

# O SISTEMA PLANTIO DIRETO E A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS NOS CEREAIS DE INVERNO

Fernandes, J.M.C.<sup>1</sup>

## Introdução

A interação entre os fatores bióticos e abióticos em uma área geográfica definida configura um todo organizado denominado ecossistema. Esse sistema compreende distintos subsistemas com diferentes níveis de hierarquia. O fenômeno do parasitismo, como uma forma de interação entre as espécies de organismos no ecossistema define o patossistema. Os patossistemas podem ser de origem natural ou cultural. No patossistema natural o homem não participa, e as interações que ocorrem entre o hospedeiro, o patógeno e o ambiente são independentes e a relação é estável. A estabilidade nos patossistemas naturais deve-se à ação de mecanismos auto-reguladores que corrigem os desvios em relação ao ponto de equilíbrio.

Nos patossistemas culturais inexistente a capacidade de auto-regulação e por isso são considerados instáveis. Nesses patossistemas o hospedeiro não é uma planta selvagem e sim uma cultivar geneticamente uniforme, semeada em alta densidade e geralmente ocupando grandes áreas. O ambiente é o resultado da arquitetura da planta, das práticas culturais, dos métodos de cultivo, do tipo de solo, da topografia e do clima da região.

O desenvolvimento da agricultura tem motivado o homem a modificar, em maior ou menor grau, alguns aspectos do ecossistema em seu próprio benefício. Em algumas situações, a modificação tem alcançado tamanha magnitude que chega a caracterizar um subsistema diferenciado dos naturais e também dos culturais. O sistema plantio direto é uma dessas situações em que as mudanças

---

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS, Brasil.  
E-mail: mauricio@cnpq.embrapa.br

são muito significativas, diferenciando-o dos demais métodos culturais. O sistema plantio direto é uma técnica de cultivo na qual os restos culturais são mantidos na superfície do solo. A semente é introduzida na terra através de equipamento especial com a mínima mobilização de solo. O sistema plantio direto é, hoje, adotado em várias partes do mundo sob diferentes condições climáticas.

## Um Breve Histórico

Nas regiões mais ao sul do Brasil, a exploração da terra foi caracterizada primeiramente pela pecuária extensiva, seguida da exploração de madeira para fins industriais da integração da área de campo para a produção de grãos e do desmatamento para agregar mais área à produção de grãos. As técnicas de cultivo de solo para a prática da agricultura vieram de regiões temperadas, juntamente com os imigrantes, ou mesmo através da indústria. No entanto, pelas características tropicais e subtropicais do clima e pela topografia, a região apresenta condições diferentes para o cultivo do solo das regiões do hemisfério norte. A ocorrência de chuvas durante os doze meses do ano associada às temperaturas amenas torna possível realizar mais de um cultivo por ano levando ao uso intensivo do solo. O crédito disponível e acessível nos anos 60 e 70 favoreceram ao desenvolvimento de uma agricultura mecanizada e dependente em insumos. Nesse período, as técnicas de preparo de solo, no Brasil, eram caracterizadas pela queima de palha e revolvimento do solo com o uso de arado e de grade de discos. A técnica era adequada para facilitar o processo de semeadura e também para o controle de plantas daninhas e de doenças. Entretanto, o uso intensivo desse tipo de preparo levou a uma degradação da estrutura do solo, com formação de camadas compactadas e, principalmente, a um processo erosivo que chegava a 20 t/ha de solo por ano. Como conseqüência, alternativas mais conservacionistas de preparo de solo foram buscadas para o controle da erosão. Na década de oitenta, o sistema convencional com a queima de palha começou a

ser substituído por um sistema reduzido de preparo incorporando os restos culturais ao solo. Na mesma época, o sistema plantio direto foi introduzido de maneira pioneira na região denominada campos gerais, no estado do Paraná. Hoje, o plantio direto é adotado em vários estados do Brasil, e a cada ano novas áreas são incorporadas ao sistema.

