



---

## **II SEMINÁRIO INTERNACIONAL**

---

## **DO SISTEMA PLANTIO DIRETO**

---

6 a 9 de outubro de 1997 - Passo Fundo - Rio Grande do Sul - Brasil

Promoção:

**Embrapa Trigo - Revista Plantio Direto**

**Anais**

ENTIDADES PROMOTORAS

## II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Passo Fundo, RS, 6 a 9 de outubro de 1997



EMBRAPA-CNPT  
Centro Nacional de Pesquisas do Plantio Direto  
Passo Fundo (054) 311-3444  
CEP 96000-020 Passo Fundo/RS

## ANAIS

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA  
PLANTIO DIRETO - 1997 Passo Fundo, RS  
Anais, Passo Fundo EMBRAPA-CNPT, 1997  
Revista Plantio Direto

EMBRAPA-CNPT

Passo Fundo, RS, Brasil

1997

CEMBRAPA-CNPT  
CDD 033 280601

Exemplares desta edição podem ser solicitados à:

EMBRAPA-CNPT

Setor de Difusão de Tecnologia

Rodovia BR 285, km 174

Caixa Postal 569

Fone: (054) 311-3444

Fax: (054) 311-3617

CEP 99001-970 Passo Fundo, RS

ALDEIA NORTE EDITORA

Rua Paissandu, 1515, sala 701

Fone/Fax: (054) 311-1235

CEP 99010-101 Passo Fundo, RS

Tiragem: 2.000 exemplares

	
Unidade:	CNPT
Valor aquisição:	631,58060
Data aquisição:	54710
N.º N. Fiscal/Fatura:	1997
Fornecedor:	EXE.1
N.º OCS:	
Origem:	UMT
N.º Registro:	2590198

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA  
PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo, RS.  
Anais. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997.  
310p.

Método de Cultivo; Plantio Direto.

CDD 633.580601

©EMBRAPA-CNPT

## ENTIDADES PROMOTORAS

Comissão Central: João Francisco Soárez  
Gilberto de Oliveira Burgo

Subcomissão Técnica: José Elio Denardin  
Raimundo Alberto Kochhanski



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Gilson Rosset

Subcomissão de Divulgação: Leane Matrechel  
Leandro Marshall

Subcomissão de Infra-estrutura: Armando Ferreira Filho



*Revista Plantio Direto*

## COMISSÃO ORGANIZADORA

**PALES** Comissão Central: João Francisco Sartori - Coordenador  
Gilberto de Oliveira Borges

- Influences of the no-till system on drinkability of water: consequences on water Subcomissão Técnica: José Eloir Denardin Rainoldo Alberto Kochhann  
e subterrâneas Mauro Rizzardi
- O sistema plantio direto e a sustentabilidade das relações homem-mofo Arcenio Sattler Antoninho Berton
- Conceitos, principios, visões e realidade da aplicação da agricultura de conservação Marcos Fries
- Subcomissão de Finanças: Julio Cesar Barreneche Lhamby
- Microbacias agriculturais sustentáveis
- Meio ambiente e agricultura sustentável Subcomissão de Editoração: João Carlos Soares Moreira Gessi Rosset

**PAINEL** Subcomissão de Divulgação: Liane Matzenbacher  
Leandro Marshall

**MANEJO CONSERVACIONISTA** Subcomissão de Infra-estrutura: Armando Ferreira Filho

Milton Costa Medeiros

- Hierarquização de critérios na adoção do manejo conservacionista do solo Juliane Borges
- Monitoramento do sistema plantio direto em propriedades familiares integradas com rede-chave hidrográfica no planalto sul-mato-grossense
- Monitoramento de qualidade da água nas bacias do ribeirão pantaninho e do córrego mundo novo em área de cerrado em Minas Gerais
- Avaliação da erosão do solo em área de plantio direto no cerrado através de estação total (geodimetro)
- Monitoramento do sistema de plantio direto em propriedades familiares em microbacia hidrográfica no planalto sul-mato-grossense - plantas daquinhas

## SUMÁRIO

• Como fazer uma amostragem de solo no sistema plantio direto?	205
<b>PALESTRAS</b>	
• Influences of the no-till system on drinkability of water; consequences on water treatment and availability of water .....	3
• Influência das atividades agrícolas na qualidade das águas superficiais e subterrâneas .....	11
• O sistema plantio direto e a sua mensagem à sustentabilidade das relações homem-meio .....	25
• Conceitos, princípios, vantagens e potencialidade de aplicação da agricultura de precisão .....	37
• As doenças das plantas e o sistema plantio direto .....	43
• Micorrizas na agricultura sustentável .....	81
• Mecanismos de resistência de plantas aos herbicidas .....	97
<b>PAINÉIS</b>	
<b>MANEJO CONSERVACIONISTA DE SOLO EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS</b>	
• Hierarquização de critérios na adoção de práticas de conservação do solo .....	107
• Monitoramento do sistema plantio direto em propriedades familiares integradas em microbacia hidrográfica no planalto sul-rio-grandense .....	109
• Monitoramento de qualidade da água nas bacias do ribeirão pantaninho e do córrego mundo novo em área de cerrados em Minas Gerais .....	113
• Avaliação da erosão do solo em área de plantio direto no cerrado através de estação total (geogímetro) .....	117
• Monitoramento do sistema de plantio direto em propriedades familiares em microbacia hidrográfica no planalto sul-rio-grandense-plantas daninhas I .....	121
• Avaliação da eficiência do glyphosate na dessecção do campo nativo para sementação direta de culturas anuais .....	213

## MANEJO DE SOLO, DE CULTIVARES E DE EQUIPAMENTOS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

• Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados .....	127
• Fluxo preferencial de herbicidas em solos sob plantio direto a diferentes padrões de chuva .....	133
• Influência de diferentes sistemas de cultivo sobre alguns atributos físicos de um solo de várzea .....	137
• Avaliação da compactação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo através da tomografia computadorizada e do penetrômetro .....	143
• Efeito da redução no espaçamento entre linhas da soja sobre o rendimento de grãos e seus componentes, em semeadura direta .....	147
• Rendimento de milho e soja cultivados no sistema plantio direto, sob diferentes coberturas mortas, em um solo de várzea .....	151
• Manejo da resteva de milho para o estabelecimento de trigo sob sistema plantio direto .....	157
• Estratégias de manejo para plantar culturas anuais sobre uma cobertura permanente de <i>Arachis pintoi</i> .....	161
• Desempenho do arroz irrigado em plantio direto sob diferentes coberturas vegetais do solo .....	165
• Novas espécies de plantas de cobertura para o plantio direto .....	169
• Diferimento de forrageiras de inverno, visando produção de forragem e cobertura morta para o sistema plantio direto .....	173
• Desempenho de trigos e aveia preta visando duplo propósito (forragem e grão) no sistema plantio direto .....	177
• Decomposição de restos de soja e sobrevivência de patógenos .....	181
• Biomassa microbiana e produção de C-CO <sub>2</sub> e n mineral em sistemas de manejo de solo .....	185
• Twenty-five years of banana cultivation without tillage: pesticides and microbial activity .....	189
• Validação de semeadoras tração animal em sistema plantio direto .....	193
• Uso de barra na pulverização costal, visando facilitar a introdução do plantio direto nas pequenas propriedades de Viadutos, RS .....	197

## MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

• Como fazer uma amostragem de solo no sistema plantio direto? .....	205
• Efeito da aplicação de calcário na superfície do solo sobre fatores de acidez em campo natural .....	209
• Manejo da calagem no sistema plantio direto, em solo de várzea, sob condições naturais .....	213
• Por que a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? .....	217
• Adubação nitrogenada para trigo cultivado após as culturas de soja e de milho, em sistema plantio direto .....	221
• Manejo do nitrogênio em milho implantado em sucessão a coberturas de inverno. I - Absorção de nitrogênio .....	225
• Manejo do nitrogênio em milho implantado em sucessão a coberturas de inverno. II - Rendimento de grãos .....	229
• Possibilidades de manejo do nitrogênio na cultura do milho em sucessão a aveia preta, sob plantio direto .....	235
• Efeito residual da adubação nitrogenada do azevém sobre o arroz subsequente .....	239
• Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada nos sistemas plantio direto e preparo convencional .....	243
• Métodos de aplicação de fósforo em plantio direto .....	247
• Manejo da adubação fosfatada no sistema plantio direto, em solo de várzea, sob condições de campo nativo .....	251
• Efeito residual da adubação fosfatada do azevém sobre o arroz subsequente .....	255
• Avaliação da eficiência agronômica dos fosfatos naturais reativos de Arad e de Gafsa .....	259
• Efeito residual da adubação potássica do azevém sobre o arroz subsequente .....	263

## PLANTIO DIRETO EM CAMPO NATURAL

• Dessecção do campo nativo para semeadura direta da cultura da soja .....	269
• Avaliação da eficiência do glyphosate na dessecção do campo nativo para semeadura direta de culturas anuais .....	273

• Efecto del control de la vegetación natural sobre la producción de cultivos invernales con siembra directa .....	277
• Comparación de cuatro intensidades de uso del suelo con tecnología de siembra directa para producción forrajera en las lomadas del este de Uruguay .....	281
• Evolución de la vegetación de un campo natural sobre suelo arenoso luego de tres años de siembra directa .....	285
• Introducción de especies forrajeras en campo natural, comparando siembra directa en líneas con voleo superficial en combinación con diferentes tipos y dosis de herbicidas .....	289
• Uso de tecnología de siembra directa en renovación de pasturas degradadas con gramilla ( <i>cynodon dactylon</i> ) en lomadas del este de Uruguay .....	293

## APRESENTAÇÃO

A globalização da economia, com a consequente abertura internacional dos mercados agrícolas, está induzindo a agricultura a níveis de eficiência, de competitividade e de respeito ao ambiente nunca antes experimentados.

