

Alternativas para aumento da produtividade da lavoura de grãos no Rio Grande do Sul

José Eloir Denardin⁹

1. Introdução

O objetivo deste texto é, a partir dos conceitos de sistema agrícola produtivo e modelo de produção, analisar as causas do hiato existente entre a produtividade da lavoura de grãos do Rio Grande do Sul e do Brasil e opinar sobre ações requeridas para elevar a produtividade dessa lavoura, mediante mitigação dos efeitos climáticos, caracterização dos pré-requisitos para a implantação de soluções e contextualização do papel do Governo nessa ação.

2. Conceito de sistema agrícola produtivo e modelo de produção

A produção de grãos, principalmente das commodities, domina o mercado agrícola no Rio Grande do Sul, e uma análise para identificar fatores implicados no aumento da produtividade dessa modalidade de agricultura parte do detalhamento e da interpretação das interações entre os múltiplos componentes que integram um sistema agrícola produtivo. Assim, com o intuito de enfatizar o caráter holístico implicado na prática da agricultura e destacar a relevância do papel reservado à biodiversidade na produção de material orgânico (C) e, conseqüentemente sua relação com a atividade biológica do solo, estruturação do solo e manutenção da fertilidade do solo, é imprescindível conceituar sistema agrícola produtivo e diferenciá-lo de modelo de produção.

A base estrutural do sistema agrícola produtivo é constituída por três fatores: clima, planta e solo. O fator clima participa com o potencial “energético”, o fator planta com o potencial “genético” e o fator solo com o potencial “fertilidade” (Figura 1). Assim, a produtividade do sistema agrícola produtivo deriva da interação desses fatores, de modo que não tem sentido referir-se isoladamente

⁹Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Rodovia BR-285, km 294, CEP 99050-970 Passo Fundo, RS, Brasil.

à produtividade do clima, à produtividade da planta ou à produtividade do solo, pois não há geração de produto na ausência de qualquer um desses fatores ou sem a interação entre eles.

O fator clima, expresso pelo potencial “energético”, é caracterizado pela luz, pelo calor e pela precipitação. O manejo desse fator é orientado pelo zoneamento climático, que determina as regiões aptas e a melhor época do ano para a semeadura de cada espécie cultivada.

O fator planta, expresso pelo potencial “genético”, é a planta em si, ou seja, a espécie, a variedade, o híbrido, o tipo agrônomico, a adaptabilidade, etc. A seleção da planta a ser cultivada é fundamental, pois a questão de manejo está focada no uso do material genético mais responsivo às interações dos fatores clima e solo.

O fator solo, expresso pelo potencial “fertilidade”, isto é, pela fertilidade do solo, é subdividido em seis subfatores, sendo quatro de natureza física e dois de natureza química. Os subfatores de natureza física são: armazenamento e disponibilidade de água; difusão de calor; difusão de gases; e resistência à penetração de raízes. Os subfatores de natureza química são: reação – pH; e disponibilidade de nutrientes às plantas. Todos esses subfatores, sejam de natureza física, sejam de natureza química, são regidos pela estrutura do solo.

No contexto da agricultura conservacionista, com ênfase ao Sistema Plantio Direto, a estrutura do solo, agronomicamente desejada, resulta da atividade biológica do solo, a qual reage à quantidade e qualidade do material orgânico aportado ao solo pelas plantas cultivadas. De outro modo, o potencial “fertilidade” do sistema agrícola produtivo resulta da adição de material orgânico ao solo produzido pelas espécies cultivadas ou pela biodiversidade imposta ao sistema agrícola produtivo (Figura 1). Assim, sob Sistema Plantio Direto, a fertilidade do solo não é suficientemente explicada pelos subfatores de natureza química, pois é a estrutura do solo que define a intensidade dos fluxos de água, gases e calor no solo, bem como as condições físicas para as raízes das plantas acessarem água no solo. Em outras palavras, com o abandono do preparo de solo, recorrentemente praticado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, os laudos de análise de solo, demonstrando subfatores químicos em suficiência ao desenvolvimento das plantas, não podem mais ser interpretados como determinantes de “solo fértil” se a estrutura do solo não permitir os fluxos de água, gases e calor no solo e impuser resistência à expansão do sistema radicular das plantas. Portanto, em lavouras conduzidas sob Sistema Plantio Direto, é a estrutura do solo que rege sua fertilidade.

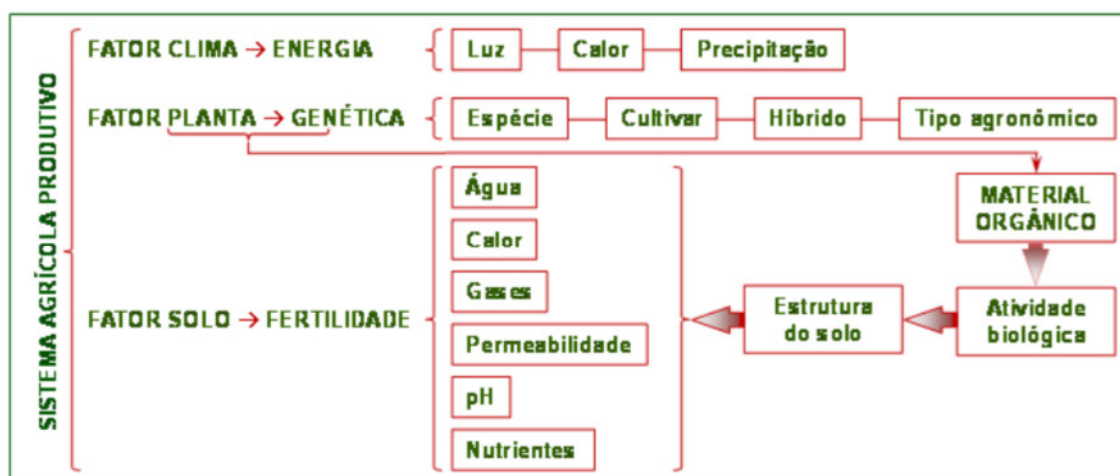
Modelo de produção, por sua vez, compreende o arranjo, no espaço e no tempo, das espécies vegetais e/ou animais que compõem o sistema agrícola produtivo. O modelo de produção determina a frequência, a quantidade e a qualidade do material orgânico que é adicionado ao solo, interfere na taxa de mineralização dos nutrientes no solo, determina a quantidade e qualidade da

matéria orgânica a ser formada no solo, enfim, define a qualidade da estrutura do solo e, conseqüentemente se constitui em um componente da fertilidade do solo. Portanto, a ação primordial do manejo de um sistema agrícola produtivo reside no planejamento ou estruturação do modelo de produção, ou seja, na definição de o que será cultivado.

Exemplificando: a soja é o carro-chefe da agricultura produtora de grãos no Rio Grande do Sul, podendo ser referida como a “rainha dos grãos”. Em sendo assim, pergunta-se: quem são os seus “súditos”, isto é, quais são as demais espécies que devem compor o modelo de produção, para atender ao preceito primordial do sistema agrícola produtivo, que é adicionar material orgânico ao solo em frequência, quantidade e qualidade compatíveis com a demanda do solo? Quais são as demais espécies que deverão compor o modelo de produção para propiciar aporte adequado de material orgânico ao solo, promover a estruturação do solo e imprimir fertilidade ao solo? O monocultivo de soja, seguido ou não por cereais de inverno, há muito já foi comprovado ser um modelo de produção degradador de solo, pois não atende ao preceito primordial do sistema agrícola produtivo. A soja é uma espécie da família das leguminosas, que se caracteriza pela formação de tecido de baixa relação C/N. Essa característica determina que os restos de cultura da soja, em regiões de clima subtropical e tropical, serão decompostos em até 90 dias, fato que impede a estabilização da estrutura do solo e, em decorrência, o potencial “fertilidade”.

Essas constatações, fundamentadas e derivadas da base conceitual e dos preceitos da agricultura conservacionista (Figura 1), são ainda pouco percebidas, consideradas e aplicadas no manejo de sistemas agrícolas produtivos direcionados à produção de grãos, tanto em escala estadual quanto em escala nacional. Ao contrário disso, constata-se que os segmentos industrial e comercial ligados à agricultura corriqueiramente pressionam o setor com tecnologias individualizadas e alheias às interações entre os componentes que estruturam e regem o sistema agrícola produtivo e, em decorrência, sem a percepção de que não faz sentido tratar tecnologias isoladas, como estratégia para aumentar a produtividade da lavoura. O aumento da produtividade do sistema agrícola produtivo é indiscutivelmente função de um contexto maior, englobando tecnologias de produto, de processo e de serviço.

Figura 1. Estrutura conceitual de sistema agrícola produtivo no contexto da agricultura conservacionista.

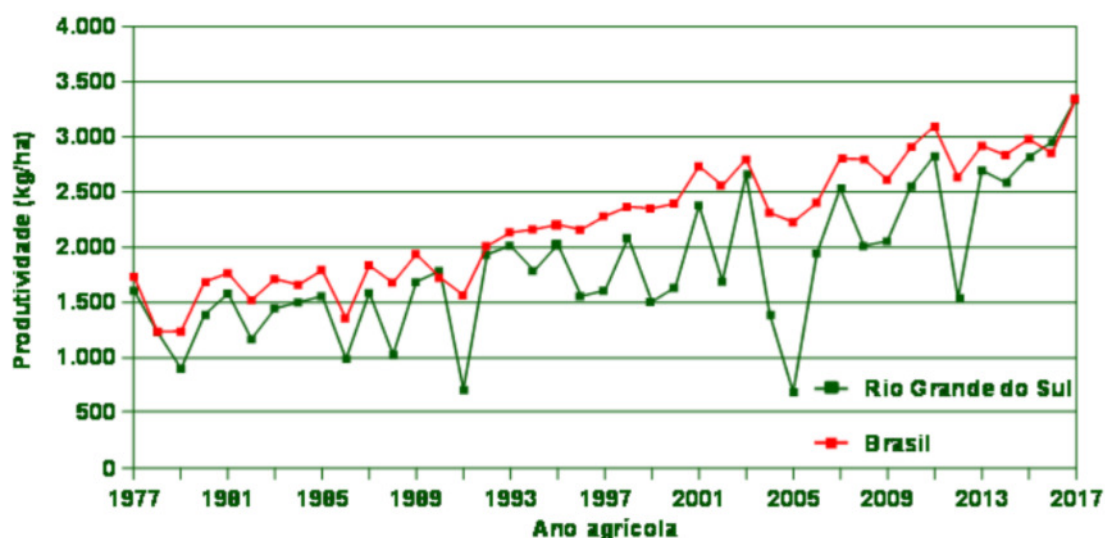


Fonte: DENARDIN (2012).

3. Caracterização dos hiatos na produtividade de grãos

A análise da evolução das produtividades médias anuais de grãos de soja no Rio Grande do Sul e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977 e 2017 (Figura 2), denota que as produtividades atingidas no Rio Grande do Sul são sistematicamente inferiores às do Brasil, à exceção dos anos agrícolas 1990 e 2016. Em adição, a oscilação das produtividades ao longo dos anos agrícolas no Rio Grande do Sul é expressivamente superior às do Brasil. Essas percepções caracterizam a existência de um amplo hiato entre a produtividade média anual de grãos de soja entre o Rio Grande do Sul e o Brasil, em prol do Brasil.