Os benefícios do sistema plantio direto no ambiente parecem ser mais extensos que a redução da erosão, a elevação da matéria orgânica e a melhora das propriedades físicas do solo. O sistema plantio direto contribui para o seqüestro de carbono, diminuindo o potencial do efeito estufa. Devido à melhor estrutura do solo e à cobertura com a camada de restos culturais, diminui o escoamento superficial da água, fazendo com que o ciclo da água assuma um estado mais semelhante ao natural. As espécies terrestres também são beneficiadas pela camada de restos culturais, pois existe uma maior diversificação de alimentos na forma de grãos, de invasoras e de insetos, e pelo menor distúrbio no solo.

Apesar das aparentes ilimitadas vantagens do sistema plantio direto sobre o preparo convencional, várias doenças e pragas têm tido sua importância aumentada sob sistema plantio direto, chegando, em algumas situações, a vir a limitar o rendimento das culturas, caso medidas de controle não tenham sido implementadas. A solução dos problemas fitossanitários presentes irão depender da capacidade criativa de pesquisadores, técnicos e agricultores. Nesta apresentação, discute-se as mudanças mais evidentes observadas em relação aos patógenos que causam doenças nos cereais de inverno e a adoção do sistema plantio direto na região Sul do Brasil.

## **Patógenos biotróficos**

Inicialmente pode parecer que a adoção do sistema plantio direto não deva ter efeito em patógenos biotróficos como as ferrugens, por exemplo. Sabemos que esses microrganismos denominados biotróficos dependem para sua sobrevivência única e exclusivamente do hospedeiro vivo. Manter o solo com uma manta

vegetal morta não deveria, portanto, influenciar a sobrevivência de microrganismos altamente especializados que dependem de plantas vivas.

Por outro lado, manter coberta a superfície do solo com vegetação ou com cobertura morta afeta a composição do microclima, o qual refere-se ao clima adjacente à superfície do solo. A maior amplitude nas variáveis climáticas, como temperatura e umidade, ocorre a poucos centímetros da superfície do solo. Isso é que faz com que o microclima seja tão importante para os processos biológicos que acontecem na proximidade da linha do solo. Por sua vez, no macroclima localizado alguns metros acima, a oscilação nas variáveis climáticas é bem mais moderada e estável, devido à intensa circulação de ar. A camada de restos culturais deixada na superfície pode modificar a temperatura do ar ao nível do solo e a temperatura do solo. Além da temperatura, uma outra variável microclimática de grande importância para o desenvolvimento de doenças é a duração do molhamento foliar. A presença de água livre no limbo foliar é um fator importante para a germinação dos esporos e para o desenvolvimento do processo infeccioso pela maioria dos microrganismos capazes de causar doenças às plantas. A prolongação do molhamento foliar por 1 ou 2 horas é bastante comum em solos com cobertura morta, em relação aos solos descobertos, nas primeiras fases de crescimento das plantas. Essa diferença tende a desaparecer à medida que as plantas vão crescendo e cobrindo o solo. A prolongação do período de molhamento foliar deve-se ao aumento na destilação de orvalho. Essa ocorre à noite quando o vapor d'água deixando o interior do solo condensa na superfície fria das folhas. Durante a noite, a temperatura do ar adjacente aos restos culturais é mais fria em solos com cobertura morta do que em solos descobertos. Conseqüentemente, as folhas nessa camada de ar encontram-se mais frias, ocorrendo assim uma condensação mais precoce e mais persistente. Em anos em que o número de horas de molhamento é marginal para que ocorra a germinação de uredosporos de *Puccinia recondita*, por exemplo, o fato da presença de palha pode ser

significativo para o sucesso do processo de germinação e penetração. Um densa camada de palha na superfície pode prolongar o período de molhamento foliar pela presença de orvalho. Na safra de trigo em 1999, podemos observar em várias situações de lavoura com a cultivar de trigo Embrapa 19, onde constatou-se diferenças de severidade de ferrugem de acordo com a densidade de restos culturais. Nas lavouras ou parte desta onde as plantas estavam situadas cercas de uma alta densidade de resíduos a severidade da ferrugem da folha era maior do que naquelas onde havia baixa densidade de resíduos. No ano de 1999 durante os meses de agosto e setembro, a umidade relativa do ar, na região do planalto médio do Rio Grande do sul, foi menor do que a normal.

