

## A safra recorde analisada pelos mapas de rendimento no RS

Telmo J. C. Amado<sup>1</sup>; Rômulo B. Peres<sup>1</sup>, José Antonio Costa<sup>2</sup>; Rodrigo S. Nicoloso<sup>1</sup>; Tiago De Gregori Teixeira<sup>1</sup>

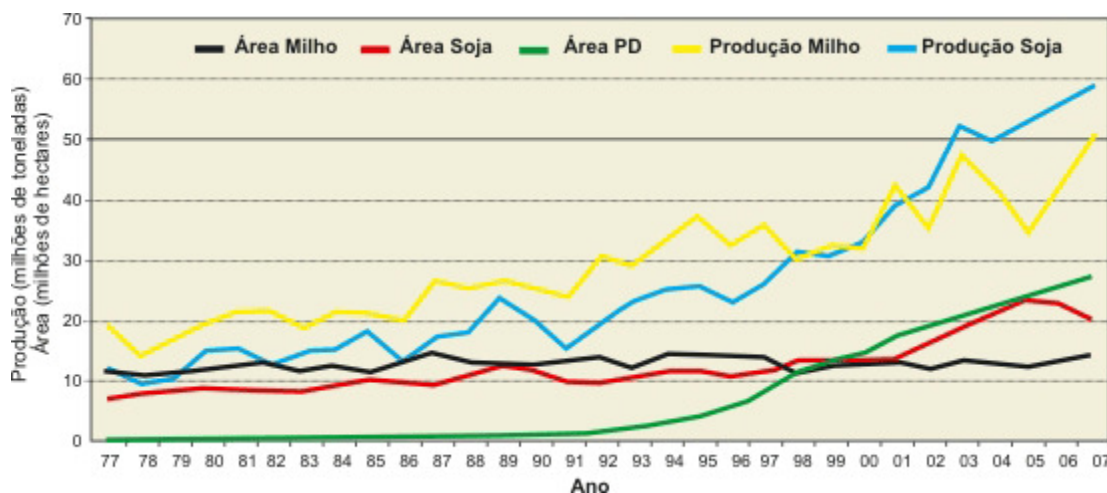
<sup>1</sup>Professor da UFSM e estudantes de graduação e pós-graduação da UFSM Email: [tamado@smail.ufsm.br](mailto:tamado@smail.ufsm.br)

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Plantas de Lavouras da FA/UFRGS - Email: [jamc@ufrgs.br](mailto:jamc@ufrgs.br)