A indiscriminada e incontestável busca de aumentos de produção por unidade de área, fortemente alicerçada no uso de insumos, conduzida como estandarte na “revolução verde” e responsável, em parte, pela deflagração de políticas de subsídios a esses insumos como alternativa-solução para a sustentação econômica da agricultura, está, nitidamente, perdendo força e sendo substituída pela implementação das diretrizes da sustentabilidade, em que a agricultura de precisão e a preservação do ambiente são os novos paradigmas para essa atividade.

A observância dos princípios da agricultura de precisão, indubitavelmente, constitui ferramenta fundamental para elevar a eficiência e a competitividade das ações vinculadas ao negócio agrícola, propiciando, dessa forma, o sucesso desses empreendimentos e, via de consequência, condições que levam o homem a optar pela permanência no campo.

Os sistemas conservacionistas de manejo de solo, que vêm contribuindo consideravelmente para a preservação do ambiente, especialmente para a melhoria da qualidade das águas superficiais, por reduzirem a produção de sedimentos, abrigam ainda problemas altamente preocupantes decorrentes do deslocamento de agroquímicos associados ao movimento de água superficial, subsuperficial e subterrâneo, principalmente em solos submetidos ao sistema plantio direto.

Com base nos fundamentos e no atual estado do conhecimento, o plantio direto é o sistema de exploração agropecuário que reserva as maiores potencialidades de operacionalização dos novos padrões de agricultura preconizados.

O II Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto, promovido pela EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo) e pela Aldeia Norte Editora/Revista Plantio Direto, tem por objetivos expor e debater esses novos paradigmas da agricultura no contexto do sistema plantio direto, focalizando procedimentos de manejo de solo, de água, de culturas e de equipamentos agrícolas, aliados à seleção e ao uso e manejo de agroquímicos, como estratégias poderosas para o aprimoramento das relações homem-moço

e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de uma agricultura mais precisa e mais preservacionista.

A estrutura programática do evento está embasada na preocupação de que o conhecimento acumulado, ao longo dos 28 anos decorrentes desde a introdução do sistema plantio direto no Brasil até hoje, é ainda limitante para a maximização dos benefícios esperados e que o futuro deste sistema deva ser norteado pela ciência. Por isso paralelamente aos depoimentos proferidos pelos especialistas convidados, haverá sessões de posters com exposição de resultados de pesquisa abrangendo diferentes áreas do conhecimento relacionadas ao sistema plantio direto, estreitando o relacionamento entre pesquisadores, assistentes técnicos e produtores rurais.

Esta publicação contempla palestras proferidas nas sessões de painéis e os resumos dos trabalhos científicos apresentados, de forma voluntária, nas sessões de posters, programadas pelo II Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto.

A Comissão Organizadora

## INFLUENCES OF THE NO-TILL SYSTEM ON DRINKABILITY OF WATER; CONSEQUENCES ON WATER TREATMENT AND AVAILABILITY OF WATER

Richard S. Fawcett

Nutrients and pesticides from agricultural land become water quality concerns when they move off fields to either surface or groundwater. In surface water, these inputs, as well as suspended sediment, can adversely affect aquatic ecosystems. However, this paper will concentrate on the human health and drinking water implications of these contaminants and results of studies in the United States on the impact of no-till systems on their movement to water.

In the U. S., enforceable drinking water standards (called Maximum Contaminant Levels or MCLs) or voluntary standards (called Health Advisory Levels or HALs) are established by the Environmental Protection Agency for most pesticides which have been detected in water. These standards utilize Persistence, bioaccumulation, and bioactivity to determine the potential for a compound to be a threat to human health. The standard for atrazine is 3 ppb, and for the herbicide paraquat at the common detection limit of 0.1 ppb.

However, pesticides detected in groundwater in the U.S. were a few persistent and mobile compounds. Following this discovery, some of the more persistent compounds such as DBCP and EDB were banned, partly due to groundwater concerns. Others, such as aldicarb were restricted, allowing continued use in areas which were not highly vulnerable.

Today, herbicides are the class of pesticides most frequently detected in ground and surface water across most of the U.S. Many modern insecticides are relatively short in persistence and are tightly adsorbed by soil, making detections in water rare. Many modern herbicides are also rarely detected due to short persistence, strong adsorption, and low rate. However, several common soil-applied herbicides which are moderately adsorbed on soil particles can sometimes be detected in shallow groundwater or surface water.

<sup>1</sup> Richard S. Fawcett is President of Fawcett Consulting, 30500 Doe Circle, Hurley, Iowa 50134, USA. Electronic Mail Address: rtfawcett@pcpartner.net.

# INFLUENCES OF THE NO-TILL SYSTEM ON DRINKABILITY OF WATER; CONSEQUENCES ON WATER TREATMENT AND AVAILABILITY OF WATER

Richard S. Fawcett<sup>1</sup>

Nutrients and pesticides from agricultural land become water quality concerns when they move off fields to either surface or groundwater. In surface water, these inputs, as well as suspended sediment, can adversely affect aquatic ecosystems. However, this paper will concentrate on the human health and drinking water implications of these contaminants and results of studies in the United States on the impact of no-till systems on their movement to water.

In the U. S., enforceable drinking water standards (called Maximum Contaminant levels or MCLs) or voluntary standards (called Health Advisory Levels or HALs) are established by the Environmental Protection Agency for most pesticides which have been detected in water. These standards utilize the same toxicology testing used to establish standards for pesticide residues in food, and are based on the assumption of lifetime, daily exposure. In contrast, the European Community has decided that no pesticides should be allowed in drinking water, no matter how low in toxicity, and has set their standard at the common detection limit of 0.1 ppb.

The first pesticides detected in groundwater in the U.S. were a few persistent and mobile nematicides. Following this discovery some of the more persistent compounds such as DBCP and EDB were banned, partly due to groundwater concerns. Others such as aldicarb were restricted, allowing continued use in areas which were not highly vulnerable.

Today, herbicides are the class of pesticides most frequently detected in ground and surface water across most of the U.S. Many modern insecticides are relatively short in persistence and are tightly adsorbed by soil, making detections in water rare. Many modern herbicides are also rarely detected due to short persistence, strong adsorption, and low rate. However, several common soil-applied herbicides which are moderately adsorbed on soil particles can sometimes be detected in shallow groundwater or surface water.

---

<sup>1</sup> Richard S. Fawcett is President of Fawcett Consulting, 30500 Doe Circle, Huxley, Iowa, 50124, USA. Electronic Mail Address: rfwcett@pcpartner.net.

When carried to surface water by runoff, the majority of chemical is carried dissolved in the water phase rather than adsorbed to sediment. Herbicides most commonly detected include atrazine, alachlor, acetochlor, cyanazine, and metolachlor.

Although these herbicides are relatively low in acute toxicity, because of large safety margins used to calculate drinking water standards (such as 5,000 fold) the standards for some herbicides are in the range of what can sometimes be detected in water, especially in surface water which is more vulnerable. Thus, there concerted efforts being made to reduce the movement of pesticides to ground and surface water so that water utilities do not have the added expense of specialized treatment in order to meet health standards. While granular activated carbon treatment is effective in removing these contaminants, the process is costly, and some water utilities do not have the proper equipment.

### Causes of Water Contamination

A decade ago, leaching from treated fields (nonpoint sources) was thought to be the major cause of pesticide detections in wells. While leaching can be documented for certain more highly mobile compounds in vulnerable settings (primarily sandy soils), today we know that many detections are traced to point sources. Herbicide storage, mixing, and disposal activities tend to build up high concentrations of chemical in the soil. This overloads the soil's ability to hold and degrade chemicals, resulting in accelerated leaching. When these activities were conducted near wells, contamination sometimes resulted. In Iowa, over 80% of pesticide detections in public wells were traced to commercial pesticide facilities (3). Because farmers often filled and cleaned sprayers at their own private wells, these wells were also at risk. Today commercial pesticide handling sites in the U. S. must be protected with water-tight containment systems. Farmers have changed practices and now haul water to the field in water tanks, so that mixing and cleaning activities are divorced from the well site.

Except for sandy soil sites, detections of herbicides like atrazine in monitoring wells have been rare. For example, in the Walnut Creek Watershed in central Iowa, over 200 monitoring wells were installed in agricultural fields. Atrazine could frequently be detected at low concentrations (typically less than 1 ppb) in the top meter of soil and in

drainage tile effluent (drainage tiles located about 1.2 m below the soil surface). However, atrazine was almost never detected below the 1.2 m depth. Similarly, in Ohio atrazine was not detected in monitoring wells under treated fields (2). Movement of atrazine and other herbicides to shallow soil depths and drainage tiles is believed to be primarily due to macropore flow (preferential flow). This involves water by-passing the soil matrix through natural channels such as worm holes, cracks, and root channels. While this phenomenon can move small concentrations of contaminants a few meters in the soil, it does not operate at deeper depths, as in saturated soil, the much slower piston flow process must operate.