## **Patógenos necrotróficos**

### **1) Manchas foliares causadas por *Pyrenophora* spp.**

*Pyrenophora* spp. é um microorganismo com baixa capacidade de competir com outros necrotróficos. Devido à habilidade de rapidamente colonizar o tecido senescente do hospedeiro, permite que o fungo ocupe o substrato por ser o colonizador pioneiro.

No mundo inteiro, onde o plantio direto tem sido adotado, vem sendo observado que as manchas foliares causadas por *Pyrenophora* spp tem aumentado sua importância para os cereais de inverno. O patógeno sobrevive no período de entressafra através de pseudotécios produzidos nos restos culturais (colmos e bainhas) das plantas infectadas. O fungo parece sobreviver melhor nas condições de 'molhado e seco' que ocorrem no topo da camada dos restos culturais ou nos colmos eretos do que nos restos culturais em contato direto com o solo. A reduzida capacidade de sobrevivência nos restos culturais mais úmidos em contato direto com o solo tem sido atribuída à competição e à eliminação do patógeno por vários outros microorganismos de solo.

No Brasil, os pseudotécios de *Pyrenophora tritici-repentis*, por exemplo, aumentam de volume durante o mês de dezembro e

maturam durante os meses de janeiro e fevereiro. Portanto, a liberação dos ascosporos ocorre numa fase em que não há hospedeiro disponível, a não ser os trigos voluntários e outras gramíneas que podem ser hospedeiras não preferenciais do patógeno. Diferentemente da situação encontrada em outros países como Canadá e na Austrália, o inóculo primário no Brasil não ocorre na forma de ascosporos e sim na forma conidial. Isso pode ser comprovado pela recuperação de conídios na palha de trigo de fevereiro a julho. Esses podem ser originados de conidióforos diretamente sobre os restos culturais e, também, dos formados na extremidade dos pseudotécios. A produção de conídios é um processo cíclico e contínuo, o qual é catalisado pela temperatura e pela umidade dos restos culturais. O processo prossegue até a decomposição completa dos tecidos, que, nas condições de Passo Fundo, RS, dura aproximadamente 12 a 17 meses. Uma outra fonte de inóculo primário poderia ser a semente infectada, uma vez que a fungo pode ser transmitido pela semente.

Os restos culturais mantidos na superfície do solo e servindo de substrato para os patógenos oferecem a possibilidade de que ao se introduzir uma cultura hospedeira e, se houver condições favoráveis à disseminação e à colonização, um grande número de plantas poderão ficar infectadas em um curto espaço de tempo. Dada a mesma situação, porém em sistema convencional em que os restos culturais são encontrados enterrados ou semi-enterrados e o inóculo inicial é substancialmente reduzido, apenas algumas plantas serão infectadas. Mesmo com essas diferenças de incidência, a severidade final de manchas tem sido semelhante. A razão pela qual a severidade final de manchas apresenta-se semelhante é que há uma compensação, devido à diferença na taxa aparente de infecção, a qual é drasticamente reduzida à medida que a densidade de lesões por unidade de área aumenta. Então, no caso de haver uma severidade alta, a taxa de infecção é baixa e vice-versa. A julgar por esse princípio, explica-se porque as doenças do tipo policíclicas não são tão influenciadas pelo sistema de preparo de solo.