### Introdução

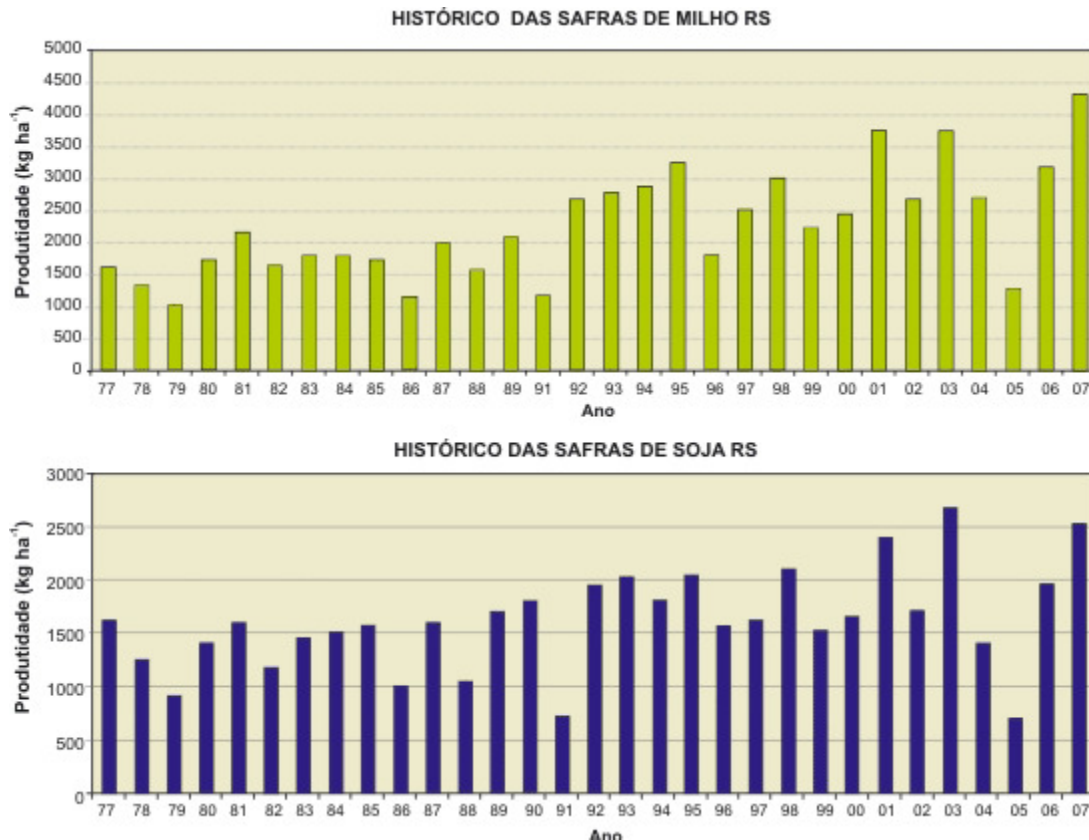
#### A safra recorde

O levantamento realizado pelo IBGE da última safra brasileira de cereais, leguminosas e oleaginosas, estimou uma produção de 133,8 milhões de toneladas, a qual foi 14,3% maior do que a colhida em 2006 (IBGE, 2007). Segundo o mesmo levantamento, a área plantada nessa safra foi apenas 0,3% superior a do ano anterior, alcançando 45,4 milhões de hectares e, portanto, não explica o aumento da produção verificado (Figura 1). Este incremento pode ser justificado pelas condições climáticas favoráveis observadas nesta última safra, mas também pelo continuado aprimoramento tecnológico do manejo das lavouras, uso crescente de insumos, adoção do plantio direto e da biotecnologia. A soja e o milho de 1ª safra são as culturas que ocupam as maiores áreas agrícolas do país, com respectivamente, 20,6 e 9,3 milhões de hectares plantados em 2007.



**Figura 1.** Produção e área plantada de milho (1ª e 2ª safras) e soja no Brasil (1977 a 2007) e área sob Plantio Direto. Fonte: CONAB, 2007 e FEBRAPDP, 2007.

No Rio Grande do Sul, desde a década de 90, observam-se importantes aumentos de produtividade que se devem ao incremento da eficiência no uso dos recursos naturais e dos insumos utilizados. Este incremento da produtividade é o principal responsável pelo aumento da produção no Estado, uma vez que a fronteira agrícola está estabilizada há vários anos. Uma das características da produtividade de grãos no RS é elevada oscilação ao longo dos anos devido as freqüentes instabilidades climáticas (Figura 2). Na média do Estado, a cada seis safras existe a probabilidade da ocorrência de um severo déficit hídrico durante o verão, trazendo como consequência queda no rendimento de grãos superior a 50% da média. Com destaque para algumas regiões como a fronteira oeste e o noroeste onde o risco ainda é mais acentuado.