Movement of pesticides to surface water is primarily a nonpoint phenomenon. Tightly adsorbed pesticides are carried primarily on eroded sediment, so reductions in erosion produce reductions in pesticide runoff. Moderately adsorbed pesticides are carried both by sediment and water, but because water volumes are much higher than sediment volume, the majority of pesticide carried off fields is often in the water phase. Thus in order for practices to be effective in reducing runoff of these pesticides, both soil erosion and water runoff need to be affected.

Nitrate is the nutrient which is of concern in drinking water. To prevent methemoglobinemia in infants, a standard of 10 ppm nitrate-N is enforced in the U. S. Because nitrate is a natural part of the nitrogen cycle and is mobile in water, some nitrate is detectable in most water. However, concentrations above the health standard are often influenced by man's activities, including agriculture. Intensive nitrogen management efforts are underway in the U. S. to improve the efficiency of use of nitrogen sources in agriculture and to reduce ground and surface water contamination.

Because nitrate is mobile, it can leach to well depths in some settings, especially where soils are sandy and wells shallow. Poor well construction can also allow shallow, contaminated groundwater to enter the well. In some soils, denitrification of nitrate occurs in the subsoil, preventing significant movement of nitrate to groundwater. Most nitrate reaches surface water by first leaching into the soil and then moving to surface water either in natural subsurface flow or through manmade drainage tiles. Areas of the U.S. where drainage has been improved with tiles are significant sources of nitrate to streams. Before artificial drainage, more nitrate remained in the soil where it either denitrified or leached, rather than being carried to surface water.

## Impacts of No-Till

Surface water. Because no-till dramatically reduces erosion, strongly-adsorbed pesticides are prevented from reaching surface water. These pesticides include many common insecticides and herbicides such as glyphosate, paraquat, trifluralin, and pendimethalin. Some people have doubted the ability of no-till to reduce runoff of moderately adsorbed pesticides (such as atrazine, alachlor, acetochlor, cyanazine, and metolachlor), because these chemicals move primarily in the dissolved phase. However, no-till affects more than just soil erosion. It also affects how water behaves. Runoff is almost always slowed due to surface crop residue, allowing more of applied chemical to infiltrate into the soil before runoff begins. Often total water infiltration is increased, especially in long-term studies. Improvements in soil structure and establishment of macropores are believed to be responsible for water infiltration increases. Several natural rainfall studies have demonstrated large increases in water infiltration with no-till and accompanying reductions in pesticide runoff. When published natural rainfall studies were summarized (4), on average no-till reduced soil erosion, water runoff, and pesticide runoff by 93%, 69% and 70%, respectively, compared to moldboard plowing. Some studies showed complete or nearly complete elimination of pesticide runoff with no-till, due to increased water infiltration (6,8,10).

In contrast to natural rainfall studies, rainfall simulation studies have often shown less benefit of no-till in reducing pesticide runoff. In these studies very heavy rainfall events are applied soon after pesticide application. Under these conditions, pesticide intercepted by surface crop residue washes off residue and may become a part of overland flow before it can infiltrate into the soil. Higher concentrations of chemical in runoff may then offset decreases in runoff volume, resulting in similar or even greater amounts of pesticide runoff, compared to conventional tillage. While these simulation studies document what is possible under worst-case scenarios, they are not relevant to the conditions most frequently occurring in the field when smaller rains occur first, washing pesticides off crop residue and into the soil before heavier runoff-producing rains occur.

Earthworm burrows have been implicated as being important in causing improvements in water infiltration with no-till. Tillage destroys earthworm burrows and buries food sources for surface feeding worm species. Nightcrawlers (*Lubrius terrestris* L.) construct permanent vertical burrows.

An Ohio study (1) found that although earthworm holes greater than 5 mm accounted for 0.3% of the horizontal area of a no-tilled soil, flow into holes during 12 rainfall events accounted for from 1.2 to 10.3% of the rainfall from each storm. These natural drainage channels allow water to bypass from the soil surface when rainfall exceeds the capillary flow infiltration capacity of the soil, reducing runoff. Large increases in earthworm populations have been documented with no-till.

Under conditions where water infiltration is limited by soil type, poor internal drainage due to conditions such as an impervious layer or high water table, or problems such as compaction, runoff losses with no-till can be as great or greater than with conventional tillage. Local conditions will need to be assessed to determine if no-till will effectively protect surface water from pesticide runoff.

Because nitrate reaches streams primarily through subsurface flow or drainage tiles, and not by overland flow, the reductions in erosion and runoff caused by no-till cannot be expected to automatically reduce nitrate in streams. The impact of no-till on nitrate in surface water will depend on local hydrology. Where subsurface flow or drainage tiles predominate, it is possible that no-till could increase the total mass of nitrate moved to streams, although most studies have shown lower nitrate concentrations due to increased flow rates.

Groundwater. Because no-till often increases water infiltration, there has been concern that leaching of pesticides or nitrate might also be increased. Some studies have in fact shown increases in the leaching of certain pesticides to shallow depths with no-till (9). However other studies have shown less leaching of pesticides with no-till (5,12). Reductions in leaching may be due to greater microbial activity degrading pesticides faster, greater organic matter adsorbing the pesticide, or to water bypassing upper layers of soil containing the pesticide, due to flow down macropores.

While no-till has occasionally increased leaching of certain pesticides to shallow soil depths, the macropore flow phenomenon which delivers pesticides does not operate in saturated soil. USDA scientists found that once pesticides were moved by macropore flow (preferential flow), they diffused into the soil matrix and, once in the soil matrix, they were no longer subject to macropore flow (7). Macropore flow which is more predominant with no-till, may impact shallow infiltration of pesticides, but not influence deeper percolation. A consensus has emerged among many scientists in the

U.S. that no-till will not have a great impact (either positive or negative) on groundwater, but should have a large beneficial effect on surface water.

Nitrate leaching may be affected no-till. An Iowa study (11) compared nitrate leaching to drainage tiles over 4 years from four tillage systems with 12-year histories of constant tillage and cropping methods. Average nitrate concentrations in tile effluent were much higher under the moldboard plow than any other tillage system. This result was attributed to tillage destroying macropore structure, causing rain water to have to pass through all the soil profile according to the concept of piston flow (rather than preferentially through macropores), leaching out more nitrate. No-till plots had the lowest nitrate concentrations, indicating that soil nitrate was bypassed by water moving through macropores. However, because amounts of water infiltrating were greater with no-till, total amounts of nitrate leached were often as great or sometimes greater for no-till than for conventional tillage.

## Conclusions

No-till systems change the water cycle to be more similar to natural ecosystems than to conventionally tilled agricultural fields. More water infiltrates into the soil with no-till rather than running off the soil surface. Streams are then fed more by subsurface flow than by surface runoff. Thus, surface water is cleaner and more closely resembles groundwater in no-till areas than in areas where intensive tillage and accompanying erosion and runoff predominate.

Greater infiltration should reduce flooding, by causing more water storage in soil and slow release to streams. Infiltration also recharges groundwater, increasing well water supplies. Soil erosion fills surface water reservoirs with sediment, reducing water storage capacity. Sediment and dissolved organic matter in surface water must be removed from drinking water supplies. When water is chlorinated to kill disease organisms, the chlorine reacts with dissolved organic matter to form trihalomethane (THM) compounds such as chloroform. THMs are suspected carcinogens and are regulated in the U.S. (MCL standard of 100 ppb). Reductions in runoff and erosion provided by no-till should indirectly reduce the formation of THMs during the chlorination process.

Because no-till systems rely on the use of herbicides, some people worry that adoption of no-till will increase herbicide use and that in turn will

lead to increased contamination of water by herbicides. In the U.S., total herbicide use (kg/ha) has declined during the period of adoption of no-till. Herbicides are important to no-till, but U.S. farmers using conventional tillage use similar amounts of herbicides as no-till farmers.

No-till systems can change how herbicides interact with soil and water. Because erosion is reduced and water infiltration usually increased, runoff of herbicides and other pesticides is usually reduced, often dramatically. Thus, no-till should improve surface water quality. No-till is a recommended practice in many watershed protection projects. No-till should not have a large impact on leaching of pesticides or nitrate to groundwater. Identifying areas where groundwater is vulnerable due to geology, soil types or shallow depth can facilitate programs which help farmers select products and practices which protect groundwater. Pesticide mixing, handling, and disposal practices need to be closely examined to insure that point sources do not contaminate wells.

#### **Literature Cited**

EDWARDS, W.M.; SHIPITALO, M.J.; OWENS, L.B. & NORTON, L.D. 1989. Water and nitrate movement in earthworm burrows within long-term no-till corn fields. *J. Soil and Water Cons.* 44(3): 240-243.

FAUSEY, N. et al. 1995. Where's the atrazine? - a regional groundwater synopsis. *Proceedings Clean Water - Environment - 21st Century.* Am. Soc. Agr. Eng., St. Joseph, MI. p.66-72.

FAWCETT, R.S. 1989. Pesticides in ground water - solving the right problem. *Ground Water Mon. Rev.* 9:5-7.