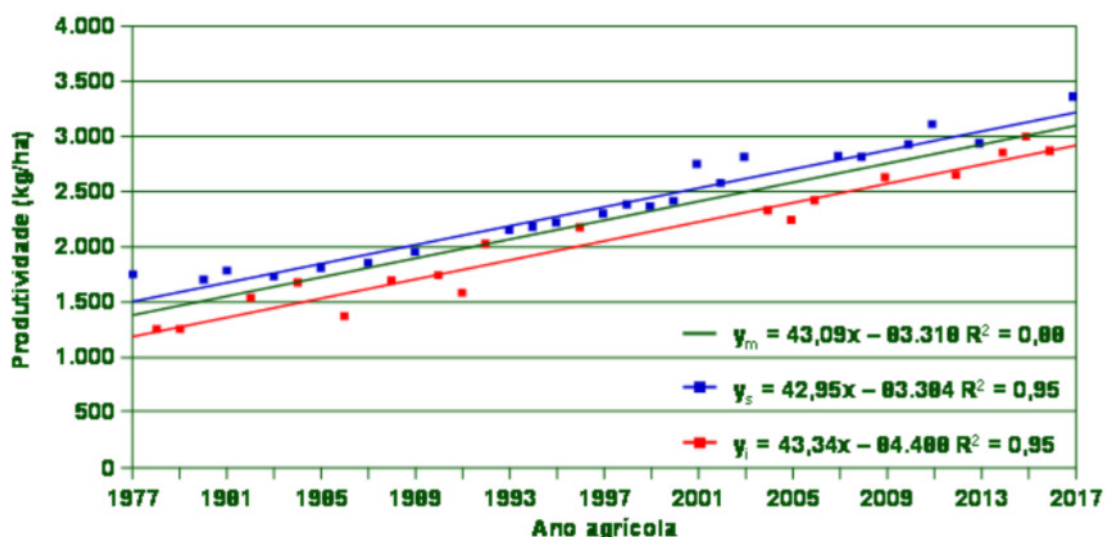
Figura 2. Produtividade média anual de grãos de soja no RS e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977 a 2017.



Fonte: CONAB (2017).

Na Figura 3, a estimativa linearizada das produtividades médias anuais de grãos de soja no Brasil (y_m), ao longo da série histórica de 41 anos, no período de 1977 a 2017, constata consistente ganho anual de produtividade de 43,09 kg/ha, o que é comprovado pelo elevado coeficiente de determinação do modelo matemático linearizado ($R^2 = 0,88$). Essa estabilidade do ganho anual de produtividade pode também ser constatada pelas estimativas linearizadas dos anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada da produtividade média da série histórica (y_m), ao apresentarem coeficientes de determinação iguais e elevados ($R^2 = 0,95$) e ganhos anuais de produtividade similares de 42,95 kg/ha, para y_s , e 43,34 kg/ha, para y_i . Essas duas estimativas diferenciam-se entre si pelo coeficiente linear médio do período analisado, que é de 325 kg/ha. Esse comportamento da produtividade de grãos de soja no Brasil tem oferecido segurança às exportações, dada a notável estabilidade que apresenta.

Figura 3. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de soja, no período de 1977 a 2017, no Brasil.



Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.

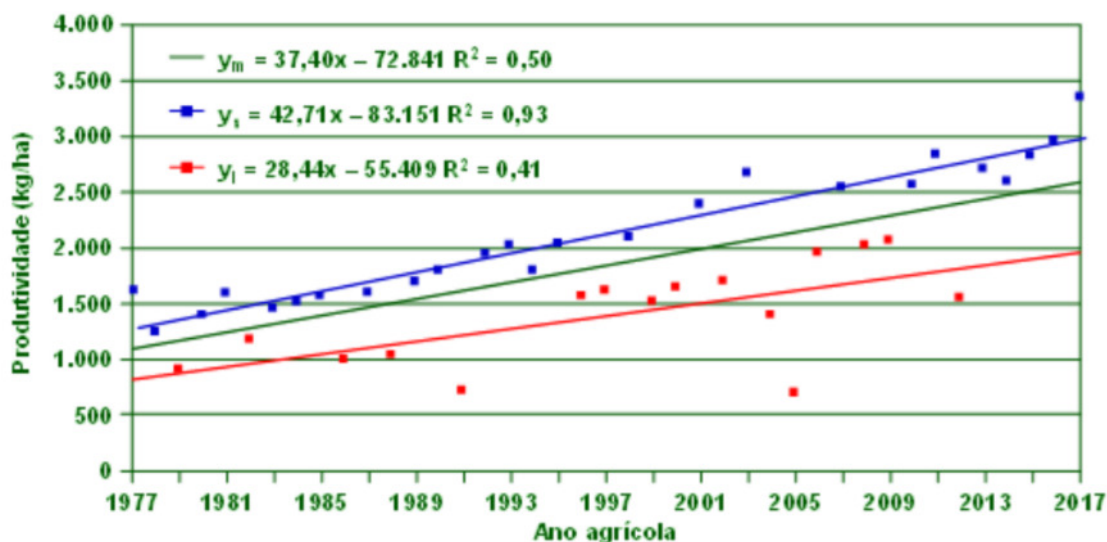
Fonte: CONAB (2017).

Essa mesma análise, aplicada às produtividades médias de grãos de soja no Rio Grande do Sul (Figura 4), determina que o ganho anual de produtividade (37,40 kg/ha), além de ser inferior ao do Brasil, é também menos consistente, devido ao médio coeficiente de determinação expresso pelo modelo matemático linear ($R^2 = 0,50$). A inconsistência observada é, sem dúvida, resultante da instabilidade das produtividades atingidas nos anos agrícolas com produtividades inferiores à estimativa linearizada da produtividade média da série analisada (y_m). O modelo matemático linear aplicado às produtividades desses anos agrícolas (y_i) revela baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,41$) e ganho anual de produtividade de apenas 28,44 kg/ha. Por outro lado, a estimativa linearizada das produtividades atingidas nos anos com produtividades superiores (y_s) à

estimativa linearizada da produtividade média da série analisada (y_m), em que o modelo matemático linear determina ganho anual de produtividade de 42,71 kg/ha e elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,93$), infere inexistência de efeito sobre a instabilidade observada. Portanto, a análise demonstra que o manejo dos fatores e subfatores que integram o sistema agrícola produtivo no Rio Grande do Sul não tem tido qualidade em suficiência para imprimir estabilidade à produtividade de grãos de soja de modo similar àquela observada em escala nacional. A oscilação da produtividade de grãos ao longo dessa série histórica se caracteriza pelo domínio da alternância de anos agrícolas com produtividades acima da média e abaixo da média (Figura 2), imprimindo inconsistência ao setor produtivo.

Outro aspecto relevante da análise é que as estimativas linearizadas das produtividades de grãos de soja dos anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica analisada se afastam com o passar dos anos, ou seja, as oscilações entre os anos com produtividades superiores e inferiores à média, a cada ano são maiores. Depreende-se dessa constatação que o sistema agrícola produtivo aplicado à soja no Rio Grande do Sul vem apresentando problemas de manejo que resultam na degradação do solo, uma vez que, a cada evento adverso, como breves estiagens, a produtividade de grãos de soja é mais fortemente impactada, impondo mais e maiores riscos ao setor.

Figura 4. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de soja, no período de 1977-2017, no RS.



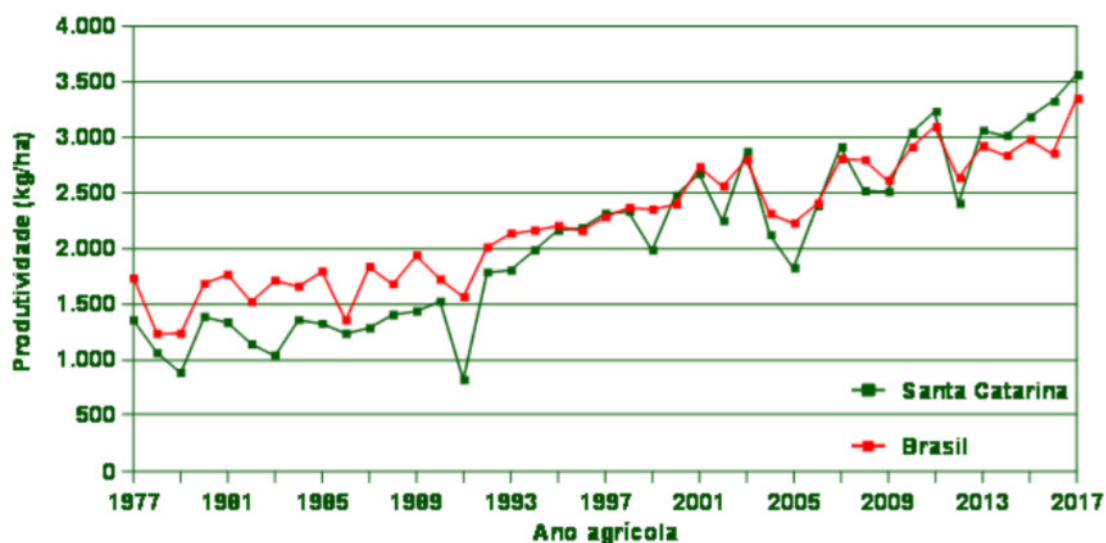
Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.

Fonte: CONAB (2017).

Em Santa Catarina (Figura 5), um estado com estrutura fundiária formada por pequenos estabelecimentos rurais, a evolução da produtividade da lavoura de soja diferencia-se daquela do Rio Grande do Sul, quando comparadas à do Brasil. Até o ano agrícola de 1995, as produtividades da lavoura de soja em

Santa Catarina foram sistematicamente inferiores às do Brasil. A partir desse ano, passou a atingir produtividades, ora superiores e ora inferiores às do Brasil, enquanto as do Rio Grande do Sul foram recorrentemente inferiores ao longo da série histórica, exceto em dois anos agrícolas. Esse comportamento pode, em parte, ter resultado da fusão das instituições de pesquisa e extensão rural do estado de Santa Catarina, ocorrida em 1991. As tecnologias e as inovações geradas e/ou adaptadas pela pesquisa, estreitamente vinculadas às demandas identificadas pela extensão rural, por certo, foram transferidas e continuam sendo repassadas ao produtor rural, considerando as interações determinantes do sistema agrícola produtivo, em contrapartida às pressões exercidas pelos segmentos industrial e comercial de insumos agrícolas que focam em tecnologias isoladas. Essa integração da pesquisa e extensão rural, além de, em parte, proteger o produtor rural das pressões desses segmentos, foi fundamental para esse crescimento, tornando a produtividade da lavoura de soja semelhante à brasileira e diferente da do Rio Grande do Sul, que, a cada ano agrícola, se afasta mais.

Figura 5. Produtividade média de grãos de soja em SC e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977-2017.