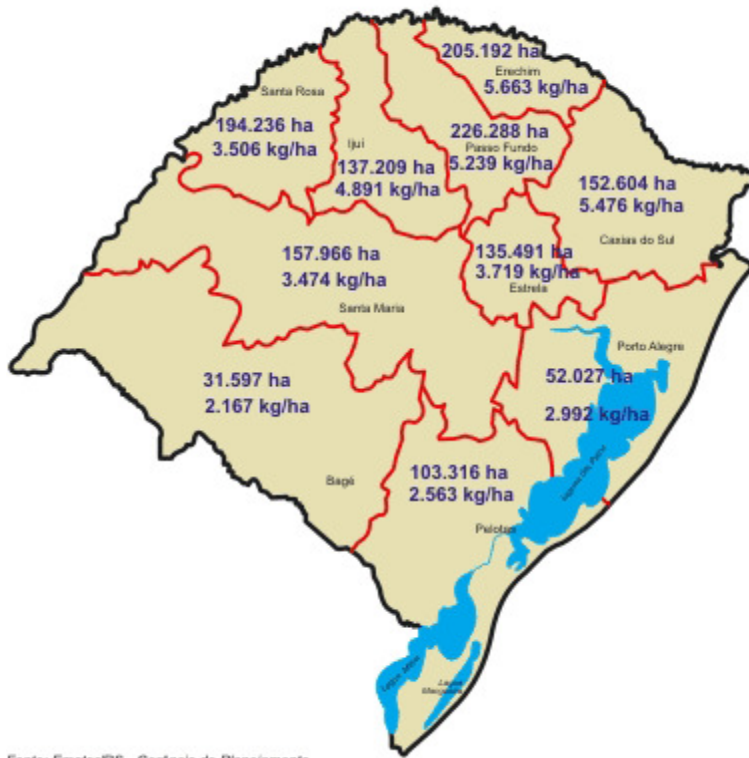


**Figura 2.** Evolução do rendimento de milho e soja no RS. Fonte: CONAB, 2007.

Segundo levantamento da Emater/RS - Ascar as quatro principais culturas de verão no RS proporcionaram na última safra uma produção 10,8% superior a anterior safra recorde de 2003. Somadas as produções de soja, milho, feijão e arroz foram colhidos quase 20 milhões de toneladas. O grande destaque foi a cultura da soja que apresentou o maior produção nas últimas décadas superando em aproximadamente 28% a safra de 2005/06 e atingindo um volume de 10 milhões de toneladas, aproximadamente 50% da produção total das quatro grandes culturas do Estado. A cultura do milho apresentou incremento de 33% na atual safra em relação à de 2005/06, atingindo 6 milhões de toneladas, tornando-se a segunda maior safra de milho da história do Estado. Juntos as culturas da soja e do milho responderam por 79% da safra de verão gaúcha.

A produtividade de milho no RS na safra de 2006/07 foi de 4.319 kg ha<sup>-1</sup> ou 69 sc ha<sup>-1</sup>, sendo a menor produtividade obtida no município de Bagé alcançando apenas 50% da média estadual e a maior na região de Erechim que foi 31% superior a esta média. Na Figura 3, extraída do site da Emater/RS, encontra-se a distribuição da produtividade de milho por região do Estado.

**Milho - safra 2006/2007: Estimativas de Finais Área e Produtividade**  
**Aproximação: 2ª Quinzena de maio de 2007**

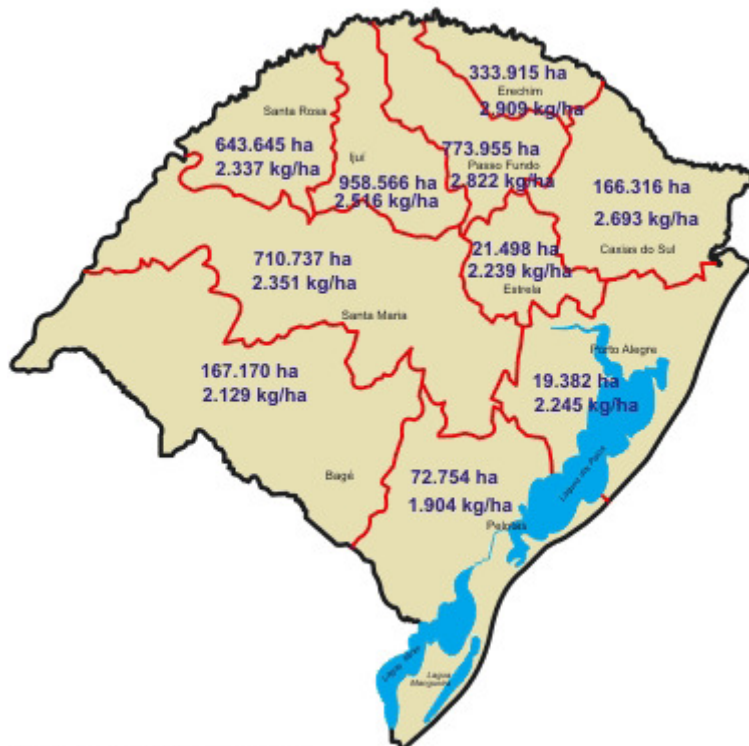


Fonte: Emater/RS - Gerência de Planejamento  
 Núcleo de Informações Estruturais e Conjunturais

**Figura 3.** Distribuição da produtividade de milho por regiões na safra 2006/07. ([www.emater.tche.br](http://www.emater.tche.br) acessado em 22/09/2007)

A produtividade da soja no RS na safra de 2006/07 foi de 2.502 kg ha<sup>-1</sup> ou 42 sc ha<sup>-1</sup>, apresentando maior uniformidade de produtividade entre as regiões do que o verificado para o milho, assim a menor produtividade na soja foi observada no município de Pelotas com 76% da média e a maior novamente em Erechim que foi 16% superior a média. A distribuição da produtividade da soja por região é apresentada na Figura 4.