FAWCETT, R.S.; CHRISTENSEN, B.R. & TIERNEY, D.P. 1994. The impact of conservation tillage on pesticide runoff into surface water: A review and analysis. *J. Soil Water Cons.* 49:126-135.

FERMANICH, K. J. & DANIEL, T.C. 1991. Pesticide mobility and persistence in mycrolysimeter soil columns from a tilled and no-tilled plot. *J. Environ. Qual.* 20:195-202.

FRANTI, T.G.; PETER, C.J.; TIERNEY, D.P.; FAWCETT, R.S. & MEYERS, S.A. 1995. Best management practices to reduce herbicide losses from tile-outlet terraces. Paper 952713. Am. Soc. Agr. Eng., St. Joseph, MI.



# INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Ariovaldo Luchiari Jr.<sup>1</sup>  
Luís Gonzaga de Toledo<sup>1</sup>  
Celso João Alves Ferreira<sup>1</sup>

A água doce é um recurso natural escasso. As estimativas da disponibilidade de água no planeta indicam que 94% deste recurso encontra-se nos oceanos e mares, equivalentes a  $1340 \times 10^6 \text{ Km}^3$ . A água doce representa apenas 6% do volume total sendo que 4% estão no aquíferos ( $60 \times 10^6 \text{ Km}^3$ ) e 2% ( $30 \times 10^6 \text{ Km}^3$ ) nas calotas polares. O restante da água doce distribui-se entre os lagos, rios e reservatórios ( $0,13 \times 10^6 \text{ Km}^3$ ), umidade do solo ( $0,07 \times 10^6 \text{ Km}^3$ ) e água atmosférica ( $0,01 \times 10^6 \text{ Km}^3$ ) (Margalef, 1983).

A explosão urbana desordenada dos anos 80 transpôs para as metrópoles emergentes do mundo, uma preocupação até então comum apenas a países do Oriente Médio e da Ásia: a iminência da escassez de água em condições de uso. Aliado a disponibilidade cada vez menor de água em condições aceitáveis de uso, o conflito entre os diversos usos geram disputas por este recurso, o que força os governos a tomarem medidas legais e administrativas no sentido garantir o suprimento de água para as diferentes atividades humanas, sem comprometer a qualidade e quantidade dos recursos hídricos para as gerações atuais e futuras. Em âmbito mundial o consumo de água doce é dividido em 69% para fins agrícolas, 23% para usos industriais e 8% para consumo doméstico (Malta e Preste, 1997).

Do total de água doce no mundo, 15% encontram-se no Brasil, sendo 10% como água superficiais e 5% como águas subterrâneas. Na Tabela 1 e nos Gráficos 1 e 2 é mostrado um panorama atualizado da disponibilidade e a demanda de água no Brasil por região geográfica, da por este recurso conforme os principais usos.

Assim sendo, e felizmente o arcabouço legal e normativo também adotou, a especificação de qualidade de água deve bascular-se em limites toleráveis para a utilização, de forma a não causar estrago à química da água, tanto em

<sup>1</sup> Embrapa-Centro Nacional de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - Rod. SP 340, km 127,5, Caixa Postal 69, CEP 13800-000 Jaguariúna, SP.

Tabela 1. Disponibilidade de água doce no Brasil e demanda conforme o uso, por região geográfica, em km<sup>3</sup>/ano

Região	Vazão Total	Vazão Urbana	Vazão Agrícola	Vazão Industrial
Norte	3845.5	0.36	0.06	0.50
Nordeste	186.2	2.06	3.91	0.55
Sudeste	334.2	5.17	4.29	5.56
Sul	365.4	1.74	7.25	1.45
Centro-Oeste	878.7	0.59	0.45	0.14
<b>Total</b>				

Fonte: DAEE.

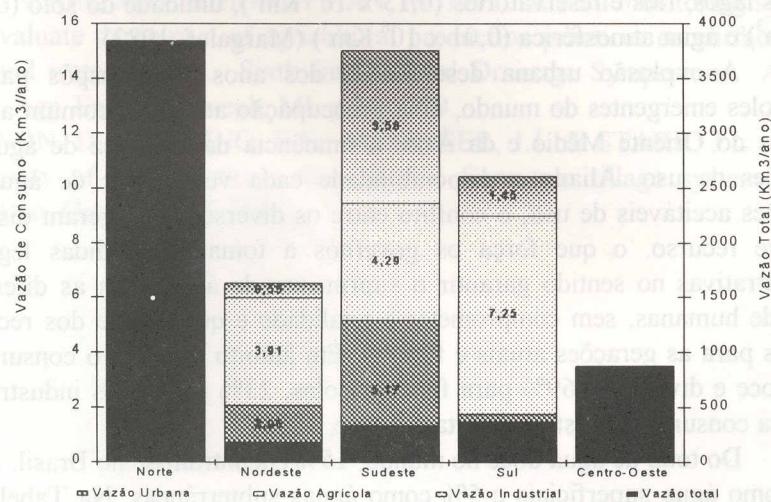


Gráfico 1. Valores comparativos entre disponibilidade e demanda de água doce no Brasil de acordo com as regiões geográficas. Observar para o eixo secundário de y refere-se à vazão total. Valores abaixo de 0,5 km<sup>3</sup>/ano não foram incluídos.

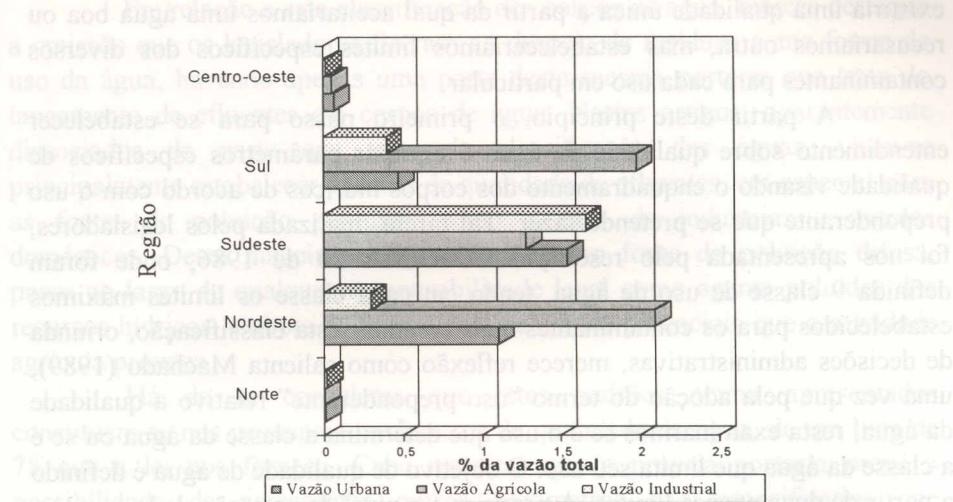


Gráfico 2. Valores relativos de consumo de água conforme o uso em relação a disponibilidade da região, em porcentagem.

Assim como ocorreu com o petróleo, alvo permanente de disputas financeiras e constante estopim de guerras, a água tem tudo para virar a década como a commodity do novo milênio. No Brasil, este direcionamento começa a ser delineado, uma vez que em janeiro deste ano foi instituído a autorização para cobrança da captação de produto essencial aos seres vivos. A legislação sancionada pelo presidente Fernando Henrique Cardoso introduziu a polemica decisão de permitir estabelecer um preço também para a água que hoje é captada de graça dos rios e lagos. Atualmente, o usuário arca apenas com o custo do tratamento e da distribuição (Malta e Preste, 1997).

Quando se fala em qualidade da água, logo nos vem a mente a idéia de pureza, no sentido de inviolabilidade de suas características químicas. Entretanto, tais características não tem valor prático, uma vez que a qualidade da água se relaciona mais ao uso que dela os homens fazem, do que propriamente da identificação dos níveis de elementos presentes na água. Assim sendo, e felizmente o arcabouço legal e normativo também adotou, a especificação de qualidade da água deve basear-se em limites toleráveis e/ou aceitáveis da presença de elementos estranho à química da água, tendo em vista um particular uso que se pretenda fazer deste recurso. Isto é, não

existiria uma qualidade única a partir da qual aceitariam os uma água boa ou recusariam outra, mas estabeleceriamos limites específicos dos diversos contaminantes para cada uso em particular.

A partir deste princípio, o primeiro passo para se estabelecer entendimento sobre qualidade da água é agrupar parâmetros específicos de qualidade visando o enquadramento dos corpos hídricos de acordo com o uso preponderante que se pretende fazer. Tal tarefa, realizada pelos legisladores, foi nos apresentada pelo resolução CONAMA 20 de 1986, onde foram definida 9 classe de uso de água, tendo em cada classe os limites máximos estabelecidos para os contaminantes mais comuns. Esta classificação, oriunda de decisões administrativas, merece reflexão como salienta Machado (1989), uma vez que pela adoção do termo “uso preponderante” relativo a qualidade da água, resta examinarmos se é o uso que determina a classe da água ou se é a classe da água que limita seu uso. O objetivo de qualidade de água é definido a partir de duas noções limites. A primeira é o nível de proteção de base, além do qual a presença de produtos poluentes corresponde a um perigo inaceitável. O segundo é o nível de efeito nulo, pelo qual não se percebe efeitos prejudiciais visíveis sobre os diversos alvos presente no recurso hídrico (flora, fauna, seres humanos, coletividade, etc.).