Por ser uma doença de característica policíclica, na fase

conidial, é preciso reduzir o inóculo inicial a valores muito baixos para observar um efeito na redução da epidemia. Porém é provável que, combinando técnicas como as do controle biológico e do uso de cultivares mais resistentes, seja possível reduzir os riscos de epidemias. Recentemente, estão surgindo no mercado fungicidas com longo poder residual que quando aplicados na semente do trigo não mostram fitotoxicidade e garantem uma proteção de até 100 dias contra as principais doenças foliares do trigo. O controle de doenças através do uso de fungicidas aplicados na semente poderá trazer novas perspectivas para o cultivo do trigo e outros cereais de inverno em regiões favoráveis ao desenvolvimento de doenças como é o Sul do Brasil.

## **2) Giberela do trigo e da cevada causada por *Gibberella zeae***

A giberela é uma doença causada por um ascomiceto denominado *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch. (forma assexuada: *F. graminearum* Schwabe, Group II). A doença também é conhecida pelo nome de fusariose do trigo e da cevada. Os danos diretos da giberela nas culturas de trigo e de cevada são devido ao abortamento de flores ou a formação de grãos chochos e enrugados, de baixo peso e reduzida densidade, perdidos em grande parte na operação de trilha. Além disso, os grãos giberelados podem ser depreciados no mercado. A giberela não apenas ocasiona perda no rendimento e na qualidade como, também, pode estar associada à presença de micotoxinas que provocam danos à saúde de animais .

Os sintomas nas espigas são o branqueamento total ou parcial destas, sendo que são mais contrastantes quando a planta de trigo ainda está verde. O fungo também pode invadir o pedúnculo, localizado imediatamente abaixo da espiga, causando uma descoloração marrom-violeta do tecido. Os sinais da doença são caracterizados por uma massa de conídios de coloração rosa-salmão nas espigetas .

A sobrevivência do patógeno ocorre nos restos culturais dos

hospedeiros, e a forma de resistência são os peritécios. Quando maduros, os peritécios hidratados pela água da chuva liberam ascosporos, os quais constituem a principal fonte de inóculo. Além de trigo e de cevada, o fungo *G. zae* pode infectar várias outras espécies de gramíneas inclusive o milho. Além dos hospedeiros preferenciais, o patógeno tem sido recuperado de restos culturais de outras espécies cultivadas, como a soja.

A giberela é uma doença que ataca a planta de trigo, especialmente em regiões onde, por ocasião da floração (antese), as condições climáticas prevaletentes são de temperatura alta (20 a 25°C) e de precipitação pluvial de, no mínimo, 48 horas consecutivas (Reunião, 1997). A invasão do fungo em espiguetas de trigo tem início nas anteras atingindo a superfície das glumas, e progride para as partes adjacentes da flor. Na ausência das anteras não foi observada infecção. Do exterior ao interior da flor o processo de invasão é via antera.

O processo de extrusão das anteras após a fecundação, está intimamente associada à umidade relativa e com a temperatura, sendo esta última a mais importante. As anteras são eliminadas mais rapidamente em dias de céu claro do que em dias nublados. Uma espiga completa a floração em 3 a 5 dias, quando o clima é quente e sem nuvens, e em 6 a 8, se o clima for úmido e encoberto. Quanto mais tempo a antera permanecer retida externamente à espiga, maior a probabilidade de ser atingida pelos ascosporos vindos pelo ar e ser infectada. Essas anteras são os primeiros tecidos a servir de base alimentar para a invasão dos órgãos florais. As anteras presas entre as glumas, freqüentemente, mostram os primeiros sinais de infecção, e posteriormente a gluma, da qual a antera saiu, desenvolve os sintomas de anasarca e de descoloração, característicos da doença. De modo geral, as cultivares que apresentam o maior número de anteras retidas têm maior proporção de grãos giberelados do que aquelas que as eliminam rapidamente.