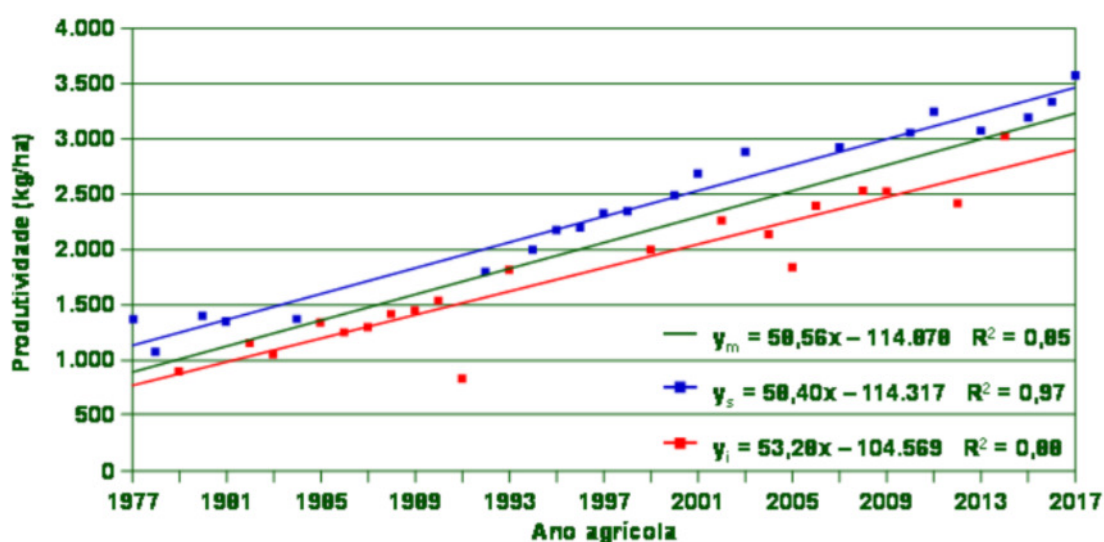


Fonte: CONAB (2017).

Na Figura 6, a estimativa linearizada da produtividade média de grãos de soja em Santa Catarina (y_m), ao longo da série histórica de 41 anos, no período de 1977 a 2017, constata consistente e extraordinário ganho anual de produtividade de 58,56 kg/ha, o qual é comprovado pelo elevado coeficiente de determinação do modelo matemático linearizado ($R^2 = 0,85$). Essa consistência no ganho anual de produtividade é também constatada pelas estimativas linearizadas dos anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada da produtividade média da série histórica analisada (y_m). Essas estimativas apresentam coeficientes de determinação elevados ($R^2 = 0,97$, para y_s , e $R^2 = 0,88$, para y_i) e ganhos anuais de produtividade de 58,40

e 53,28 kg/ha, respectivamente, para os anos agrícolas com produtividades superiores e inferiores à estimativa linearizada da produtividade média da série histórica analisada (y_m). Essas duas estimativas diferenciam-se entre si pelo coeficiente linear médio do período analisado, que é de 476 kg/ha. De modo similar ao Rio Grande do Sul, a estabilidade da produtividade dos anos agrícolas com produtividade superior à estimativa linearizada da produtividade média do período analisado é maior do que aquela dos anos agrícolas com produtividade inferior, porém o ganho anual de produtividade em Santa Catarina é expressivamente superior.

Figura 6. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de soja, no período de 1977-2017, em Santa Catarina.



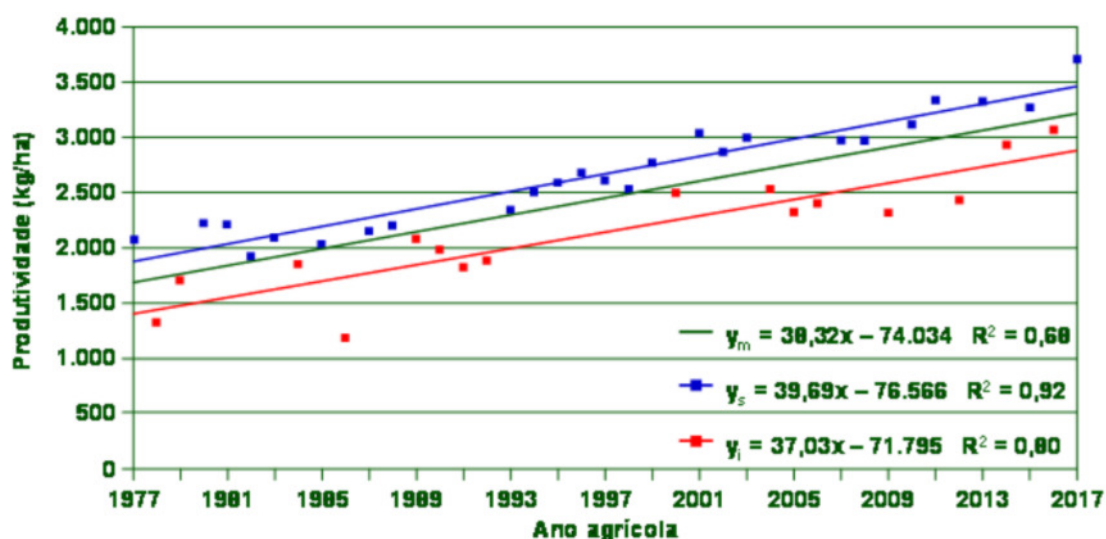
Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.
Fonte: CONAB (2017).

Essas constatações demonstram que, embora os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina estejam situados em uma mesma região climática (subtropical), é evidente que em Santa Catarina há um melhor nível de manejo do sistema agrícola produtivo, visto que os insumos agrícolas direcionados à cultura da soja não se diferenciam em função do estrato fundiário e nem da região no País. Portanto, a diferenciação da produtividade da lavoura de soja, constatada entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina, reside no operacional, isto é, nas tecnologias de processo e de serviço pertinentes à gestão do sistema agrícola produtivo. Nesse contexto, pode-se inferir que o aumento da produtividade da lavoura de grãos no Rio Grande do Sul está, em grande proporção, muito mais na dependência de acesso de como operacionalizar as tecnologias de produto do que na dependência da disponibilidade das tecnologias a adotar. Somados a esse aspecto, estão os evidentes sinais de degradação dos solos, resultantes do manejo inadequado dos sistemas agrícolas produtivos. Assim, inovações nos processos de pesquisa e extensão rural, direcionadas à solução de problemas

evidenciados por quem determina a qualidade de manejo do sistema agrícola produtivo, se constituem tema de atenção para aumentar a produtividade de grãos de soja no Rio Grande do Sul.

À medida que análises dessa natureza são aplicadas aos demais estados produtores de soja, afastando-se da região subtropical e adentrando a região tropical, o hiato das produtividades médias da lavoura de soja entre cada unidade federativa e o Brasil é cada vez menor, como é ilustrado pelo Paraná (Figura 7) e Mato Grosso (Figura 8), contudo isso ocorre também para Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. A maior área cultivada com soja na região de clima tropical em relação à de clima subtropical, bem como a evidente maior estabilidade do clima tropical em relação ao subtropical, ao longo do ciclo da cultura da soja, explicam, em elevada proporção, essa constatação. A instabilidade do clima subtropical, que ora se comporta como clima temperado, ora como clima tropical, confere dificuldades singulares à gestão de sistemas agrícolas produtivos, com impactos claramente perceptíveis pelas oscilações da produtividade de grãos da cultura de soja na série histórica analisada. Portanto, tecnologias de processo e serviço, envolvendo diretamente o gestor do sistema agrícola produtivo para a correta adoção das tecnologias de produto, emergem como solução para elevar a produtividade da lavoura de soja. A conjugação da pesquisa e extensão rural, considerando as interações dos componentes do sistema agrícola produtivo, observada em Santa Catarina, desponta como um caso de sucesso.

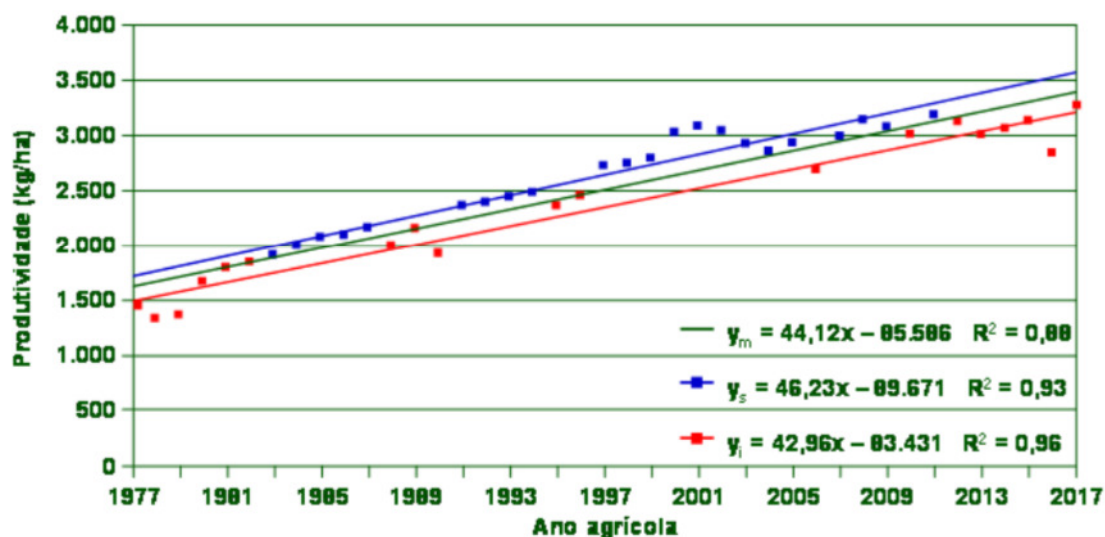
Figura 7. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de soja, no período de 1977-2017, no Paraná.



Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.

Fonte: CONAB (2017).

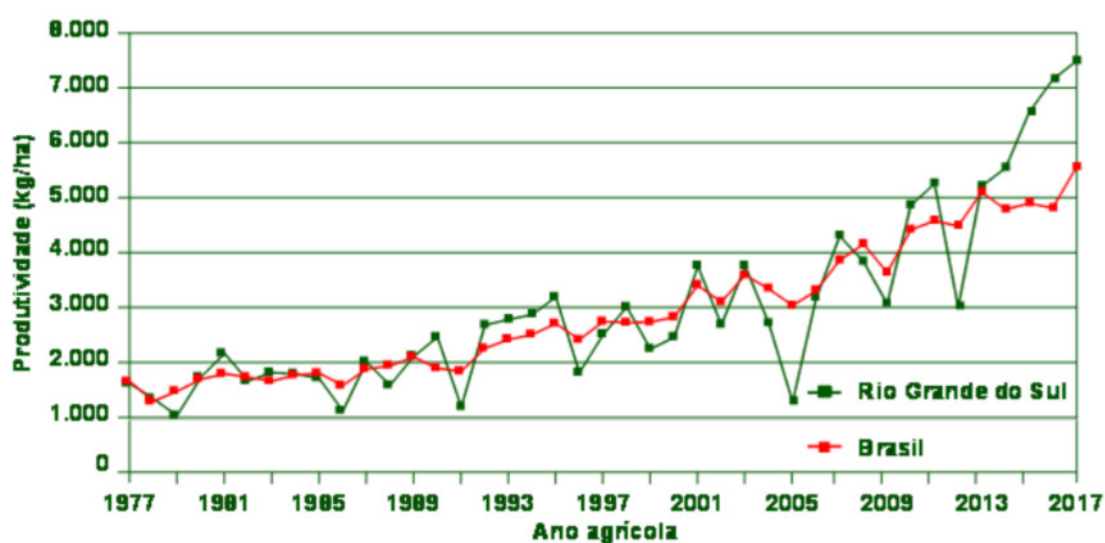
Figura 8. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de soja, no período de 1977-2017, no Mato Grosso.



Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.
 Fonte: CONAB (2017).

A análise da evolução da produtividade média anual da lavoura de milho no Rio Grande do Sul e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977 e 2017 (Figura 9), denota que as produtividades atingidas no estado são mais instáveis do que as do Brasil. Contudo, no período de 2013 a 2017, as produtividades no Rio Grande do Sul se mantiveram crescentes e superiores às do Brasil, por certo em razão do singular comportamento do clima subtropical nesse período.

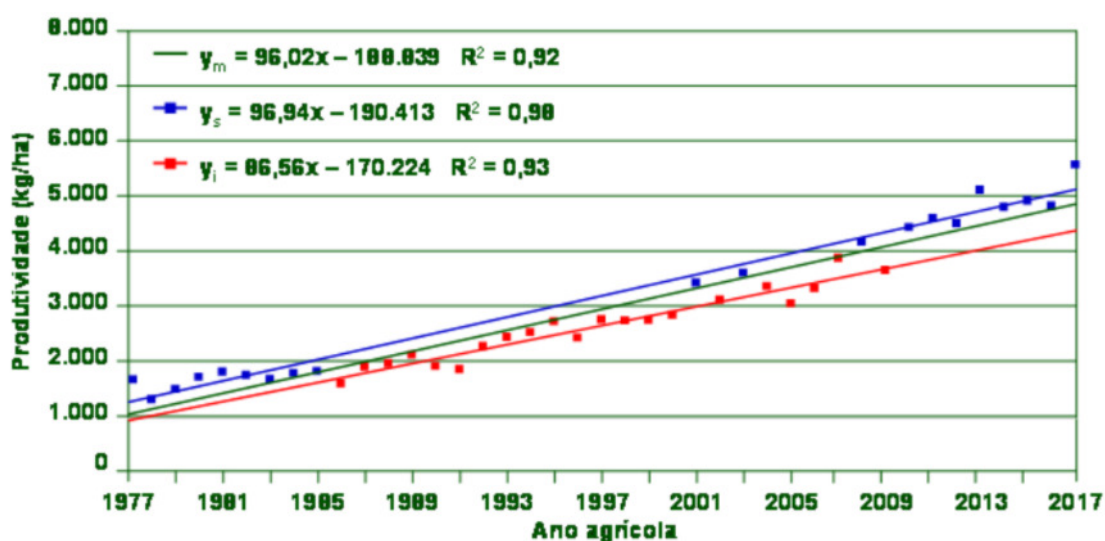
Figura 9. Produtividade média de grãos de milho no RS e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977-2017.



Fonte: CONAB (2017).

Na Figura 10, a estimativa linearizada da produtividade média da lavoura de milho no Brasil (y_m), ao longo da série histórica de 41 anos, no período de 1977 a 2017, constata consistente ganho anual de produtividade de 96,02 kg/ha, o que é expresso pelo elevado coeficiente de determinação do modelo matemático linearizado ($R^2 = 0,92$). Essa estabilidade no ganho anual de produtividade é igualmente confirmada pelas estimativas linearizadas dos anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada da produtividade média dessa série histórica (y_m), ao apresentarem elevados coeficientes de determinação ($R^2 = 0,98$, para y_s , e $R^2 = 0,93$, para y_i) e ganhos anuais de produtividade de 96,94 kg/ha, para y_s , e 86,56 kg/ha, para y_i . Essas duas estimativas diferenciam-se entre si pelo coeficiente linear médio do período analisado, que é de 540 kg/ha. Esse comportamento da produtividade de grãos de milho no Brasil demonstra crescimento consistente de produtividade, até mesmo superior ao da cultura da soja, porém não oferece segurança, sequer ao atendimento da demanda interna, em razão da instabilidade da área cultivada (Figura 11), que se encontra em queda desde o ano agrícola de 1987.

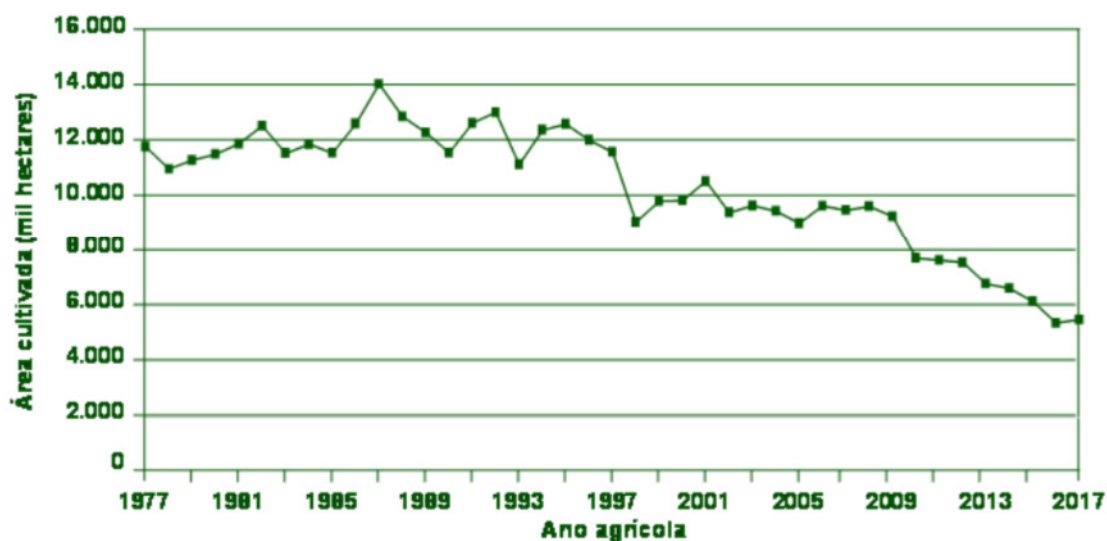
Figura 10. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de milho, no período de 1977-2017, no Brasil.



Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.

Fonte: CONAB (2017).

Figura 11. Área cultivada com a cultura de milho no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977 a 2017.

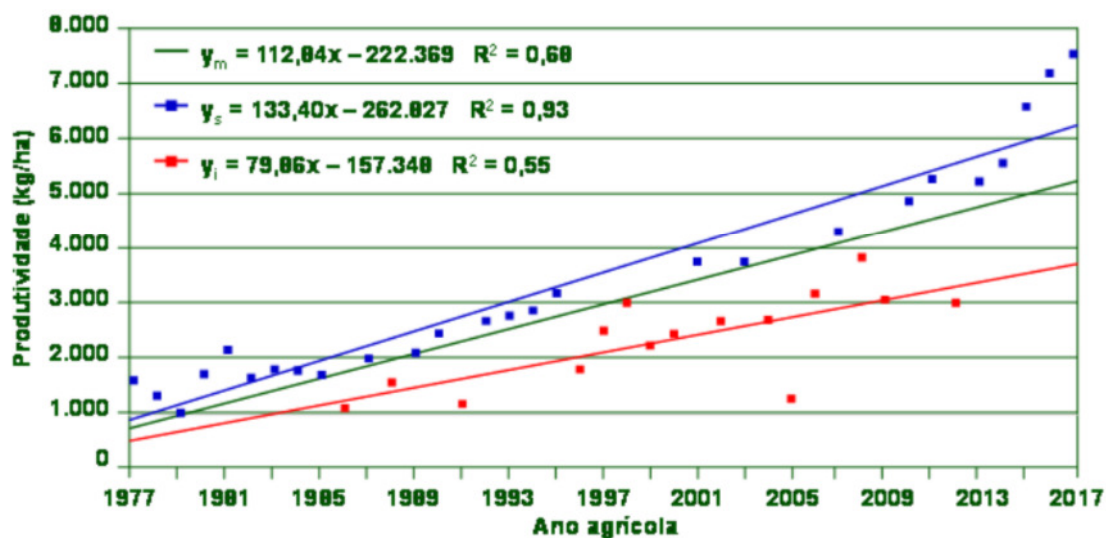


Fonte: CONAB (2017).

Essa mesma análise, aplicada à produtividade média da lavoura de milho no Rio Grande do Sul (Figura 12), revela que o ganho anual de produtividade (112,84 kg/ha), embora superior ao do Brasil, é menos consistente, sendo explicado pelo médio coeficiente de determinação do modelo linearizado ($R^2 = 0,68$). A inconsistência observada é, sem dúvida, resultante da instabilidade das produtividades atingidas nos anos agrícolas com produtividades inferiores à estimativa linearizada da produtividade média da série analisada (y_m). O modelo linear aplicado às produtividades desses anos agrícolas (y_i) revela baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,55$) e ganho anual de produtividade de apenas 79,86 kg/ha. Por outro lado, a estimativa linearizada das produtividades atingidas nos anos com produtividades superiores (y_s) à estimativa linearizada da produtividade média da série histórica analisada (y_m), em que o modelo linear indica ganho anual de produtividade de 133,40 kg/ha e elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,93$), infere inexistência de efeito sobre a instabilidade.

Assim, a análise revela que, de modo similar ao observado para o caso da soja, o manejo dos componentes do sistema agrícola produtivo de grãos no Rio Grande do Sul não tem sido adotado com qualidade em suficiência para imprimir estabilidade à produtividade de grãos de milho. A oscilação da produtividade da lavoura de milho ao longo da série histórica analisada se caracteriza pelo domínio da alternância de anos agrícolas com produtividades superiores e inferiores à estimativa linearizada da produtividade média da série analisada (Figura 9), imprimindo inconsistência ao setor produtivo. Essa inconsistência na produtividade da lavoura tem interferido fortemente na área cultivada com milho ao longo dos anos agrícolas no Rio Grande do Sul, em razão da influência que a magnitude da área cultivada exerce sobre o preço desta commodity.

Figura 12. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de milho, no período de 1977-2017, no RS.



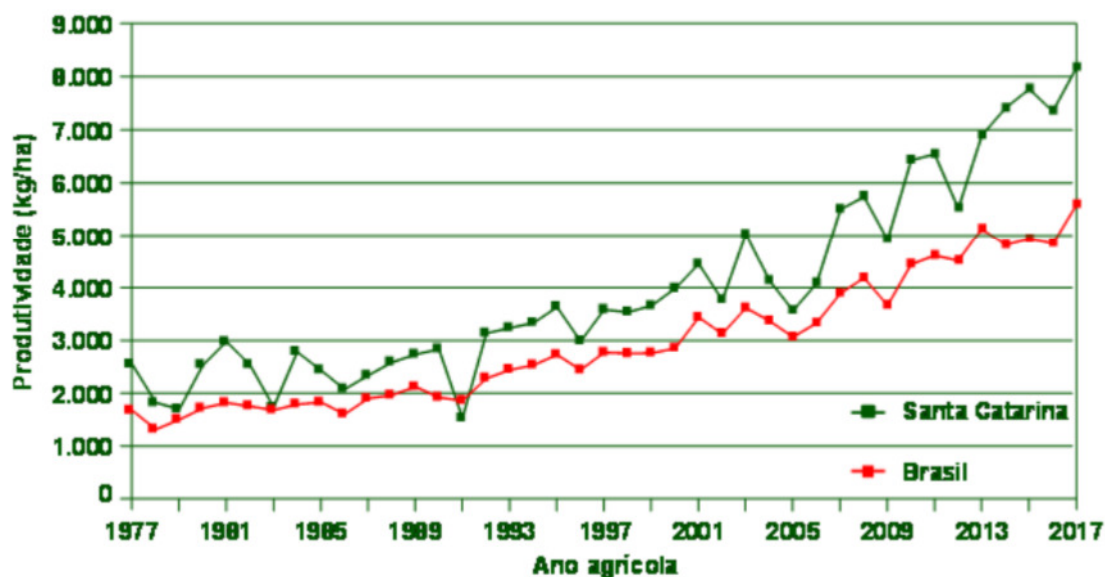
Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.