**Soja - safra 2006/2007: Estimativas de Finais Área e Produtividade**  
**Aproximação: 2ª Quinzena de maio de 2007**



Fonte: Emater/RS - Gerência de Planejamento  
 Núcleo de Informações Estruturais e Conjunturais

**Figura 4.** Distribuição da produtividade de soja por regiões na safra 2006/07. ([www.emater.tche.br](http://www.emater.tche.br) acessado em 22/09/2007)

Na cultura da soja, Costa et al. (1998) no RS encontraram rendimentos recordes de 6.233 kg ha<sup>-1</sup> (104 sc ha<sup>-1</sup>), muito próximos aos obtidos por Cooper et al. (1991) em Ohio (EUA) com 6.256 kg ha<sup>-1</sup>. O maior rendimento de soja já registrado foi de 7.400 kg ha<sup>-1</sup> ou 123 sc ha<sup>-1</sup> de acordo com revisão de literatura realizada por Costa & Thomas (2004).

Verma et al. (2005) analisando rendimentos de milho não irrigado nos Estados Unidos encontraram que a média foi de 8.600 kg ha<sup>-1</sup> ou 143 sc ha<sup>-1</sup>. Já para a soja os rendimentos médios foram de 2.660 kg ha<sup>-1</sup> ou aproximadamente 44 sc ha<sup>-1</sup> safra de 2002. Desta forma, no milho a produtividade média do RS é de apenas 50% da americana, enquanto na soja já é de 94%, ou seja, praticamente igual. Estes números demonstram a competitividade do sojicultor gaúcho.

O potencial de rendimento de uma determinada cultura é a expressão da interação entre o genótipo e o ambiente (Costa & Thomas, 2004). As condições ambientais e de manejo da lavoura impõe restrições à expressão do potencial de rendimento genético. O sucesso do produtor em manejar a sua lavoura pode ser avaliado pela percentagem do rendimento genético que ele consegue alcançar nos anos com condições climáticas favoráveis a cultura, como a safra 2006/07. A estimativa do potencial de rendimento pode ser feita através de 1) modelos de crescimento, 2) parcelas experimentais manejadas sem fatores limitantes e 3) monitoramento detalhado de áreas cultivadas (Costa & Thomas, 2004). Neste último caso, os mapas de rendimento gerados na agricultura de precisão podem fornecer uma importante contribuição aos produtores e técnicos.

Os mapas de produtividade são considerados uma excelente ferramenta para análise do desempenho agrícola em nível de propriedade. No RS nos últimos anos tem aumentado o número de produtores que têm adquirido colhedoras equipadas com eletrônica capaz de gerar mapas de produtividade. Na foto (Figura 5) o produtor Arnaldo Trein, Lagoa Vermelha (RS), juntamente com o primeiro autor deste trabalho avalia a lavoura de soja antes da colheita na safra 2006/07.



**Figura 5.** Lavoura de soja do produtor Arnaldo Trein em Lagoa Vermelha, safra 2006/07 (RS).

O objetivo principal deste trabalho foi reunir um conjunto de propriedades no RS que dispunham de mapas de rendimento de soja e milho proporcionados pela agricultura de precisão e fazer uma análise do comportamento de produtividade na safra 2006/07.

## Material e Métodos

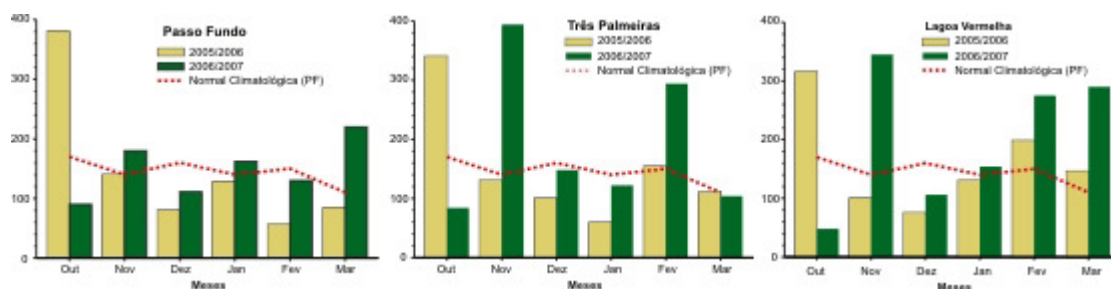
### Locais investigados

Na Tabela 1 são apresentadas a localização, tamanho da área, número de pontos amostrados e cultura utilizada nas seis lavouras que compõem este trabalho. As propriedades foram escolhidas por serem de bom nível de manejo de solo e de culturas e principalmente devido às colheitas terem sido realizadas com o mapeamento eletrônico de rendimento. Na Figura 6 observa-se o volume mensal de precipitações registradas durante os meses de outubro à março das safras de 2006 e 2007.