Tabela 2. Principais padrões de qualidade da água de acordo com a classe de uso, segundo portaria CONAMA n.º 20 de 1986 ( Rocha, 1986).

Parâmetro	(unidade)	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Subterrânea <sup>1</sup>
Coliforme totais	(NMP/100ml)	1000	5000	20000	20000	0
DBO 20° C	(mgO <sub>2</sub> /l)	3	5	10	10	1
Turbidez	(NTU)	40	100	100	100	-
pH		6-9	6-9	6-9	6-9	6.5 - 8.5
NH <sub>4</sub>	(mg N/l)	0,02	0,02	1,0	1,0	-
PO <sub>4</sub>	(mg P/l)	0,025	0,025	0,025	0,025	-
NO <sub>3</sub>	(mg N/l)	10	10	10	10	10
OD	(mg O <sub>2</sub> /l)	6	5	4	2	-
Cd	(mg/l)	0,001	0,001	0,01	0,01	-
Hg	(mg/l)	0,0002	0,0002	0,002	0,002	-
STD	(mg/l)	500	500	500	500	-

<sup>1</sup> Padrões estabelecido pela CETESB em águas de poços no Estado de São Paulo (CETESB, 1994).

Em relação a esta classificação dos corpos de água, merece destaque a omissão que os legisladores fizeram ao despejo de resíduos como forma de uso da água, havendo apenas uma parte desta mesma portaria que trata do lançamento de efluentes em corpos de água. Nestes artigos, aparentemente dissociados da parte que trata da classificação das águas, visou-se principalmente estabelecer padrões de qualidade de efluentes, em especial para as fontes de poluição pontuais, como o caso de industrias e esgotos domésticos. Desta maneira, a agricultura, como fonte de poluição difusa, passa ao largo de qualquer responsabilidade legal como agente poluidor dos recursos hídricos, embora saibamos dos malefícios potenciais que a atividade agrícola provoca.

Há de se considerar que estes padrões acima apresentados constituem-se nos principais parâmetros de qualidade da água, de um lista de 78 que a lei nos fornece. Cabe ressaltar que a própria portaria prevê a possibilidade de acrescentar outros parâmetros não especificados que comprovadamente causem efeitos letais ou alteração de comportamento, de reprodução ou fisiologia da vida (Machado, 1989). Este brecha é providencial, sendo impossível a lei prever todas a fórmulas químicas de contaminantes assim como o surgimento de novas moléculas, como é o caso dos agrotóxicos.

A poluição das águas origina-se de várias fontes, dentre as quais destacam-se os efluentes domésticos, os efluentes industriais, o deflúvio superficial urbano e o deflúvio superficial agrícola, estando portanto associado ao tipo de uso e ocupação do solo.

Cada uma destas fontes possui características próprias quanto aos poluentes que carreiam, sendo que os esgotos domésticos apresentam contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias. Já a grande diversidade de indústrias faz com que haja uma variabilidade mais intensa nos contaminantes lançados aos corpos de água, incluindo os já citados e muitos outros que dependem das matérias-primas e dos processos industriais utilizados.

Em geral, o deflúvio superficial urbano contém todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Quando da ocorrência de chuvas, os materiais acumulados no solo são arrastados pela enxurradas para os cursos de água superficiais, constituindo uma fonte de poluição séria.

O deflúvio superficial agrícola tem características diferentes. Sua intensidade depende das condições edafo-climáticas, dos sistemas de produção adotados, das práticas agrícolas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam a preparação do terreno para o plantio, a aplicação

agrícola e a colheita. A contribuição representada pelo material proveniente da erosão de solos intensifica-se quando da ocorrência de chuvas.

As atividades agrícolas podem causar efeitos diferenciados sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. A agricultura extensiva provoca impacto ambiental adverso sobre a qualidade da água quando praticada em áreas marginais e ecologicamente sensíveis. Este tipo de agricultura é muita usada por pequenos produtores nos trópicos, e devido ao pequeno capital envolvido, ao baixo uso de fertilizantes e pesticidas, os impactos ambientais causados por este sistema de produção ocorre pelo aumento da pressão demográfica (Lal e Stewart, 1994).

Já agricultura intensiva, quando envolve a conversão de novas terras em áreas agrícolas ou o incremento das atividades das áreas agrícolas já existentes, causa impactos sobre o disponibilidade e a qualidade da água.

Das atividades agrícolas que globalmente afetam a qualidade dos recursos hídricos a conversão da florestas tropicais é muito importante. Há estimativas de que cerca de 20 milhões de hectares de florestas tropicais é anualmente convertida em áreas agrícolas. Esta conversão é freqüentemente feita pelo uso de máquinas pesadas que compactam a camada superficial dos solos, removem a biomassa superior e o litter e expõe solos frágeis ao intemperismo atmosférico (Lal e Stewart, 1994; Sharpley e Halvorson, 1994).

Uma segunda faceta da agricultura intensiva é a forte dependência que esta atividade tem dos agroquímicos. Na Tabela 3 é apresentado o uso global de fertilizantes desde a década de 50 assim como o ganho em produtividade que estes insumos proporcionaram a agricultura.

Tabela 3. Uso mundial de fertilizantes (adaptado de Lal & Stewart, 1994)

Ano	Uso de fertilizante		Média de produtividade	
	$10^6$ Mg	% Incremento anual	Mg/ha	Incremento anual
1950	15.1	-	1.05	-
1960	24.2	6.0	1.30	2.4
1970	59.2	14.5	1.35	1.9
1980	111.3	8	1.90	2.3
1990	142.9	2.8	2.20	1.6

Em adição ao uso de fertilizantes minerais há o uso de resíduos orgânicos aplicado a agricultura como maneira de aumentar a fertilidade do solo. A eficiência de aproveitamento dos fertilizantes é geralmente baixa, variando de 10 a 60% do total aplicado, sendo esta eficiência condicionada ao tipo de cultura, taxa de aplicação, método de preparo do solo, características do solo, etc. Dependendo da natureza química dos nutrientes aplicados ao solo, a porção que não permanece no solo acaba atingindo as águas naturais (Sharpley e Halvorson, 1994).

Na agricultura intensiva, o uso de agrotóxicos tem aumentado significativamente. Os impactos do aumento do uso de agrotóxicos são poucos conhecidos, principalmente nos países em desenvolvimento, onde a infra-estrutura e os recursos para monitoramento são escassos.

Os principais processos edáficos que afetam a qualidade da água são de natureza física, química e biológica, conforme mostrados na Tabela 4. Dentre os processos físicos podemos citar a compactação e a erosão acelerado, que por sua vez resultam na degradação da estabilidade estrutural do solo. Este declínio tem implicações na erodibilidade do solo, nas taxas de transporte superficial e subsuperficial dos elementos químicos dissolvidos e nos sedimentos carreados para os cursos de água adjacentes. A perda da estabilidade estrutural do solo afeta por sua vez a percolação da água das camadas superficiais para as camadas inferiores, afetando por conseguinte a lixiviação dos agroquímicos para a água subterrânea.

Tabela 4. Principais processos edáficos relacionados à qualidade da água.

Processos	Impacto na qualidade da água
Erosão do Solo	transporte de materiais dissolvidos e em suspensão através de enxurradas
Lixiviação	Percolação de nutrientes e material orgânico dissolvidos
Fluxo de macroporos	Transporte acelerado de contaminantes da superfície para regiões sub-superficiais
Mineralização do húmus	Liberação de compostos solúveis antes imobilizados na matéria orgânica

Dentre os agroquímicos utilizados pela agricultura, os nitratos constituem-se no mais sério contaminante dos recursos hídricos, especialmente no caso das águas subterrâneas. Um atenção especial é dada a este composto devido a possibilidade dele causar a metemoglobinemia em crianças quando encontrado na água de abastecimento doméstico acima do permitido. A agricultura contribui para a contaminação por nitratos dos lençóis subterrâneos através da lixiviação dos fertilizantes nitrogenados, resíduos orgânicos animais e vegetais aplicados na agricultura.

Vários estudos nos Estados Unidos, França, Inglaterra, Alemanha, Holanda e Israel relatam elevados níveis de nitrato em águas subterrâneas. Tal problema ocorre com mais freqüência em lugares onde o nível do lençol freático é alto. Num levantamento realizado pela EPA em poços do estado de Illinois, utilizando mais de 1000 amostras de água de poços, aqueles com mais de 30m de profundidade apresentaram uma freqüência de 1,4% de ocorrência de valores de nitrato acima 10mg/l, enquanto os poços com menos de 30m de profundidade apresentaram 23% de ocorrência (Owens, 1994).

O movimento vertical dos agroquímicos no perfil profundo do solo é um processo lento em relação ao movimento horizontal, e é difícil prever uma associação direta entre o uso de fertilizantes e a contaminação destes pela agricultura. Desta maneira, mesmo que seja suspenso o uso de agroquímicos, a contaminação das águas subterrâneas mais profundas apresentarão entradas por um período longo de anos.