Fonte: CONAB (2017).

Outro aspecto relevante dessa análise, similarmente ao comportamento da cultura da soja, é que as estimativas linearizadas das produtividades de grãos de milho dos anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica analisada se afastam a cada ano, ou seja, as oscilações entre os anos com produtividade superiores e inferiores à média, a cada ano são maiores. Depreende-se dessa constatação que o sistema de produção de milho no Rio Grande do Sul vem apresentando sistemas de manejo ineficientes para contornar o grau de degradação do solo, uma vez que, a cada evento adverso que ocorre, como breves estiagens, a produtividade de grãos de milho é mais fortemente impactada, impondo mais e maiores riscos ao setor.

A análise da evolução das produtividades médias anuais da lavoura de milho em Santa Catarina e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977 e 2017 (Figura 13), denota que as produtividades atingidas em Santa Catarina são sistematicamente superiores às do Brasil, à exceção do ano agrícola de 1991. Além desse aspecto, a oscilação das produtividades ao longo dos anos agrícolas em Santa Catarina é expressivamente superior àquela do Brasil. Essas percepções caracterizam a existência de um amplo hiato entre a produtividade média anual de grãos de milho entre o estado de Santa Catarina e o Brasil, em prol de Santa Catarina.

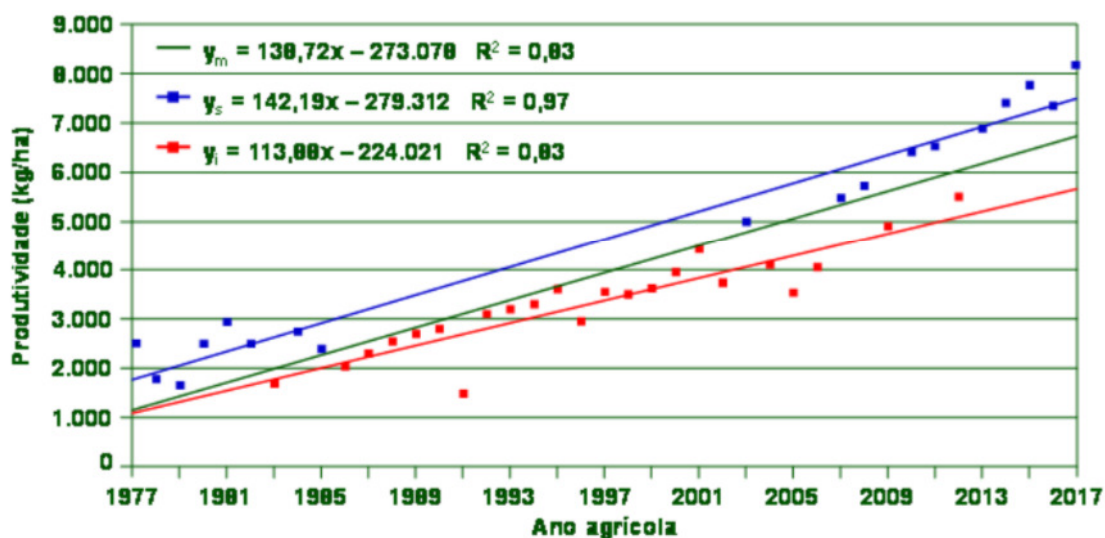
Figura 13. Produtividade média de grãos de milho em SC e no Brasil, ao longo de 41 anos, no período de 1977-2017.



Fonte: CONAB (2017).

Na Figura 14, a estimativa linearizada das produtividades médias anuais da lavoura de milho em Santa Catarina (y_m), ao longo da série histórica de 41 anos, no período de 1977 a 2017, determina que o ganho anual de produtividade de 138,72 kg/ha, embora seja superior ao do Brasil (Figura 10), é menos consistente, sendo explicado pelo menor coeficiente de determinação expresso pelo modelo matemático linear ($R^2 = 0,83$). Essa inconsistência é, sem dúvida, resultante da instabilidade das produtividades atingidas nos anos agrícolas com produtividades inferiores (y_i) à estimativa linearizada da produtividade média da série histórica analisada (y_m), que, embora atinja coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,83$), apresenta ganho anual de produtividade de 113,88 kg/ha, bem abaixo do ganho médio anual de 138,72 kg/ha. Em adição, a estimativa linearizada das produtividades atingidas nos anos com produtividades superiores (y_s) à estimativa linearizada da produtividade média da série analisada (y_m) revela elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,97$) e elevado ganho de produtividade de 142,19 kg/ha.

Figura 14. Estimativas linearizadas das produtividades de grãos de milho, no período de 1977-2017, em Santa Catarina.



Nota: Anos agrícolas com produtividades superiores (y_s) e inferiores (y_i) à estimativa linearizada média (y_m) da série histórica de 41 anos.

Fonte: CONAB (2017).

Em adição, esses modelos matemáticos geram linhas com tendência de se afastarem ao longo do tempo, inferindo, a exemplo do Rio Grande do Sul, a adoção de tecnologias de processo incapazes de contornar problemas decorrentes da degradação dos solos. Portanto, a análise demonstra que o manejo dos fatores e subfatores que integram o sistema agrícola produtivo de milho em Santa Catarina também merece atenção para imprimir estabilidade à produtividade de grãos, frente a eventos adversos, como aqueles impostos pela instabilidade climática.

4. Causas dos hiatos na produtividade de grãos

No tópico anterior, foram caracterizados alguns condicionantes, procurando justificar o hiato entre as produtividades das lavouras de soja e milho no Rio Grande do Sul e no Brasil. Dentre esses condicionantes, destaca-se o clima subtropical do Rio Grande do Sul, que requer múltiplas tecnologias de manejo, para contornar suas recorrentes instabilidades e impactos que exercem sobre a produtividade do sistema agrícola produtivo. As tecnologias, destinadas a confrontar e amenizar os impactos desse expressivo fator componente do sistema agrícola produtivo, se encontram desenvolvidas e disponíveis aos usuários, mas necessitam ser percebidas e consideradas pelos assistentes técnicos e adotadas pelos produtores rurais. Porém, na atualidade, predominam a estruturação, comercialização e adoção de exuberantes pacotes tecnológicos, formados por inúmeros insumos de natureza química e biológica, englobando, inclusive, produtos de benefícios inócuos e irrelevantes à produtividade da lavoura, acompanhados por suas tecnologias individualizadas de manejo,

sem qualquer referência às interações com os fatores e subfatores do sistema agrícola produtivo. Nesse contexto, destaca-se, em elevadíssima frequência, a ausência de qualquer tecnologia direcionada ao manejo conservacionista de solo e, se presente, em grande proporção é equivocada, sendo inócua à solução ou até mesmo agravante dos problemas reinantes. Assim, a disponibilidade e aquisição de tecnologias de produto não representam, necessariamente, garantia de aumento de produtividade do sistema agrícola produtivo se as tecnologias de processo, com ênfase para aquelas destinadas ao manejo do fator solo com o intuito de expressar seu potencial “fertilidade”, não forem minimamente consideradas, indicadas e adotadas.

A agricultura move-se pela geração e pela adoção de tecnologias, mas a geração e a adoção de tecnologia apresentam diferenças sensíveis. Adotar tecnologia significa manejar conhecimentos, não apenas aqueles restritos ou específicos à tecnologia a ser adotada, mas, sobretudo, aqueles que detêm relações com os demais fatores e subfatores do sistema agrícola produtivo. A disponibilização de uma tecnologia é expressa sob a forma de indicação técnica, receita, bula, etc. Por sua vez, a adoção de uma tecnologia é expressa sob a forma de manejo, manuseio, aplicação do conhecimento relativo às interações entre a tecnologia e os componentes do sistema agrícola produtivo. Em outras palavras, a disponibilização de uma tecnologia é regida por especificidade, sazonalidade, temporalidade, estágio de desenvolvimento da planta, dosagem de insumos, espaçamento e densidade de plantas, etc. Porém, a adoção de uma tecnologia é regida pela inteligência, pelo domínio do conhecimento, pelo discernimento, pela habilidade, pela competência, pela consciência, pela sabedoria, etc. Nesse sentido, o que se percebe é que basta saber ler para ter acesso à informação ou à tecnologia disponibilizada, porém para adotá-la há necessidade de formação ou de domínio do conhecimento.

Analogamente, pode-se afirmar que a tecnologia disponibilizada comporta-se como “energia potencial”, disponível e acessível em variadas formas, ou seja, a tecnologia se encontra disponível em livros, em boletins, em folders, na internet, etc., e com extrema acessibilidade pelo celular. Assim, na atualidade, a tecnologia se encontra, literalmente, nas mãos dos usuários. Contudo, a conversão da “energia potencial” em “energia cinética” pode resultar no trabalho esperado ou não, dependendo de como essa transformação for processada. De modo similar, o sucesso ou o fracasso da tecnologia disponibilizada está na dependência do como for adotada.

A título de ilustração: se duas ou mais pessoas aplicarem uma mesma receita e mesmos ingredientes na confecção de um bolo, certamente surgirão dois ou mais bolos com diferentes qualidades. Essa percepção é igualmente reproduzida na prática da agricultura, como fruto da amplitude do grau de formação e domínio do conhecimento detido pelo produtor rural, bem como da qualidade do ensino agrário brasileiro, seja em nível secundário (técnicos

agrícolas), seja em nível superior (agrônomos). Exemplificando essa crítica: quando dois ou mais profissionais agropecuários ou produtores rurais indicam ou adotam, respectivamente, uma determinada tecnologia disponibilizada, produzem resultados diferentes. Assim, o que distingue a produtividade entre os estabelecimentos rurais não é o rol de tecnologias adotado e sim como esse rol de tecnologias é adotado, aplicado ou manejado.

Um fato real para compreender a diferença entre tecnologia disponibilizada e tecnologia adotada é o caso do Plantio Direto versus Sistema Plantio Direto, que são duas tecnologias, mas não há discernimento para distingui-las, seja por parte da assistência técnica seja por parte do produtor rural.