A giberela de trigo e de cevada é considerada uma doença do tipo monocíclica pelo curto intervalo de tempo em que ocorre a infecção. Sendo assim, a incidência de espigas com giberela é

proporcional à densidade de inóculo. Quanto maior for o número de unidades infectivas (ascosporos) maior será a probabilidade de a antera ser atingida. No sistema plantio direto, a manutenção de restos culturais na superfície do solo proporciona a sobrevivência do patógeno *G. zaeae*, garantindo, assim, inóculo em abundância. Nos últimos anos, a giberela de trigo deixou de ser uma doença de características esporádicas e passou a ocorrer freqüentemente. O crescente número de agricultores que aderiram a algum tipo de preparo conservacionista, com restos de cultura na superfície do solo, é especulado como sendo o motivo do aumento de ocorrência de giberela. Neste sentido, apresentamos abaixo uma troca de idéias do apresentador e o pesquisador Bob Stack da Universidade de Norte Dakota sobre as fontes de inóculo de giberela.

“

*Bob reply's a question on background inoculum set on Maurício's model for predicting incidence of giberela. If I recall details of Maurício's model of FHB, he does not consider inoculum; assuming, I guess, that there's always enough out there. Some of my colleagues in the US do not think that's necessarily right for our conditions here, but if it is true for you there then it may be difficult to get higher levels and almost impossible to get lower levels of infection.*

*I studied gradients of FHB away from concentrated inoculum sources in 1995 and 1996. In 1995, with 1 m diameter inoculum plots, I found that incidence of infection declined by 50% at distance of 1 - 2 m. When I tried this in 1996 with a 30 m sq. inoculum source, the incidence of FHB in the surrounding wheat didn't decline by that much until 50-70 m away. In trying to sort out this seeming contradiction, I tried expressing the distance away from the inoculum as a function of the inoculum source diameter. The two experiments agree quite well when that is done. (I reported this in a poster at the CPS meeting in 1997.*

*The point of all this is that the distance between plots probably should be at least 2-3 times ( and better more) the plot size. So if you have 6m distance between you may get interference if your plots are more than 2-3 m in size. For farm conditions, my conclusion, as presented in the poster, was that if as little as 10% of a region has fields with much inoculum (in our case that*

would usually be corn residue) then the whole area has a saturation of inoculum and it may not be possible to show differences among fields despite previous crops or residue management.

If your cropping areas already have this situation, then my interpretation of my findings would certainly agree with Mauricio's assumption about inoculum being always available. In that case, returning to my first point, you may be able to get higher levels of infection by planting into "inoculum-dense" residue, but may not be able to see any reduction when you plant into residue which you think has low inoculum potential.

I believe this situation occurs in farmers' fields, and may give rise to the myth that crops such as beans are important as sources of inoculum for FHB. "Important as inoculum sources" is not the same as "Able to recover *Fusarium* cultures from isolations of those crops". I know that some work was done in Brazil which found *Fusarium graminearum* in soybean. Unless the density of perithecia is high enough to contribute, simply colonization by GZ isn't of much matter.

Mauricio wrote:

Yes, you are correct my assumption is that there is enough inoculum out there that we do not need bother with it. Besides, I do not know how to measure it.

Bob wrote:

I don't think I entirely agree to let corn off the hook. If I were to go out on a limb, I'd say that having as little as 10% acreage in corn provides enough inoculum to saturate the system and overwhelm all those other possible sources. That isn't quite the same as what you've said.

Moreover I don't entirely agree with your assumption that inoculum density doesn't matter. To some extent you can trade off inoculum for conducive conditions. It is possible to get a very high level of disease while having a moderate or low inoculum load if under an extremely favorable environment - but it is also possible to get that same high level of disease in a less favorable environment if the inoculum load is high enough - wheat growing among no-till corn residue for example.

You said before that you've ignored inoculum in your model - partly at least because there isn't a good way to measure it

("practically and in real time" I think you mean) - - but you must admit, I think, that it is possible to overcome environmental constraints on infection with high enough inoculum loads. We do this experimentally in our screening nursery, partly because keeping the environment less conducive for FHB also is less conducive for leaf diseases which can interfere with the FHB testing. By having extremely high inoculum levels in an environment only moderately conducive to disease, we can still get >80% incidence. Admittedly this is an artificial situation, but it does prove the point that it is possible to do that. Are we screening for the same resistance genes in such an environment as one with lower inoculum and more favorable conditions? That's another question.