No Brasil, os estudos sobre a contaminação das águas subterrâneas por nitratos são incipientes, merecendo destacar o trabalho de pesquisa sobre a contaminação do aquífero Guarani, em desenvolvimento pela equipe do CNPMA. CETESB (1994) apresenta um relatório preliminar sobre a qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo, não se verificando até o momento a presença de nitrato acima do limite estabelecido por lei, isto é, 10 mg/l de N-NO<sub>3</sub>.

Em relação a contaminação das águas superficiais Muchovej e Rechcigl (1994) comentam que as perdas de nitrato em pastagens partir dos fertilizantes é pequena, sendo que o movimento de nitrogênio para as águas superficiais ocorre na forma orgânica, associado aos processos erosivos de transporte de partículas e sedimentos. Para ilustrar este fato, os autores apresentam um tabela, a qual reproduzimos abaixo (Tabela 5), em que se relaciona a concentração de nitrato versus número de eventos de enxurradas.

Tabela 5. Concentração de nitrato e volume de enxurrada, de acordo com a classe de ocorrência, em nove microbacias do Estado de Ohio (USA)

N-NO3	Nº de eventos	Volume total	% de ocorrência
mg/l		mm	
0-5	732	2891	
5-10	94	326	93
10-15	31	72	
15-20	9	52	7
>20	24	71	
Total	890	3412	

É de conhecimento que práticas agrícolas intensiva podem causar impactos adversos na qualidade dos recursos hídricos, em geral como resultado de alterações no ciclo hidrológico, do carbono e de nutrientes; além do aporte de sedimentos e químicos dissolvidos para sistemas aquáticos. A erosão do solo e o escoamento superficial associado a lixiviação e o fluxo de macroporos estão entre os principais processos que afetam a qualidade da água.

Ao contrário do nitrato, o fósforo é transportado para os recursos hídricos principalmente pelo escoamento superficial. Embora não apresente risco direto para a saúde humana e suas concentrações encontradas nos corpos de água são muito inferiores ao de nitrato, o fósforo apresenta um papel essencial na eutrofização de rios e lagos, uma vez que o acréscimo deste nutriente favorece a proliferação de algas e acumulo de matéria orgânica, com consequências diretas para outros parâmetros de qualidade de água, tais como, aumento da DBO e diminuição do oxigênio. Os sistemas de produção agrícola influenciam a carga de fósforo transportada para os rios. A maior parte do fósforo transportado está associado aos sedimentos provenientes das áreas agrícolas e uma vez depositados no fundo de rios e lagos, este nutriente vira a ser liberado para a água através dos processos bioquímicos.

A porção solúvel do fósforo é geralmente menor que a particulada. Entretanto, sistemas de manejo que visem combater erosão dos solo, como o plantio direto, apresentam um incremento relativo maior dos que as práticas agrícolas convencionais. Tal incremento favorece diretamente o processos de enronização, uma vez que o fósforo solúvel é prontamente assimilado pela

## comunidade fitoplânctonica

Entre os fatores que normalmente caracterizam a qualidade da água de ambientes aquáticos, os teores de sólidos suspensos são freqüentemente citados, pois além de causar o assoreamento dos cursos de água e represas, afetam o comportamento dos animais, os processos fisiológicos das plantas (Ayers e Westcot, 1985). Além disso, podem causar prejuízos econômicos a outras atividades não agrícolas tais como: aumento dos custos operacionais de tratamento de água e dos sistemas de distribuição e abastecimento, gastos com a recuperação de reservatórios eutrofizados, diminuição da vida útil de reservatório e danos a equipamentos de geração hidrelétrica e diminuição da navegabilidade e da qualidade para uso de lazer e esporte (Marques, 1995).

Um estudo conduzido pelo CNPMA no município de Guaíra, abordou os impactos da agricultura intensiva sobre a qualidade das águas superficiais. Em relação ao prejuízo econômico, verificou-se um aumento nos gastos de sulfato de alumínio, visto que este composto é usado como floculante nos sistemas de tratamento de água.

Este trabalho mostrou uma relação entre o incremento das área ocupada por agricultura intensiva, neste caso, irrigação por pivô central, e a perda qualidade da água do ponto de vista do consumo de sulfato de alumínio na estação de tratamento de água para abastecimento. Como mostrado na Figura 3 e 4, verificou-se, que a partir de 1991, com a adoção de práticas agrícolas de conservação como o plantio direto provocou uma estabilização ou mesmo uma diminuição dos impactos sobre os recursos hídricos da região, refletindo em menor consumo de sulfato de alumínio (Ferreira et al., 1996).

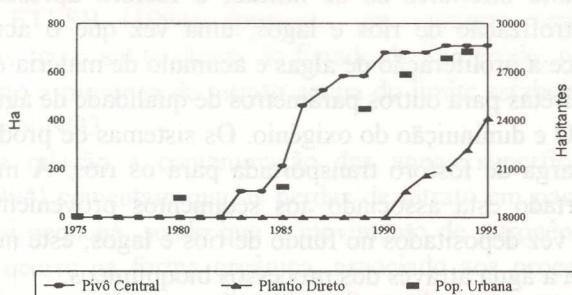


Figura 3. Evolução da área agrícola irrigado por pivô central e de plantio direto na microbacia do Ribeirão Jardim, no município de Guaíra, segundo Ferreira et al. 1996.

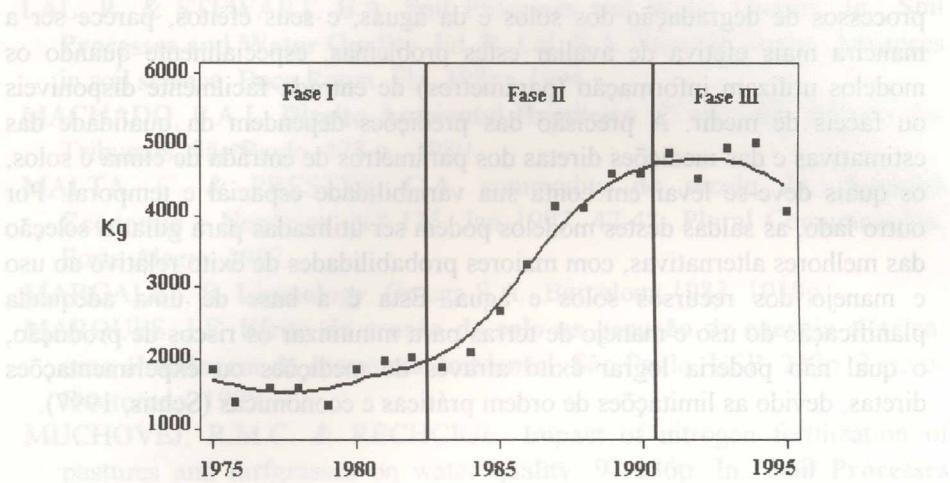


Figura 4. Consumo mensal de sulfato de alumínio pelo ETA de Guaíra, segundo Ferreira et al., 1996.

O sistema de preparo do solo também tem influência nos mecanismos de transporte de agrotóxicos. Flury (1996), em uma extensa revisão, mostra a relação entre o preparo do solo e o transporte de agrotóxicos para as águas subterrâneas e superficiais. Embora os resultados dos trabalhos sejam ambíguos para algumas moléculas, a lixiviação abaixo da zona de raízes, ocorre com maior freqüência nos sistemas de produção que adotam práticas conservacionistas, entre estas, o sistema de plantio direto. Tal mecanismo é associado a maior retenção de água que o plantio direto proporciona nas camadas superficiais do solo e a manutenção de canais preferenciais escavados pelo comunidade biológica, uma vez que o revolvimento da camada arável é praticamente nulo.

Considerando que na prática, torna-se inexcusável o monitoramento de todos os parâmetros de qualidade de água, a seleção de parâmetros mais significativos é essencial, principalmente para as atividades agrícolas, as quais, via de regra, constituem-se em fontes de poluição difusa. Desta maneira, a modelagem matemática apresenta-se como uma importante ferramenta para a avaliação de impactos ambientais da agricultura sobre a qualidade dos recursos hídricos.

A modelagem dos processos hidrológicos associados aos diferentes

processos de degradação dos solos e da águas, e seus efeitos, parece ser a maneira mais efetiva de avaliar estes problemas, especialmente quando os modelos utilizam informação (parâmetros) de entrada facilmente disponíveis ou fáceis de medir. A precisão das previsões dependem da qualidade das estimativas e das medições diretas dos parâmetros de entrada de clima e solos, os quais deve-se levar em conta sua variabilidade espacial e temporal. Por outro lado, as saídas destes modelos podem ser utilizadas para guiar a seleção das melhores alternativas, com maiores probabilidades de êxito relativo ao uso e manejo dos recursos solos e água. Esta é a base de uma adequada planificação do uso e manejo de terras para minimizar os riscos de produção, o qual não poderia lograr êxito através de medições ou experimentações diretas, devido as limitações de ordem práticas e econômicas (Sentis, 1997).

### **Dedicatória**

Este trabalho é dedicado à memória do pesquisador CELSO JOÃO ALVES FERREIRA, que muito contribuiu para os estudos de qualidade de água durante sua estada no CNPMA.

### **Referências Bibliográficas**

AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura.** FAO/ONU. Trad. H.R. Gheyi, J.F., Medeiros e F.A.V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 1991, 218p., 1985.