A tecnologia Plantio Direto é caracterizada pela mobilização de solo somente na linha de semeadura e, conseqüentemente, pela manutenção dos restos de cultura na superfície do solo. Essa tecnologia, oriunda da Inglaterra e dos Estados Unidos, regiões tipicamente de clima temperado e frio, foi introduzida no Brasil em 1969. Porém, em meados da década de 1980, há cerca de 15 anos desde sua importação, foi constatado que a mobilização de solo restrita à linha de semeadura e a manutenção dos restos de cultura na superfície do solo não constituem preceitos da agricultura conservacionista em suficiência para manter a estrutura do solo agronomicamente requerida em regiões de clima subtropical e tropical. Em outras palavras, o abandono do preparo de solo e a manutenção dos restos de cultura na superfície do solo são insuficientes para substituir o papel do arado na estruturação do solo de modo adequado ao desenvolvimento das plantas cultivadas. Em meados dos anos 1980, foi percebido que o Plantio Direto, conduzido sob o modelo de produção estruturado pela sucessão de culturas soja/trigo ou soja/cereais de inverno, havia se revelado como manejo de solo e de planta impróprio para regiões de clima subtropical e tropical. Portanto, a adoção do Plantio Direto, nessas regiões climáticas, induz o solo à degradação.

Em decorrência dessas constatações, foi comprovado que a tecnologia Plantio Direto, para ser viabilizada nas regiões de clima subtropical e tropical, necessitava ser interpretada não mais como uma simples alternativa de preparo de solo e sim como um sistema de manejo de solo e de plantas, dando origem à tecnologia denominada Sistema Plantio Direto. Essa nova modalidade de manejo de solo requer, obrigatoriamente, diversificação de culturas, via rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas, com potencial para adicionar anualmente ao solo, material orgânico em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a demanda do solo, contemplando, no modelo de produção, gramíneas de verão, bem como adoção do processo colher-semear, que representa a minimização do intervalo de tempo entre uma colheita e a semeadura da cultura subsequente. A indispensável diversificação de cultura resulta da percepção de que, quando o preparo intenso do solo é abandonado, a estruturação do solo, agronomicamente desejada para o desenvolvimento das

plantas, passa a ser uma função das espécies que integram o sistema agrícola produtivo, ou seja, passa a ser uma resultante do modelo de produção adotado. Assim, enquanto o conceito de Plantio Direto restringe-se à mobilização de solo exclusivamente na linha de semeadura e à manutenção dos restos de cultura na superfície do solo, o Sistema Plantio Direto é entendido como um complexo de preceitos da agricultura conservacionista, destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, envolvendo, além da mobilização de solo exclusivamente na linha semeadura e da manutenção dos restos de cultura na superfície do solo, a diversificação de espécies, via rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas, e a adoção do processo colher-semear.

O Sistema Plantio Direto é, assim, uma estratégia de exploração de sistemas agrícolas produtivos que contempla o mais amplo complexo de processos tecnológicos preconizados pela agricultura conservacionista. Do exposto, é notório e evidente que o abrangente e expressivo complexo de benefícios esperados do Sistema Plantio Direto não é passível de ser gerado a partir do Plantio Direto, dada a ampla diferença que apresentam em relação aos preceitos da agricultura conservacionista que contemplam. Contudo, esse discernimento ainda é apenas incipiente, seja pelo produtor rural, seja pela assistência técnica, e inclusive por expressivo contingente de pesquisadores e professores dessa área de conhecimento.

A comprovação desse cenário é feita pela predominância da adoção do Plantio Direto em detrimento do Sistema Plantio Direto no Rio Grande do Sul, pois, segundo a CONAB (2017), a diversificação de culturas no Estado, ou seja, a área cultivada com pelo menos duas safras por ano agrícola, não ultrapassa 14,4% da área cultivada com espécies temporárias. De outro modo, dos 7,52 milhões de hectares cultivados com espécies temporárias na safra de verão, apenas 1,08 milhão de hectares são cultivados com espécies temporárias na safra de inverno. Assim, esses dados estatísticos (CONAB, 2017) permitem concluir que, no Rio Grande do Sul, os ganhos de produtividade, decorrentes da adoção do Sistema Plantio Direto, se expressam, no máximo, em 14,4% da área cultivada com espécies temporárias produtoras de grãos. Em escala nacional, esse percentual é de 38% (CONAB, 2017).

Conclui-se dessa análise que a agricultura praticada no Rio Grande do Sul se recente de tecnologias de processo e de serviço, exigindo estratégias inovadoras em transferência de tecnologia para otimizar o amplo espectro de tecnologias de produto geradas, desenvolvidas e disponibilizadas no setor.

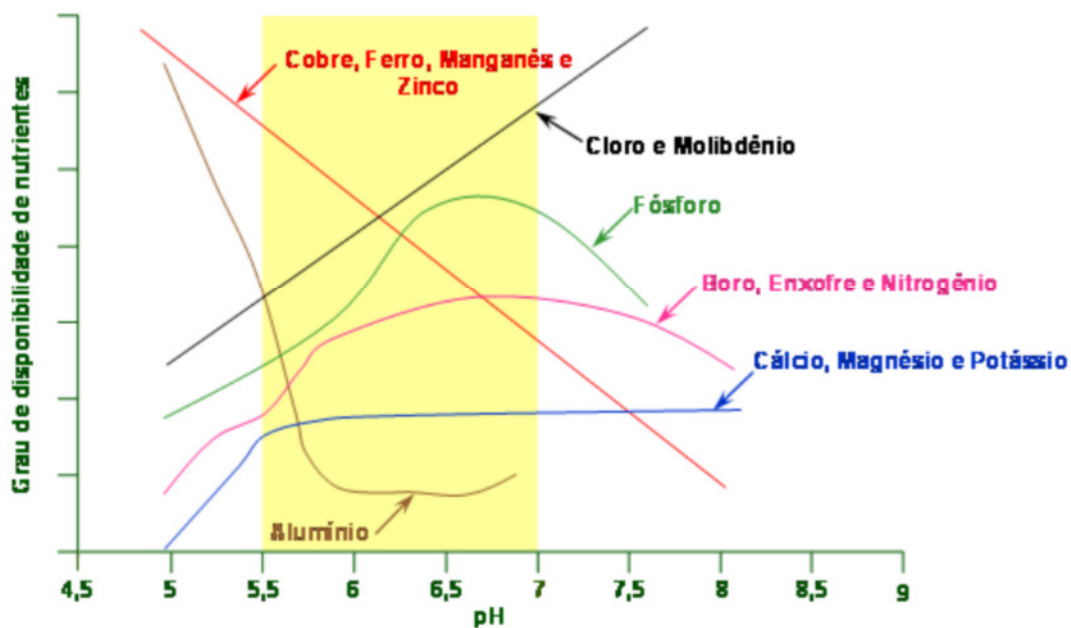
5. Consequências

5.1. Negligências no manejo dos sistemas agrícolas produtivos

No Rio Grande do Sul, o sistema agrícola produtivo de grãos denota falhas inerentes a negligências na gestão, manuseio e operacionalização de inúmeros processos destinados ao planejamento, ao estabelecimento e à condução da lavoura. Nesse contexto, destacam-se processos pertinentes ao manejo do fator solo, que objetivam elevar o potencial “fertilidade” do sistema agrícola produtivo. Um exemplo de relevância, ilustrativo dessa constatação, é a correção da acidez do solo, promovida pela calagem, que se constitui na tecnologia primordial da agricultura quando praticada em solos ácidos, como aqueles, amplamente dominantes nas regiões de clima subtropical e tropical do Brasil.

Na década de 1960, os solos ácidos do Rio Grande do Sul foram os pioneiros a receber calagem, para elevar o pH de níveis inferiores a 5,0 para a faixa de 5,5 a 7,0, por ser a ideal para a máxima expressão do potencial “fertilidade” dos sistemas agrícolas produtivos da região. A Figura 15 demonstra que em solos, com pH na faixa de 5,5 a 7,0, todos os nutrientes estão, em quantidade e disponibilidade, em suficiência para as plantas. Porém, nos últimos 20 anos, a calagem vem sendo praticada com desleixo, tanto no método quanto na frequência de aplicação. A calagem na superfície do solo é indicada apenas para os solos manejados sob Sistema Plantio Direto, mas é adotada, sistematicamente e com frequência superior à necessária, em solos manejados sob Plantio Direto, com efeitos prejudiciais à estrutura do solo.

Figura15. Relação entre pH e grau de disponibilidade de nutrientes no solo.



Fonte: MALAVOLTA (1979).

Dentre as tecnologias negligenciadas, além da calagem, destacam-se na agricultura produtora de grãos no Rio Grande do Sul: a) incipiente diversificação de culturas que, no ano agrícola de 2017, foi praticada em apenas 14,4% da área cultivada com espécies temporárias (CONAB, 2017); b) abandono de práticas mecânicas destinadas ao manejo do deflúvio superficial, como semeadura em contorno, terraceamento agrícola e canais escoadouros entre outras; c) adubação realizada, recorrentemente, na superfície do solo ou junto à camada superficial do solo (5-7 cm de profundidade); d) uso de semeadora equipada com elementos rompedores de solo, predominantemente, tipo disco, em detrimento de haste sulcadora, sem, portanto, potencial para aprofundar fertilizantes e raízes das plantas no perfil do solo; e e) manejo desregrado da integração lavoura-pecuária, com o excessivo número de dias sob pastejo animal. Indistintamente, cada um desses processos inadequados de manejo do sistema agrícola produtivo, tem, gradual e progressivamente, degradado os solos agrícolas do Rio Grande do Sul, através de perdas recorrentes de solo, água e nutrientes e de processos de compactação e adensamento.

5.2. Compactação e adensamento do solo

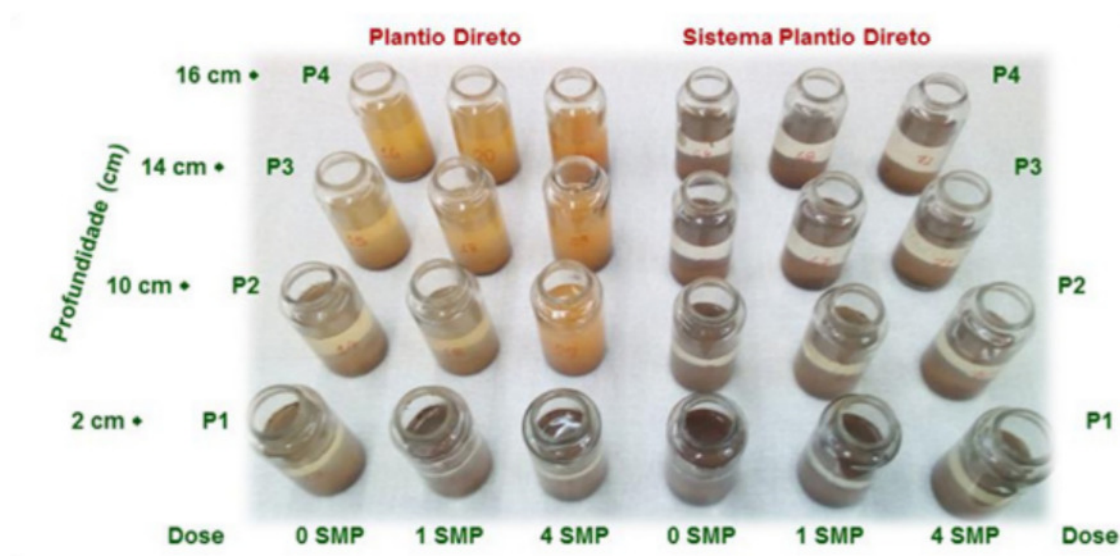
A compactação e/ou o adensamento do solo imprimem riscos ao agronegócio Brasileiro, com destaque ao rio-grandense, em razão da forte e expressiva interferência que exercem na produtividade do sistema agrícola produtivo, diante da instabilidade do clima subtropical, como pode ser observado nos comentários e gráficos relativos à produtividade de soja e milho, apresentados anteriormente neste artigo. A percepção desses riscos advém de recente pesquisa¹⁰ realizada em 12 Unidades Descentralizadas da EMBRAPA distribuídas em 11 unidades federativas do Brasil e coordenada pela EMBRAPA Trigo, em Passo Fundo, RS. Esse estudo, ao confrontar Plantio Direto versus Sistema Plantio Direto, denota predominância na adoção do Plantio Direto, fato comprovado pelos dados estatísticos gerados pela CONAB (2017), o qual vem sendo praticado mediante expressivas falhas tecnológicas, já citadas acima, tais como: correção imprecisa da acidez do solo; incipiente diversificação de culturas; abandono de práticas mecânicas direcionadas ao manejo do deflúvio superficial; adubação, recorrentemente realizada junto à camada superficial do solo; uso de semeadora equipada exclusivamente com discos, em detrimento do uso de hastes sulcadoras; e manejo desregrado da integração lavoura-pecuária.