**Tabela 1.** Localização das lavouras investigadas na safra 2006/07



Município	Propriedade	Nº. de pontos	Área (ha)	Coordenadas UTM SAD 69	Cultura
Lagoa Vermelha	Sr. Arnaldo Trein	9642	103.24	E 459780.826 N 6894445.177	Soja sem irrigação
Lagoa Vermelha	Sr. Arnaldo Trein	7500	77.38	E 456663.771 N 6894477.104	Soja sem irrigação
Santo Antônio do Planalto	Sr. Jairo Kohrausch	4817	49.43	E 338568.984 N 6851921.608	Soja sem irrigação
Trindade do Sul	Sr. Fernando Picolli	12676	130.82	E 323841.700 N 6950827.693	Milho com irrigação
Saldanha Marinho	Sr. Sergio Limberger	4368	45.21	E 296155.656 N 6859606.531	Milho sem irrigação
Almirante Tamandaré	Sr. Luciano Mattos	2756	28.71	E 309564.093 N 6888930.343	Milho sem irrigação



**Figura 6.** Precipitação mensal registrada nos municípios de Passo Fundo, Lagoa Vermelha e Três Palmeiras durante as safras de verão 2005/2006 e 2006/2007 e normal climatológica do município de Passo Fundo (1961-1990). Fonte: Defesa Civil/RS, 2007 e INMET, 2007.

## Mapas de Rendimento

A maioria dos mapas foram gerados com uma colhedora Massey Ferguson, modelo MF 34, equipada com o Sistema Fieldstar®, que congrega um conjunto composto de sensor de rendimento do tipo Micro-Trak (Micro-Trak Systems Inc.) de duas hastes, cartão para armazenamento de dados tipo PCMCIA 64mb e um receptor de GPS que rastreia o sinal do Sistema de Posicionamento Global (GPS). As áreas investigadas possuíam balança na propriedade ou próximo da mesma, permitindo as calibrações e correções necessárias. O sistema foi ajustado para armazenar os dados de posição (latitude, longitude e altitude) da máquina bem como a produção de grãos por unidade de área, perdas de saca-palha, perdas de peneiras e velocidade de deslocamento.

A maioria das colhedoras utilizadas nesta pesquisa não estava equipada com sensor de umidade de grãos. Com o intuito de atenuar o efeito da variabilidade da umidade dos grãos ao longo do dia durante a colheita, foram padronizados procedimentos de campo e de pós-processamento de dados. Assim no campo, durante a colheita, a cada quatro tanques graneleiros (uma carga de caminhão) foi anotada a umidade e as impurezas que posteriormente foram utilizadas para correção da rastreabilidade e elaboração de mapas de produtividade. Os dados de produtividade foram ajustados para 13% de umidade.

Durante a rastreabilidade dos dados brutos foram, cuidadosamente, observadas algumas práticas de colheita, como: calibrar os sensores de rendimento frequentemente, verificar o estado de limpeza dos sensores evitando a deposição de resíduos de culturas, conduzir a colhedora de forma a manter a plataforma completa de culturas durante o corte e com velocidade constante, os arremates da lavoura foram realizados sem registro dos dados, também foram evitadas paradas bruscas durante a colheita e uniformizados os tempos de entrada e saída da lavoura com a finalidade de padronizar a obtenção dos dados brutos das colhedoras.

Foram analisados dados brutos de produtividade registrados pelas máquinas em 6 diferentes

lavouras que totalizaram 434,79 ha, sendo três dessas com a cultura de soja correspondente a 230,05 ha e três com cultura de milho correspondente a 204,74 ha. O número de dados de colheita investigados foi de aproximadamente 41.759 pontos. Os dados brutos foram filtrados para eliminar erros de manobras da máquina, erros de posicionamento e erros de registro de produtividade nula ou ausente e produtividades excessivamente elevada. Aproximadamente 5% dos dados brutos registrados foram descartados neste processo.