CETESB. **Relatório de qualidade ambiental no Estado de São Paulo - 1993** Coord. S. Oliveira. Série relatórios, São Paulo, 50p, 1994.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo - 1994.** Série relatórios, São Paulo, 270p., 1995.

FERREIRA, C.J.A.; LUCHIARI Jr, A.; TOLEDO, L.G.; LUIZ, A.J.B.; ROCHA, J. & LELIS, L.L. Influência dos sistemas agrícolas irrigados por aspersão sobre a qualidade dos recursos hídricos. **XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem.** Anais. Campinas, p.467-479, 1996.

FLURY, M. Experimental evidence of transport of pesticides through field soils - a review. **J. Environ Qual.** 25 (1), 25-45. 1996.

LAL, R. & STEWART, B.A. Soil Processes and Water Quality. In.: **Soil Processes and Water Quality**. Ed. R. Lal, B.A. Stewart. Series: Advances in soil science. Boca Raton, Fla. 398p., 1994.

MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 2<sup>a</sup> ed. . Ed. Revista dos Tribunais, São Paulo, 478 p., 1989.

MALTA, C. & PRESTES, C.A. commodity do século 21. **Amanhã Economia e Negócios**. N.º 115, Jan 1997, 42-48. Plural Comunicações, Porto Alegre. 1997.

MARGALEF, R. **Limnology**. Omega S.A., Barcelona 1983, 1010p.

MARQUES, J.F. **Efeito da erosão do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental**. São Paulo. USP. 257p. Tese de Doutorado, 1995.

MUCHOVEJ, R.M.C. & RECHCIGL. Impact of nitrogen fertilization of pastures and turfgrasses on water quality. 91-136p. In.: **Soil Processes and Water Quality**. Ed. R. Lal, B.A. Stewart. Series: Advances in soil science. Boca Raton, Fla. 398p., 1994.

OWENS, L.B. Impacts of soil N management on the quality of surface and subsurface water. In.: **Soil Processes and Water Quality**. Ed. R. Lal, B.A. Stewart. Series: Advances in soil science. Boca Raton, Fla. 398p., 1994.

SHARPLEY, A.N. & HALVORSON. The Management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In.: **Soil Processes and Water Quality**. Ed. R. Lal, B.A. Stewart. Series: Advances in soil science. Boca Raton, Fla. 398p., 1994.

SENTÍS, I.P. Aspectos hidrologicos relacionados com la evaluacion y prevencion de problemas de degradacion de suelos y aguas en América latina. Posibilidades de modelizacion. **XXV! Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Anais. CD-ROM,. SBCS 20-26 jul., Rio de Janeiro, 1997.

SOULE J.; CARRE, D. & JACKSON, W. Ecological impact of modern agriculture. In.: **Agroecology**. Ed. C.R Carroll, J.H. Vandermeer e P. Rosset. McGraw-Hill Publishing Company. 1989.

ROCHA, C.M. **Legislação de conservação da natureza**. 4.ed. CESP/FBCN. São Paulo, 719p, 1986.

# O SISTEMA PLANTIO DIRETO E A SUA MENSAGEM À SUSTENTABILIDADE DAS RELAÇÕES HOMEM-MEIO

Luiz Renato D'Agostini<sup>1</sup>

## A alternativa e o critério

Não é nossa intenção, e mesmo não se poderia pretender fazê-lo, discorrer sobre pretensas certezas associadas a vantagens ou desvantagens no sistema plantio direto, mas sim discutir possibilidades para uma adequada percepção da significação desse sistema como alternativa à sustentabilidade de uma relação homem-meio.

Mesmo que não se pudesse afirmar que o plantio direto tenha se revelado definitivamente superior ao sistema dito convencional no que se refere à produtividade de uma lavoura, se impõe reconhecê-lo, pelo menos, com desempenho equivalente. Mas equivalência, com certeza, não é argumento definitivo e nem mesmo convincente para uma preferência incondicional entre duas alternativas. Pressupõe-se, assim, que independentemente das razões que inspiraram seu aparecimento como prática agrícola, o sistema plantio direto hoje se revela com maior significação quando à luz do critério conservacionista. O plantio direto é assimilável, desta forma, à busca de maior precisão na agricultura, uma busca de redução de impacto ambiental. Mesmo porque, como a iniciativa e os objetivos deste II SEMINÁRIO atestam, há uma convicção, para não dizer uma certeza, de que sistemas conservacionistas já não são mais apenas uma alternativa, mas sim quase uma necessidade à sustentabilidade de nosso processo produtivo agrícola.

O plantio direto é, comprovadamente, um sistema eficaz no controle da erosão. E já não é mais novidade que a erosão é um dos mais urgentes problemas a equacionar. Não apenas o plantio direto, mas qualquer ação ou procedimento eficaz na conservação do solo se investe, portanto, de profunda significação à sustentabilidade das relações homem-meio. Mas o critério conservacionista não é o único e, por enquanto, nem o mais determinante critério que inspira e prioriza a ação eleita no processo produtivo.

---

<sup>1</sup> ENR/CCA/UFSC, Florianópolis, SC.

Normalmente o conservacionismo só é prioridade na medida que a degradação decorrente de ações demandadas ou orientadas por critérios prevalecentes, ou de processos dela decorrentes, implica riscos à objetivação daqueles critérios dominantes.

Impõe-se, assim, que nos perguntemos: reconheceríamos nós que o objeto deste II SEMINÁRIO manifesta, mesmo que de forma subjacente, uma vontade coletiva de sistematização e consolidação de alternativas de procedimentos acima de tudo conservacionistas, mas inseridas num processo produtivo que é livre e individualmente implementado? Estariam nossas intenções conservacionistas sintonizadas com as complexas relações de valores e de hierarquia entre critérios que movem o agricultor como indivíduo?

De qualquer forma, estamos todos convencidos de que a adoção de sistemas conservacionistas, como o plantio direto, já se justificaria pela eficácia desses sistemas no controle da erosão; mesmo que, como haveremos de ver ainda neste SEMINÁRIO, com eles possam emergir novos problemas a enfrentar. Enfim, sempre se poderá argumentar que mais vale enfrentar novas dificuldades no diálogo com o meio que ainda podemos usufruir, do que não mais precisar enfrentar essas dificuldades face o completo esgotamento daquele meio que se pretendia dominar e se pensava compreender. Este pode ser um argumento convincente à percepção coletiva, porém ainda muito distante de ser generalizadamente determinante à percepção do indivíduo.

Já dissemos que o plantio direto remete ao reconhecimento da busca de precisão na agricultura. Essa busca, no entanto, não pode prescindir de minimamente atender o conjunto de critérios que prevalecem na implementação da atividade agrícola. Em nosso contexto sócio-cultural, o agricultor tem, a princípio, seus procedimentos inspirados principalmente em três critérios: o *econômico*, a *funcionalidade* e o *conservacionismo*. Com uma abordagem essencialmente técnica, mas muitas vezes sem se poder negar um conteúdo ideológico, o profissional de Agronomia também avalia e orienta procedimentos inspirados em percepções compatíveis com as do agricultor. Objetivamente, então, os critérios seriam os mesmos? Certamente. Mas as particularidades na hierarquização desses critérios, manifestados em interesses específicos, nos defrontam com a complexidade de uma questão impregnada de subjetividades... subjetividades? Em ciência?... Em uma época científica mais ingênua, pensou-se que a subjetividade pertencia ao domínio da ilusão, que era preciso rejeitá-la, e que somente o saber objetivo era verdadeiro. Hoje se sabe bem que isso é falso. Essa subjetividade não é uma ilusão, é uma outra parte do real, não

*menos importante (Atlan, 1993). As ciências naturais não têm consciência da sua inscrição numa cultura, numa sociedade, numa história. As ciências não têm consciência do seu papel na sociedade. As ciências não têm consciência dos princípios ocultos que comandam as suas elucidações (Morin, 1996).*

Somos, desta forma, instados a tomar consciência da complexidade da realidade das nossas questões de ciência. O profissional de Agronomia orienta, mas é o agricultor quem efetivamente avalia. Comumente alheio ao diálogo objetivo, um “monólogo” decorrente de uma relação de prioridades entre critérios e os correspondentes argumentos são:

- do técnico: “ele (agricultor) deveria se esforçar para *conservar* o meio nessa sua luta que, todos reconhecemos, necessita ser cada vez mais *humanizada e economicamente atrativa*”;

- do agricultor: - “preciso ganhar *dinheiro*; não estou disposto ‘*me matar*’ para isso; dentro das possibilidades, tratarei de *conservar* o meio na forma que ele (técnico) diz”. Não há, portanto, discordância, mas sim diversidade na priorização de entendimentos. A diversidade de importância de entendimentos, no entanto, não é um desastre, mas uma oportunidade, se não uma condição necessária para a evolução da nossa forma de pensar.