A compactação do solo é de origem mecânica, sendo resultante do tráfego de máquinas e implementos agrícolas, animais e veículos na lavoura, os quais exercem pressão sobre o solo, com conseqüente aproximação das partículas do solo e redução de sua porosidade. O adensamento do solo, por sua vez, é de origem biológica e/ou química. O efeito biológico decorre da adição insuficiente de material orgânico ao solo, em razão da ausência da diversificação de culturas. A adição de material orgânico ao solo, em quantidade, qualidade e frequência aquém da demanda do solo, desestabiliza a estrutura do solo, fragiliza os agregados do solo e dispersa a fração argila, a qual passa a ser carregada, pela água de infiltração, para o interior do solo, obstruindo sua porosidade e gerando adensamento. O efeito químico decorre da calagem realizada, equivocadamente, na superfície do solo em áreas manejadas sob Plantio Direto (Figura 16). A concentração de calcário na superfície do solo gera, nesse sítio, pH acima de 7,0, podendo atingir valores até mesmo superiores a 8,0, o que aumenta a dispersão da fração argila, produzindo adensamento do solo, à semelhança do processo de origem biológica, acima descrito. Outro agente de natureza química que gera adensamento do solo, em decorrência da dispersão da fração argila, é a adubação com cloreto de potássio na superfície de solos manejados sob Plantio Direto, que se tornou uma prática corriqueira na agricultura produtora de grãos no Brasil. O estudo desenvolvido pela EMBRAPA, acima citado, consolida o posicionamento de que essas tecnologias não se coadunam ao Plantio Direto e sim ao Sistema Plantio Direto.

¹⁰Autor (relatório de projeto de pesquisa, 2017).

Associando os efeitos de origem biológica aos efeitos de origem química na gênese do adensamento do solo, é perceptível que a dispersão da fração argila ocorre apenas em solos manejados sob Plantio Direto, em razão do aporte de material orgânico ao solo estar aquém da demanda do solo.

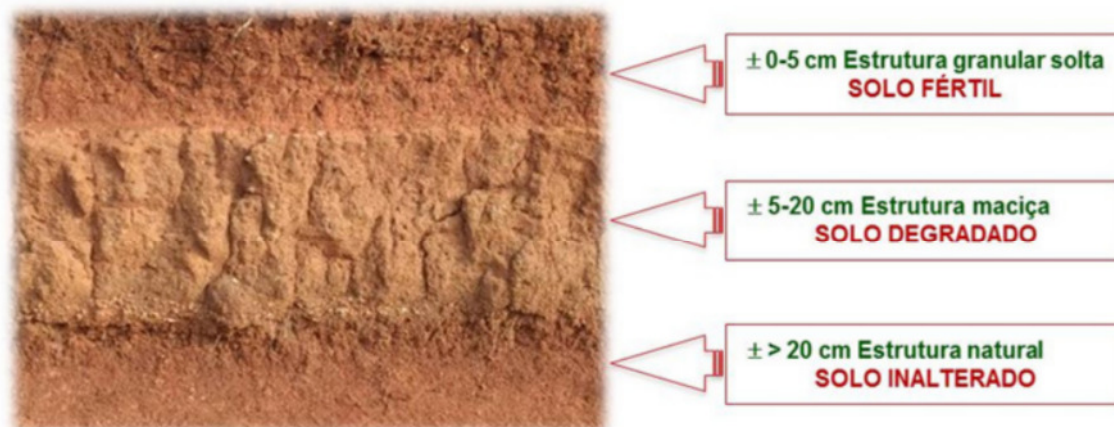
Figura 16. Graus de dispersão de argila em água, em solos manejados sob Plantio Direto.



Nota: Com produção de fitomassa aquém da demanda do solo (< 4 t/ha/ano) e Sistema Plantio Direto, com produção de fitomassa adequada à demanda do solo (>10 t/ha/ano), submetidos à calagem com diferentes doses de calcário, estimadas pelo método do SMP.
Fonte: autor (relatório de projeto de pesquisa, 2017).

Em decorrência dos processos de compactação e/ou adensamento do solo, o perfil do solo pode ser facilmente diferenciado, em três camadas (Figura 17): a primeira camada superficial, com estrutura granular solta, caracterizada como solo fértil (\pm 0-5 cm de profundidade); a segunda camada, com estrutura maciça, caracterizada como solo degradado por compactação e/ou adensamento (\pm 5-20 cm de profundidade); e a terceira camada, com estrutura natural inalterada, caracterizada como solo original (\pm a partir de 20cm de profundidade). Porém, a indústria da mecanização agrícola brasileira, movida pelo intento de aumentar das dimensões dos equipamentos agrícolas, para atender a demanda operacional de lavouras com milhares de hectares, tem cometido erros homéricos na geração de implementos para manejo de solo, ao produzirem escarificadores, por exemplo, destinados a operar em profundidades maiores que 20 cm, atingindo 40 cm, 50 cm e, até mesmo, 100 cm de profundidade. A ação de implementos dessa magnitude, além de desnecessária em razão da ausência de problemas a solucionar em profundidades maiores que 20 cm, indubitavelmente tem elevado o custo de produção do sistema agrícola produtivo e, por certo, vem promovendo degradação estrutural do solo em profundidades maiores no perfil do solo.

Figura 17. Estratificação física do solo, em razão da compactação e/ou adensamento do solo.



Fonte: autor (relatório de projeto de pesquisa, 2017).

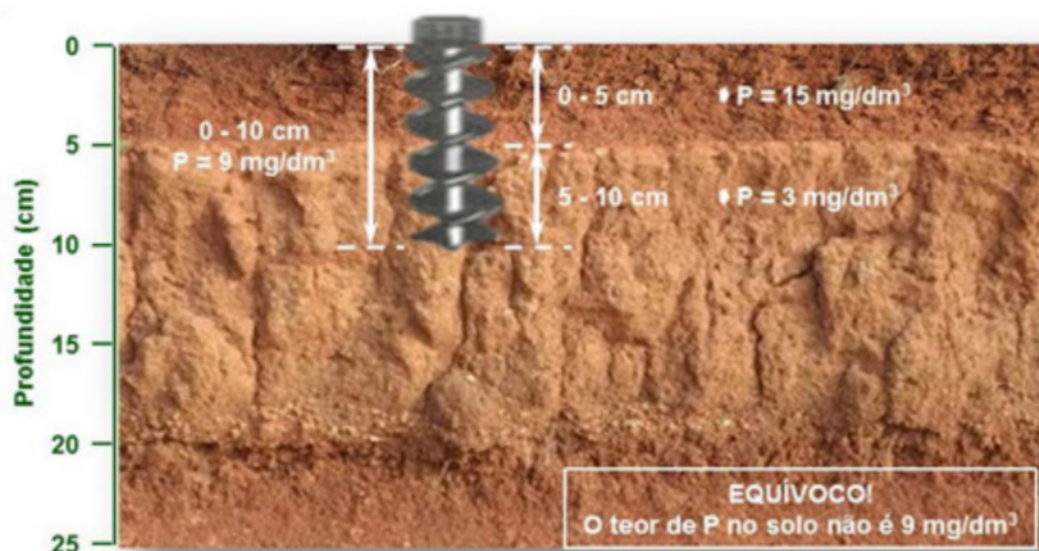
Nesse cenário, os riscos impostos pela compactação e/ou adensamento do solo aos sistemas agrícolas produtivos de espécies temporárias resultam da ocorrência de enxurrada e erosão, em períodos de chuvas intensas, devido à baixa taxa de infiltração de água no solo, e da ocorrência de déficit hídrico em elevada frequência, devido à resistência do solo à penetração de raízes, que passam a se concentrar na camada superficial de solo.

Em adição, a compactação e/ou o adensamento do solo têm tornado imprecisos os resultados das análises de solo, tradicionalmente realizadas para a avaliação dos indicadores químicos da fertilidade do solo. A razão disso reside na amostragem do solo, ao misturar amostras de solo oriundas de camadas com e sem compactação e/ou adensamento. Exemplificando (Figura 18): em uma amostra de solo coletada na camada de 0-10cm de profundidade, contendo solo oriundo da camada com estrutura granular solta (0-5 cm de profundidade) e solo oriundo da camada com estrutura maciça (5-10 cm de profundidade), a análise indicou 9 mg/dm³ de fósforo. Porém, em outras duas amostras de solo, uma coletada na camada de 0-5 cm de profundidade e outra na camada de 5-10 cm de profundidade desse mesmo solo, as análises indicaram 15 e 3 mg/dm³ de fósforo, respectivamente. Portanto, o teor de 9 mg/dm³ de fósforo desse solo é um equívoco, pois esse teor não existe de fato, é apenas a média de dois solos com diferentes propriedades químicas. Em outras palavras, o teor 9 mg/dm³ de fósforo representa apenas a amostra de solo que foi homogeneizada após a coleta, mas, no campo, essa homogeneização é inexistente. Esse fato tem levado a propalada adubação de precisão a erros grosseiros na indicação de doses de corretivos e adubos e, por esse motivo, poucos resultados positivos têm sido relatados.

Além desses impactos gerados pela compactação e/ou adensamento do solo, há ainda a interferência sobre o fluxo de gases e a resistência do solo à

penetração de raízes no perfil do solo. Contudo, de relevância primordial e irrefutável, destaca-se o efeito sobre os fluxos descendente e ascendente de água no perfil do solo. Ao longo das chuvas, ocorre fluxo descendente da água precipitada da camada superficial do solo, com estrutura granular solta, para a camada subsuperficial, com estrutura maciça. Porém, a camada com estrutura maciça obstaculiza o fluxo descendente de água para a camada inferior, com estrutura inalterada e, conseqüentemente, para as demais camadas mais profundas do solo. Em decorrência, as duas primeiras camadas do solo são rapidamente saturadas, passando a gerar deflúvio superficial, que resulta no desencadeamento do processo erosivo. Além disso, cessa o abastecimento do lençol freático, aspecto que tem motivado o aprofundamento de poços artesianos, nas regiões mais intensamente cultivadas com soja, milho e cereais de inverno, no Rio Grande do Sul. Por outro lado, na ocorrência de uma ou duas semanas sem chuva, a água do subsolo, que deveria, por força capilar, fluir ascendentemente à superfície do solo, similarmente ao caso anterior, é obstaculizada pela camada com estrutura maciça. Em decorrência, ocorre perda de produtividade do sistema agrícola produtivo, pois o sistema radicular das plantas se encontra concentrado na camada superficial do solo, com estrutura granular solta. Portanto, o efeito da compactação e/ou adensamento do solo sobre o sistema agrícola produtivo provoca, tanto perdas por erosão quanto por déficit hídrico.