Para espacialização dos dados filtrados foram gerados malha de pontos com espaçamento de 10 metros pelo software Campeiro 6 (Giotto et al., 2004), cada ponto da malha realizou um raio de busca de 10 metros com a finalidade de gerar uma média dos dados de rendimento registrados, posteriormente os dados foram interpolados por krigagem.

A fim de analisar a variabilidade espacial do rendimento, três classes de produtividade foram consideradas. As produtividades com valores >110% em relação à média geral de produtividade da lavoura constituíram a classe de alta produtividade, as produtividades entre 90% e 110% constituíram a classe de média produtividade e as < 90% a classe de baixa produtividade. Esse critério foi baseado na finalidade de caracterizar porcentualmente as zonas de baixo rendimento nos mapas de rendimento. Todavia para fins de análise também foi determinado o rendimento das zonas com dez por cento mais e menos produtivas.

## Resultados e Discussão

### Rendimentos alcançados

Os resultados de rendimento médio de soja encontrados neste trabalho em condições de elevado nível tecnológico foram na média 36% superiores a média do RS e superiores inclusive a média americana (Tabela 2). No milho os rendimentos médios nas lavouras investigadas foram 135% superiores a média do RS, indicando o grande espaço para utilização de tecnologia na cultura em nível de Estado, os valores de rendimento se aproximaram da média americana.

**Tabela 2.** Rendimento de soja e milho obtidos com colhedora equipada com sensor de rendimento na safra 2006/07.

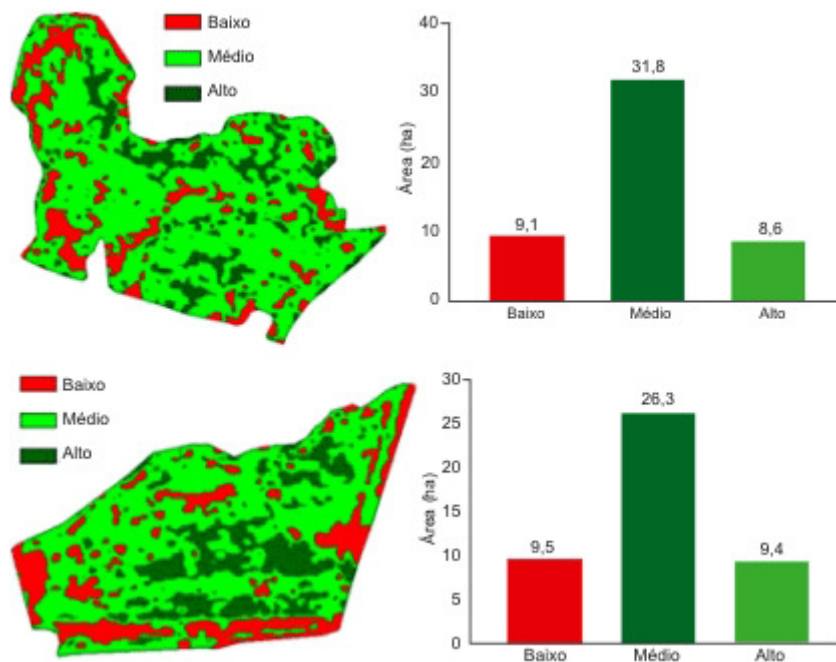
Cultura	Município	Área ha <sup>-1</sup>	Num. pontos	Rend. médio	Rend. mínimo	Rend. máximo	10% da área mais produtivos	10% da área menos produtivos	Desvio padrão %	CV
----- kg ha <sup>-1</sup> -----										
Soja	Lagoa Vermelha	103,3	9.642	3.297	972	4.909	4.430	1.736	7,5	13,6
Soja	Lagoa Vermelha	77,4	7.500	3.366	1.164	4.637	4.304	1.901	7,2	12,8
Soja	Santo Antônio	49,4	4.817	3.805	1.344	4.993	4.657	2.282	7,2	11,4
Milho irrigado	Trindade do Sul	130,8	12.676	9.486	4.484	11.032	10.792	6.258	11,9	7,5
Milho sequeiro	Saldanha Maranhão	45,2	4.368	9.918	4.556	13.681	12.541	6.377	21,2	12,8
Milho sequeiro	Almirante Tamandaré	28,7	2.756	11.100	6.893	14.637	13.369	8.244	17,4	9,4

