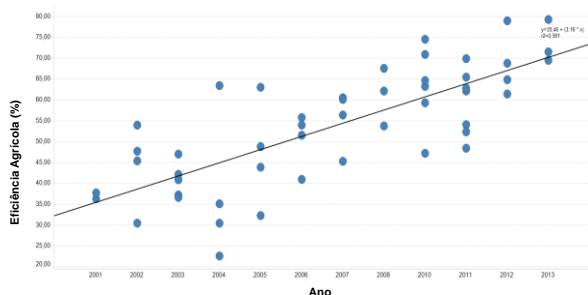


Figura 4. Histograma descrevendo a distribuição das quantidades de precipitação de safra de verão e safrinha para o cerrado.

**Figura 4.** Histograma com a distribuição das quantidade de precipitação de safra de verão e safrinha para o cerrado.

A  $P_R$  de milho no cerrado variou entre 49 e 70% da  $P_{AS}$  (Tabela 1). A EA sugere que a maior oportunidade de aumento de produtividade esta na RE 3.1, enquanto a RE 4.2 é a mais eficiente em relação à  $P_{AS}$ . Finalmente, a figura 5 mostra que a EA da região estudada aumentou ~37% nos últimos 12 anos.



**Figura 5.** Eficiência agrícola média para a cultura do milho no cerrado de 2001 a 2013.

### CONCLUSÕES

Em conclusão, esse estudo mostrou que no geral, a produtividade real representa 60% da produtividade atingível em sequeiro que é de 10976 kg ha<sup>-1</sup> na safrinha e de 19063 kg ha<sup>-1</sup> no verão. Essa metodologia permite identificar a responsividade das regiões produtoras à adoção de tecnologia, possibilitando priorizar e direcionar pesquisas e recomendações técnicas específicas para cada região.

### REFERÊNCIAS

BATTISTI, R., ET AL. Eficiência agrícola da produção de soja, milho e trigo no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2008. *Ciência Rural* 42(1): 24-30. 2012

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 18 de maio de 2015.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br). Acesso em 18 de maio de 2015.

PATRIGNANI, A., ET AL. Yield gap and production gap of rainfed winter wheat in the Southern Great Plains." *Agronomy Journal* 106(4): 1329-1339. 2014



# XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---