Maurício wrote:

I agree with you a 100%. Some of my colleagues do not agree with me. Everyone seems to be blaming corn and no till for all the scab we have had in the last two years. It seems to me that if weather is so conducive ascospores will abound anyway. It is possible that we are underestimating all the other sources of inoculum especially in grasses along the roads, edge of the fields, etc.

I do not know if I told you or not but my family have a farm in the south most part of Brazil. It is considered a marginal area to grow wheat. The production system there is basically cattle and paddy rice. In 1979, we planted 50 hectares of wheat. There was no corn around, the soil was never been cultivated and it was prepared in the conventional way. At flowering time, we had about two weeks of rain, high RH ... in others words... a very conducive environment for scab. At that time, we estimated that we lost 50% of our wheat due to scab. I asked myself ... where this inoculum is coming from? Right now, in our conditions we have many grasses such as *Panicum* spp, *Brachiaria* spp., elephant grass, pearl millet and others that are green now. I am sure if you plate out some stems or leaves from this plants you are going to get *Fusarium*. We found perithecia of *G. zeae* in these plants. The exposed above are the reasons that sometimes I am little opposed to blame everything on corn and no till. I may be wrong...

Bob wrote:

Thank you for this information. Yes, I agree with you that in the absence of corn these other grasses can be important sources of inoculum and in aggregate contribute a lot to the background

level of Gz. We have also seen this situation sometimes in northwestern ND where there is very little corn and a lot of grassland and cattle, as well as wheat. (Perhaps when you come to visit here we can take a trip out to that region as well. We have had several Argentine students say it reminds them of home.)

This situation (no corn) was also the case 25 years ago in northern ND and northwestern Minnesota as well. At that time, episodes of FHB were rare events and localized, depending on where the rainstorms had been. In the years since, shorter season and more cold tolerant corn hybrids have been introduced, enabling corn production to move further and further north where it never was grown 20-30 years ago. Also the price differential between corn and wheat has narrowed so that there is less economic advantage for wheat production, this likewise encourages farmers to grow corn instead of wheat. The result is that scab is now an endemic recurring problem in areas where it was a rare event before corn moved in. While this does not prove cause and effect, the same observation (corn/no-till moving in and scab increasing) has been made repeatedly over the past 50 years in many locations in the USA and elsewhere. That's just too many coincidences!

The experience you describe certainly fits one of what I believe are the two possible sets of conditions for severe scab. But, I would argue that in the absence of corn residue (or some other crop as favorable as a substrate - rice, maybe) the inoculum level never (or at least very rarely) gets high enough to trigger the other severe disease scenario - that caused by extremely high inoculum in an environment that is only moderately favorable.

My argument that you only need ~10% of acreage in corn to achieve that high inoculum saturation comes from the dispersal study (an extrapolation, I admit), as follows. From a 1 km sq field of corn residue, it is necessary to get 1-2 km away to see even a 50% reduction in FHB. If you visualize a region as a checkerboard of 1 km squares colored in to indicate corn, then you only need to color in every ninth square to have all the non colored squares directly adjacent to a colored one - i.e. within 1 km at their furthest point and therefore subject to that high inoculum, very nearly the same high inoculum pressure as in the cornfield residue itself. I say "about 10%" instead of 11% (= 1/9) just to make it easier for people relate to.

*Once you have that high inoculum saturation, then many more weather periods will be sufficiently favorable for high infection than when the inoculum level was lower and only the most favorable weather produced the severest scab.*

*I don't know if you'll agree with some of those ideas or not, but yes, it is an interesting discussion. Thanks for that.*

*Maurício wrote:*

*I am enjoying our discussion on the net. I believe I was not very clear when I mentioned corn and no till. Of course these are playing a major role as a strong source of inoculum. I was trying to say is that if environmental conditions are so favorable like we have in the last two years, in some regions, it is not going to matter if the previous crop in the summer was corn or soybeans. You will get scab anyway.*