Costa & Thomas (2004), em revisão de literatura de experimentos conduzidos em municípios próximos, tais como Cruz Alta, Santo Augusto e Passo Fundo, encontraram que o rendimento máximo médio de soja foi de 4.436 kg ha<sup>-1</sup> ou aproximadamente 74 sc ha<sup>-1</sup>. Na Tabela 2 são apresentados os resultados de rendimento máximo, que representariam uma área muito pequena na lavoura e por vezes sujeita a erros de registro, e os dez por cento da área da lavoura mais produtivos, neste caso com probabilidade de erros de registro muito pequena por se tratar de uma média de vários dados de rendimento. Neste último caso, os rendimentos de soja variaram de 4.430 a 4.657 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja 74 a 78 sc ha<sup>-1</sup>, indicando que este valor pode ser estabelecido como alvo. O desafio futuro será melhorar o manejo das lavouras para que este rendimento possa ser alcançado na maior parte da área e não apenas em uma pequena percentagem. Por outro lado, mesmo nestas lavouras com elevados rendimentos observou-se que os dez por cento menos produtivo de soja produziram apenas entre 40 a 50% da área mais produtiva. Para o milho esta relação foi aproximadamente 60%.

Os rendimentos máximos de soja alcançados, nesta safra com condições climáticas

favoráveis, foram aproximadamente 80% do máximo rendimento já obtido no RS, e 68% do maior rendimento registrado na literatura (Costa et al., 1984; Costa & Thomas, 2004). Estes resultados evidenciam o grau de sucesso do manejo adotado nas lavouras investigadas, especialmente se for considerado que as áreas não são irrigadas, enquanto os rendimentos máximos utilizados como referência são de lavouras irrigadas.

A análise espacial de ocorrência dos 10% mais produtivos nas lavouras geralmente está associado a parte mais elevada da coxilha (platô), onde a declividade é baixa e o solo é profundo. Também existe uma correlação com o teor de matéria orgânica, as áreas mais produtivas são geralmente aquelas com maior teor de matéria orgânica. Por outro lado, as áreas menos produtivas localizam-se nas bordas da lavoura, em áreas de trânsito e manobras de máquinas agrícolas e em locais com histórico de erosões pretéritas (Figura 7).



**Figura 7.** Mapa de rendimento de soja na propriedade do Sr Jairo Kohlrausch, município de Santo Antonio do Planalto (Fig. 7a) e mapa de rendimento de milho na propriedade do Sr Sérgio Limberger, município de Saldanha Marinho (Figura 7b).

### A importância da disponibilidade de água no solo para elevados rendimentos

O fator que mais frequentemente limita o rendimento de soja e milho no Rio Grande do Sul é a disponibilidade de água no solo (Costa et al., 2002; Santi & Amado, 2007). A deficiência de umidade durante a fase vegetativa da soja induz redução do crescimento, da atividade fotossintética e da fixação biológica de nitrogênio e do metabolismo da planta. A deficiência de nitrogênio em situações de estresse ambiental (seca) tem sido apontada como uma das causas da queda no rendimento da soja, uma vez que a demanda por este nutriente é muito alta em situações de elevado rendimento. Durante o período reprodutivo a menor disponibilidade de água no período reprodutivo induz queda de flores, de legumes, abortamento de grãos, grãos de menor tamanho e vigor e com menores teores de óleo e proteína (Costa et al., 2002). Para a obtenção de rendimentos recordes, a disponibilidade de água para a cultura deve estar sempre muito próxima da ideal, fato que a campo será concretizado se o regime de precipitações (quantidade e distribuição) durante o ciclo da cultura for favorável e o manejo da lavoura for orientado para aumentar a infiltração e o armazenamento de água no solo.

A infiltração é dependente da velocidade de escoamento da água na superfície do solo, que por sua vez é influenciada pelo volume de água (chuvas intensas), declividade e comprimento da coxilha (lançante), sentido da linha de plantio em relação a declividade, quantidade e tipo de resíduos mantidos na superfície do solo, encrostamento superficial do solo (primeiros 3 cm), compactação subsuperficial (10 a 20 cm), estrutura e agregação do solo e presença de barreiras físicas (terraços e linhas de plantio).

Já o armazenamento de água no solo é influenciado pela profundidade do solo, estrutura do



solo, teor de matéria orgânica e redução da evaporação ocasionada pela radiação solar e ação dos ventos, proporcionado pela manutenção de elevada palhada na superfície do solo.