Figura 18. Efeito da compactação e/ou adensamento do solo na avaliação de indicadores químicos da fertilidade do solo.

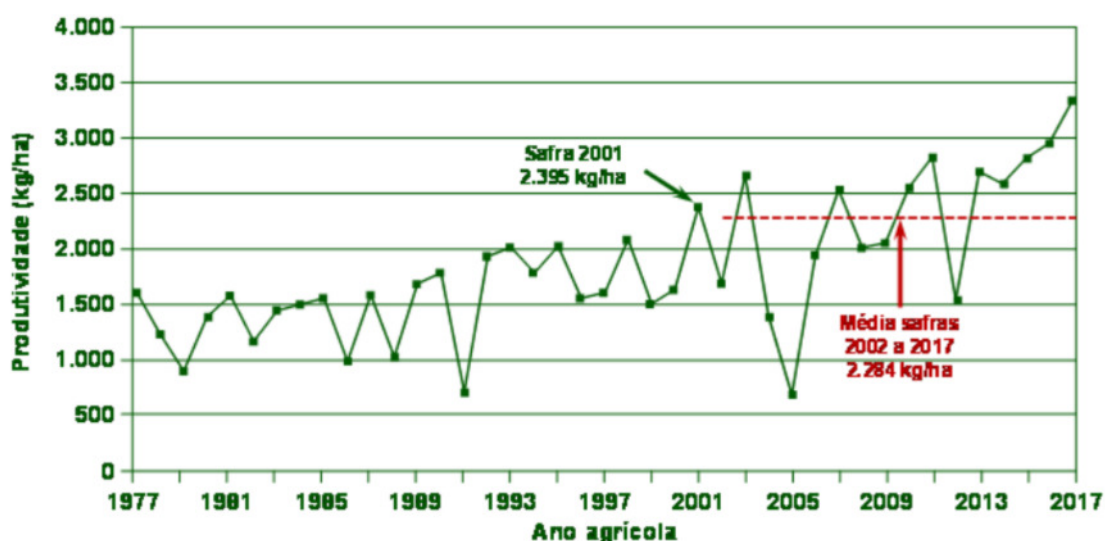


Fonte: autor (relatório de projeto de pesquisa, 2017).

A título de ilustração desse cenário de graduais e progressivos processos de degradação dos solos do Rio Grande do Sul, a Figura 19 demonstra que a produtividade de grãos de soja no Estado se encontra estável ou estagnada há 16 anos. No ano agrícola de 2001, a produtividade média da lavoura de soja no Rio Grande do Sul foi de 2.395 kg/ha, e a produtividade média dos anos

agrícolas subsequentes, de 2002 a 2017, foi de apenas 2.284kg/ha. Embora o ganho anual de produtividade de grãos de soja, ao longo dos últimos 41 anos, seja linearmente estimado em 37,40 kg/ha (Figura 4), é perceptível que, a partir do ano agrícola de 2002, ocorre uma inflexão da curva de crescimento, e a produtividade média não é superior àquela atingida no ano agrícola de 2001. É notório na Figura 19 que, nesses últimos 16 anos, ocorreram sete safras com produtividades inferiores à média do período e nove safras com produtividades superiores à média do período, demonstrando que as sete safras com produtividades abaixo da média do período foram mais impactantes na média que as nove safras com produtividades superiores à média do período.

Figura 19. Produtividade média anual de grãos de soja no RS, ao longo de 41 anos, no período de 1977 a 2017.



Fonte: CONAB (2017).

Esse quadro é ainda mais alarmante ao se observar os dados gerados pelo Comitê Estratégico Soja Brasil – CESB, no ano de 2017, referentes à região Sul do Brasil (CESB, 2017). O produtor rural, campeão CESB 2017 em produtividade da lavoura de soja, atingiu 8.940 kg/ha. Contudo, nessa mesma safra, a produtividade média da lavoura de soja no Rio Grande do Sul bateu recorde histórico, com 3.360 kg/ha. Comparando-se esses dados, percebe-se que a produtividade média da lavoura de soja no Rio Grande do Sul é apenas 38% do potencial definido pelas tecnologias disponibilizadas para essa cultura, não escala experimental, mas em escala de lavoura.

Os dados expostos consolidam a ideia de que o rol de tecnologias de processo, isto é, de manejo do sistema agrícola produtivo de grãos do Rio Grande do Sul, que objetivam contornar e/ou amenizar os efeitos decorrentes da instabilidade do clima subtropical reinante, há muito consolidados pela pesquisa, ainda não está sendo amplamente adotado pelo produtor rural e, certamente, nem no domínio de expressivo contingente de assistentes técnicos, ressentindo-se de estratégia para incitar fluxos de tecnologias de serviço.

6. Considerações finais

A análise realizada demonstra que, há muito, não tem sido a simples disponibilização de novas tecnologias de produto a responsável pelo aumento da produtividade da lavoura de espécies temporárias. O que tem distinguido o sucesso e o insucesso do produtor rural na gestão dessa lavoura, não são as tecnologias de produto que aplica, mas sim como aplica as tecnologias. De outro modo, a possibilidade de aumento da produtividade da lavoura de espécies temporárias está mais na dependência de tecnologias de processo e de serviço, para a adoção correta das tecnologias de produto, do que da simples disponibilização de tecnologias de produto isoladas. Nesse cenário, a indústria e a comercialização de insumos agrícolas, a partir da regulamentação da lei de propriedade intelectual, têm se caracterizado como o setor da agricultura de maior atividade econômica, de maior concentração de renda e de maior pressão sobre os assistentes técnicos e os produtores rurais, para a aquisição de suas inovações tecnológicas, que se renovam incessantemente. Infortunadamente, nem sempre os resultados esperados na lavoura emergem da simples aquisição da tecnologia de produto inovadora, pois, em elevada frequência, o sucesso da lavoura está reservado à dependência de sua interação com os demais componentes do sistema agrícola produtivo. Porém, as nuances dessa dependência são omitidas, ignoradas ou mesmo desconhecidas por esse setor da agricultura.

Sucintamente, as estratégias para aumentar a produtividade das lavouras de grãos do Rio Grande do Sul passam pelas tecnologias de processo e de serviço, exercendo as seguintes ações: a) estabelecer referências no campo; b) viabilizar ações que permitam a tecnologia disponibilizada ser percebida de forma integrada no sistema agrícola produtivo; c) propiciar meios que permitam o manejo da tecnologia ganhar escala no campo; e d) promover a percepção de que, sobretudo, o fator humano é que determina o sucesso do sistema agrícola produtivo.

Uma análise direcionada à possibilidade de essas estratégias propiciarem aumento de produtividade das lavouras de grãos do Rio Grande do Sul denota que a organização administrativa do Estado dispõe de estrutura capaz de hierarquizar tomadas de decisão para promover esse intento, aos patamares proporcionados pelo amplo complexo de tecnologias de produto e de processo geradas e desenvolvidas pelas pesquisas em ciências agrárias. Resta, todavia, empreender esforços para que esse repertório de técnicas disponibilizadas seja implementado em escala de estabelecimento rural, considerando a magnitude das relações que permeiam os fatores e os subfatores do sistema agrícola produtivo, através de tecnologias de serviço.

Uma vez que a oferta ambiental do Rio Grande do Sul é, por excelência, a agricultura, uma das mais expressivas prioridades da Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Estado do Rio Grande do Sul é imprimir governança à

atividade agrícola, estabelecer condição de governabilidade desse propósito, mediante harmonização de relações entre as demais Secretarias, e orientar a gestão das instituições subordinadas às diversas secretarias. Esse complexo de ações tem por foco consolidar o Estado como uma instituição uníssona na viabilização, exequibilidade e operacionalização dos pressupostos ditados pela governança. Em suma, a estrutura para governança, governabilidade, gestão e operacionalização dessas estratégias emerge a partir da liderança exercida pela Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Estado.

Nesse sentido, cabe à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, a responsabilidade de priorizar, fomentar mediante editais específicos e disponibilizar recursos financeiros direcionados à operacionalização do projetado no contexto da governança, através de projetos multi-institucionais, integrando pesquisa, ensino, assistência técnica, extensão rural e produtor rural, voltados a tecnologias de serviço, para transferir, aos assistentes técnicos, extensionistas e produtores rurais, tecnologias de processo, consoantes aos requerimentos do sistema agrícola produtivo.

Na atualidade, existem, no Rio Grande do Sul, 19 centros de pesquisa do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária – DDPA, quatro centros de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 27 faculdades de engenharia agrônoma, 43 escolas agrícolas de ensino médio e 496 escritórios municipais da EMATER/RS, além de uma malha de 42 cooperativas de produção agrícola, associadas à Federação das Cooperativas Agropecuárias do Estado do Rio Grande do Sul – FECOAGRO, e uma ampla rede de empresas de consultoria e assistência técnica privada em agricultura. Depreende-se, dessa rede de instituições, que o Estado dispõe de uma singular estrutura piramidal para imprimir suporte tecnológico à agricultura e atingir seu propósito de aumentar a produtividade da lavoura de grãos. Essa estrutura piramidal, parte do topo, com a Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Estado, liderando a estruturação de estratégias, o planejamento e a projeção de ações, seguida pelas demais Secretarias de Estado, com seus departamentos e órgãos de competência executiva, com ênfase à FAPERGS e ao DDPA, acompanhados pelo rol de instituições de ensino e das demais instituições de pesquisa, atingindo a base, formada por um conjunto extraordinário de empresas de assistência técnica, extensão rural e cooperativismo, assentadas em, pelo menos, 496 dos 497 municípios que compõem o Estado.

Do exposto, é possível concluir que a estrutura administrativa do Rio Grande do Sul é magnífica e singular e detém capacidade e competência para estabelecer governança, governabilidade, gestão e operacionalização de ações direcionadas à viabilização da correta e plena adoção do elenco de tecnologias disponibilizadas para o manejo dos sistemas agrícolas produtivos das espécies temporárias no Estado e, em decorrência, emanar de sua principal oferta ambiental benefícios à sociedade. Assim, o estabelecimento de meios promotores de articulações institucionais no contexto dessa pirâmide é, sem dúvida, o papel do Governo para desencadear ações em prol do intento em pauta.

Referências

CESB Comitê Estratégico Soja Brasil. **Case Campeão Nacional e Regional Sul Safra 2016/2017**. Disponível em: <http://www.cesbrasil.org.br/publicacoes/?subcat=cases-campeoes>. Acesso em: 15/10/2017.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos. Acesso em: 13/10/2017.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 15 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 141). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do141.htm>. Acesso em: 12/10/2017.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo (SP), 1979.256 p.