*Bob wrote:*

*YES I AGREE WITH THAT. THAT WAS WHAT WE HAD IN THE US IN 1993 and 1996.*

”

A giberela poderá ser o grande desafio a ser vencido, caso se confirme uma estreita ligação entre a maior incidência da doença e o sistema plantio direto. A rotação de culturas, uma prática que tem sido usada para minimizar os riscos de certas doenças sob sistema plantio direto, é pouco eficaz para o controle de giberela. As razões que levam à baixa eficiência da rotação de culturas são a disseminação de ascósporos a grandes distâncias, o elevado número de outras espécies hospedeiras do patógeno e, também, a capacidade do fungo de sobreviver em restos culturais de espécies não hospedeiras. Além disso, existe a preocupação com o fato que está sendo cada vez mais freqüente presença de *G. zae* em culturas como o milho, a aveia e até a soja. O controle da doença através de cultivares resistentes é muito difícil, pois, até o momento, a resistência genética conhecida não é suficiente para proteger a planta da doença quando as condições ambientes são bastante favoráveis ao desenvolvimento de uma epidemia. A Embrapa Trigo em 1999, fez disponível aos agricultores duas cultivares de trigo a BRS177 e BRS179 que apresentam-se como resistentes a giberela.

Hoje, táticas de controle envolvendo o uso de fungicidas de forma preventiva em combinação com previsões climáticas se apresentam como uma alternativa para o controle de giberela.

## Considerações Finais

Os argumentos para uma agricultura sustentável ao longo do tempo envolvem a adoção de tecnologias menos dependentes de agroquímicos e de fertilizantes inorgânicos. O sistema plantio direto, ou uma tecnologia modificada desse sistema de cultivo, inevitavelmente fará parte do que imaginamos e queremos que seja a agricultura sustentável. No sul do Brasil, em algumas propriedades agrícolas nas quais o sistema plantio direto foi adotado há 15-20 anos atrás, o uso de insumos como herbicidas e fertilizantes na forma de N e P tem diminuído. É importante salientar que, nesses casos, o sistema plantio direto está associado à rotação de culturas e inclusive ao uso de culturas de cobertura. Nessas condições, ocorrem dois cultivos por ano com uma constante adição de restos culturais à superfície do solo.

Os desafios de hoje residem na busca de alternativas criativas que aliviem os efeitos negativos do sistema plantio direto, como o de favorecer o desenvolvimento de certas pragas e doenças. As novas tecnologias precisam ser compatíveis com os princípios conservacionistas embutidos no sistema plantio direto. Nesse contexto, o controle biológico das doenças com microorganismos apresenta-se com grande potencial de sucesso, pois o ambiente modificado pelo sistema plantio direto oferece condições favoráveis ao crescimento de microorganismos. É importante que os microorganismos sejam selecionados para sobreviver no ambiente do sistema plantio direto. Concordamos que à medida que se completam mais anos de adoção do sistema plantio direto o ambiente onde crescem as plantas vai se diferenciando em suas propriedades química, físicas e biológicas, em relação ao sistema convencional. Portanto, é possível que os genótipos desenvolvidos

para serem conduzidos em sistema convencional não sejam totalmente adaptados as condições do sistema plantio direto. Entretanto, muitos programas de melhoramento continuam buscando uma planta com o mesmo tipo agronômico e características que eram idealizadas quando o preparo do solo era predominantemente o sistema convencional. A pergunta que surge é: o tipo agronômico e as características desejadas hoje são as mesmas de dez a 15 anos atrás? Provavelmente, a resposta seja não. É preciso repensar quais seriam as características desejadas em cada espécie para a exploração do seu potencial máximo neste novo ambiente de solo e no microclima que resulta da adoção do sistema plantio direto. O uso de novos fungicidas sistêmicos com longo poder residual que aplicados na semente podem proteger as plantas das doenças por um período de tempo significativo certamente terão espaço por apresentarem características vantajosas para o ambiente e ao homem.