Na utilização da água armazenada no solo pelas plantas ainda é importante o desenvolvimento radicular da soja que é influenciada por condições químicas (acidez, toxidez de alumínio e baixo teor de nutrientes na camada inferior a 10 cm), condições físicas (compactação que oferece resistência à penetração de raízes e diminui a oxigenação do solo) e condições biológicas (o desenvolvimento radicular é favorecido pela presença de bioporos previamente formados pela atividade biológica).

Durante a condução deste trabalho observou-se a estratégia do produtor Arnaldo Trein em aumentar o aprofundamento do sistema radicular da soja em sua lavoura de plantio direto. Quando a soja encontrava-se em fase de queda de folhas, o nabo forrageiro era sobresemeado, neste caso com aviação agrícola, de maneira que quando a soja completava o seu ciclo (colheita), o nabo já se encontra estabelecido (Figura 8). Posteriormente, a próxima cultura da soja encontrou bioporos das anteriores raízes do nabo apresentando um desenvolvimento radicular satisfatório (Figura 9). Neste caso, além dos bioporos representarem um caminho preferencial ao desenvolvimento das raízes de soja, deve-se considerar também que os exsudatos das raízes de nabo criaram condições químicas do solo favoráveis ao crescimento das raízes da leguminosa.



**Figura 8.** Produtora Valesca Trein indicando o nabo forrageiro já em fase de desenvolvimento quando da colheita da soja. Lagoa Vermelha, 2007.





**Figura 9.** Desenvolvimento da raiz de soja após nabo forrageiro cultivado no inverno. Lagoa Vermelha, 2007.

### Considerações Finais

Os mapas de rendimento mostram-se uma ferramenta eficiente para estabelecer o rendimento alvo possível a ser alcançado nas lavouras, permitindo, em anos com condições climáticas favoráveis, avaliar o grau de sucesso dos agricultores no manejo das lavouras.

Os rendimentos de soja e de milho nas lavouras investigadas foram elevados, sendo inclusive comparáveis a médias alcançadas por países desenvolvidos com tradição agrícola, indicando a eficiência dos agricultores gaúchos.

Verificou-se variabilidade espacial na produtividade das lavouras justificando o manejo localizado como estratégia de uniformização das áreas e de racionalização do uso de insumos.

### Agradecimentos

Aos produtores Sr. Arnaldo Trein, Sr. Jairo Kohlrausch, Sr. Fernando Picolli, Sr. Sérgio Limberger, Sr. Luciano Mattos, a Agros, a COTRIJAL e ao Projeto Aquarius pela cessão dos dados de rendimento para esta publicação.

### Referências bibliográficas

Amado, T.J.C.; Pontelli, C.B.; Santi, A.L.; Viana, J.H.M. & Sulzbach, L. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1101-1110, 2007.

Costa, J. A. & Thomas, A. L. Potencial de rendimento da soja. *Revista Plantio Direto*, 82:28-32, 2004.

Costa, J.A.; Pires, J.L.F.; Rambo, L. & Thomas, A.L. Redução do espaçamento entre linhas e potencial de rendimento de soja. *Revista Plantio Direto*, 22-28, 2002.

Defesa Civil/RS. Índice pluviométricos por período e município. Disponível em <[www.defesacivil.rs.gov.br](http://www.defesacivil.rs.gov.br)>. Acesso em 25 de Setembro de 2007. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 08/2007. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 25 de Setembro de 2007. 2007.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Condições registradas: Chuva acumulada mensal e Normal Climatológica. Disponível em <[www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)>. Acesso em 25 de Setembro de 2007.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Central de Informações Agropecuárias: Séries históricas de soja e milho. Disponível em <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em 25 de Setembro de 2007.

FEBRAPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Área de plantio direto no Brasil. Disponível em <[www.febrapdp.com.br](http://www.febrapdp.com.br)>. Acesso em 25 de Setembro de 2007.

Giotto, A; Robaina, A.D. & Sulzbach, L. Agricultura de precisão com sistema CR Campeiro5. Santa Maria: [s.n.], 2004. 330p.

Santi, A. L. & Amado, T.J.C. Maximização da produtividade em áreas sob plantio direto. Revista Plantio Direto, 99:9-13, 2007.

---

**Revista Plantio Direto, edição 101, setembro/outubro de 2007. Aldeia Norte Editora Ltda., Passo Fundo, RS.**

Copyright © Revista Plantio Direto / Aldeia Norte Editora. A reprodução de qualquer parte do conteúdo deste site é proibida.