Inegavelmente, o sistema de plantio direto representa importante avanço no atendimento da complexa questão, tanto em relação aos anseios de natureza *econômica* e de *funcionalidade*, quanto do *conservacionismo*. Enfim, não raramente se tem comprovado a *economicidade* do sistema plantio direto, assim como se tem comumente verificado avanços em sua *operacionalidade* e, exaustivamente, demonstrado sua eficácia na *conservação* do solo. Apesar de algumas dificuldades, o conhecimento disponível sobre plantio direto já é considerável para a sua adoção com significativo sucesso frente à intenção da sustentabilidade de relações homem-mídia. No entanto, cabe se perguntar: bastaria que um procedimento se revelasse ecologicamente equilibrado, socialmente justo, economicamente atrativo e tecnicamente compreendido para que viesse a ser efetivamente adotado? Mas então, por exemplo, como explicar o comum comportamento sedentário que se impõe reconhecer existir mesmo entre cardiologistas (fumantes!)? O homem não faz necessariamente só o que comprehende como sendo mais correto, mas sim sempre aquilo que emerge como prioridade num complexo de relações entre critérios, que só podemos compreender ou aceitar a partir da subjetividade que é comum a todos nós.

## O critério e “as espécies”

Na medida que o plantio direto tem se revelado economicamente satisfatório mesmo a curto prazo, é natural que suas implicações sobre os outros critérios se invistam de crescente significação. Enfim, assegurado o critério que nos projeta como *Homo economicus*, também é natural que então haja espaço para a expressão do *Homo sapiens*, que reconhece a necessidade de conservar o meio do qual é parte e dependente, assim como para a expressão do *Homo sapiens sapiens* em operacionalizar sua existência num complexo sócio-cultural que se revela essencialmente competição.

Colocada a questão desta forma, poderíamos ser induzidos a reconhecer que a importância atribuída aos critérios seria sempre tal que, *econômico > conservacionista > funcionalidade*. Não pretenderíamos desde logo negar, mas também não poderíamos sempre concordar com aquele eventual reconhecimento. A realidade de uma questão real, especialmente quando reconhecemos sua parte subjetiva, não nos é dado de todo compreendê-la. Mas, enfim, como ensinam Prigogine (1996), Atlan (1992) e tantos outros, as possibilidades são sempre muito mais ricas do que as certezas.

É no campo das possibilidades que algumas “certezas” emergiram como “interessantes alternativas” com a adoção do plantio direto em lavouras altamente mecanizadas. Se não de todos, é do conhecimento da maioria entre nós, que já foi considerado, ou em alguns casos mesmo adotado, o abandono da prática de terraceamento em lavouras sob plantio direto. Como compreender a relação entre os critérios que inspiram os proponentes dessa possibilidade? Poderíamos desde logo concluir que seria um procedimento necessariamente equivocado? A questão certamente não pode ser reduzida a um simples *certo(!)* ou *errado(!)*. Ela não é uma questão apenas técnica; sem no entanto deixar de ser agronômica. Assim é a realidade da complexidade da nossa questão.

Sublinhemos: o plantio direto é principalmente assimilável ao critério conservacionista. Na medida que esse procedimento tenha se revelado eficaz no combate à erosão, não caberia se abandonar o então incômodo terraço em favor do critério econômico e, principalmente, da funcionalidade de operações? Enfim, a água “mais limpa” que vemos escoar com o plantio direto “autorizaria” uma reorganização de prioridade entre os critérios... Mas mesmo com sensível redução da carga de sedimentos, “as águas... abrigam ainda problemas altamente preocupantes, decorrentes do deslocamento de

agroquímicos associados ao movimento de água... ...principalmente em solos submetidos ao sistema plantio direto" (Folder II Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto).

Sem pretender discutir o significado desses "novos" problemas, se impõe reconhecer que a questão é apenas tecnicamente cada vez melhor compreendida. Mas para o adequado equacionamento de uma questão, não basta que a mesma seja bem compreendida por alguns, mas sim que também se invista de significação para todos que nela se inscrevem. Por exemplo, ao se abordar a questão da "água limpa" que escoa em solo sob plantio direto, o argumento conservacionista se surpreende privado do efeito didático do sentido da visão, que sobre a questão da "água suja" o leigo também "sentia" compreender. Certamente que a manutenção do terraço, mesmo onde a erosão seja negligenciável, poderia se investir de importância para reduzir o escoamento de água com agroquímicos e suas implicações. Mas reconheça-se, então, que necessitariamos coletivamente convencer (educar) o indivíduo a manter procedimentos "incômodos" voltados a um critério conservacionista que, nos limites de sua propriedade, já se encontra satisfatoriamente contemplado.

Assim, o desafio que se nos apresenta é, por um lado, que possamos coletivamente reconhecer e objetivamente delimitar a legitimidade de procedimentos inspirados a partir de critérios do indivíduo e, por outro lado, se delimitar e levar o indivíduo a reconhecer o direito coletivo de regular a legitimidade do critério individual.

### **O pressuposto para uma abordagem**

O pressuposto epistemológico é o de que, muito mais difícil do que compreender e operacionalizar a ação adequada à objetivação do critério conservacionista, é priorizar a ação frente àquelas que satisfazem outros critérios ainda prioritários. A sustentabilidade das relações homem-meio não está ameaçada pelo desconhecimento ou ignorância em ações alternativas para essa relação, mas pela racionalização de objetivas vantagens de *Homo sapiens*. Só a objetiva comparação da qualidade de nossas ações, levando ao constrangimento na subjetividade que é própria do *Homo sapiens sapiens* livre, parece efetivamente poder despertar a consciência do Ser Humano. Constrangimento aqui não deve ser entendido como imposição pelo mais forte, mas sim um aspecto que é complementar à liberdade de uma expressão

integral do ser humano. A ação voltada à conservação ambiental, normalmente simples e mesmo de fácil execução, mas de intrincada operacionalização face a manifestação de critérios diversos, leva aos extremos o exercício da expressão de liberdade e de constrangimento do ser que evolui. É a consciência de liberdade para o ato indevido que constrange o ser racional que erra, e não a condição constrangedora de liberdade tolhida que pode apontar como agir melhor.

### A abordagem da questão

Pensamos já ter sublinhado as insuficiências do conhecimento positivo no equacionamento de nossas questões de ciência. Então, para que efetivamente possamos continuar a avançar, a exemplo do que representa a consolidação do plantio direto como prática investida de adequada significação em nosso contexto, necessitamos fazê-lo não apenas em relação ao conhecimento objetivo. Significa dizer que não basta avançar apenas em relação a *uma parte do real*.

Mas, em grande maioria, ainda somos inspirados pela concretitude dos objetos demarcáveis, muito mais do que pela complexidade de suas difusas relações; pela certeza do resultado, muito mais do que pelas possibilidades do processo. Implica dizer que ainda somos, em maioria, inspirados pela ciência clássica. Nessa ciência, que pretendia abstrair da natureza o homem que a descreve, tudo que nos parecesse complexo nada mais seria do que a manifestação de nossa ignorância em perceber a expressão de uns poucos e imutáveis princípios. A complexidade seria apenas aparente e a subjetividade pertenceria ao domínio da ilusão. Só o simples, e somente o simples, seria objeto de ciência. Esse pensamento redutor não atribui a realidade à totalidade, mas aos elementos que distingue; às medidas, mais do que às qualidades; ao enunciado objetivo, mais que à subjetividade do ser humano.

Mas as ciências naturais devem ter consciência da sua inscrição numa cultura, numa sociedade, numa história. Significa que, como Morin (1996) enfatiza e se quer ilustrar com a figura 1, uma ciência com consciência e significação é, acima de tudo, manifestação de um complexo cultural. Na mensagem de nossas construções em ciência ou de nossos instrumentos de orientação, se impõe que possamos não apenas reconhecer, mas também adequadamente sistematizar a subjetividade que objetivamente também move o

homem em suas ações.

A complexidade de questões que emergem associadas ao plantio direto já não reflete mais uma ignorância de quem se propõe a tratá-las como problemas reais. Não nos tornaremos mais capazes por reconhecer e pretender tratar a realidade em toda a sua complexidade, mas também não seríamos mais capazes e nem mais objetivos pretendendo reduzir e assimilar a complexidade do real à expressão de uma ignorância.

Assegurar uma boa *qualidade de água diante do uso agrícola da terra* não é propriamente um problema novo. Mas a questão é nova e se complexifica na medida que a qualidade da água remete à uma manifestação do critério conservacionista (“não pontual”), sendo que também é o critério conservacionista (“pontual”) que inspira e orienta procedimentos como o plantio direto, ao qual se associa um elevado deslocamento de agroquímicos. Igual sensibilidade ao mesmo critério num mesmo tempo não significa mesmo grau de prioridade ao critério por parte do indivíduo e da coletividade em seus respectivos espaços. Relembremos: a questão requer que possamos reconhecer, tanto quanto delimitar, a legitimidade da expressão de critérios manifestados individual ou coletivamente.

### Da abordagem à proposição

Coerente com a percepção que aqui manifestamos, a seguir é sumariamente apresentado um sistema de relações, cuja abordagem ou idéia central pode se revelar útil para uma equilibrada expressão do conjunto de critérios que orientam e inspiram a modalidade de uso e manejo do meio físico. Tomemos uma microbacia hidrográfica como uma extensão representativa do meio; um sistema aberto. Submetido à ação do ambiente, incluída aí a ação do homem, o sistema sujeita-se a processos, cujas causas e cujos resultados se pode caracterizar. Tomemos como de interesse, causas, processos e comportamento do sistema que possam determinar como resultados o que podemos medir como *solos erodidos* e como *flutuações de vazão* (Figura 2).

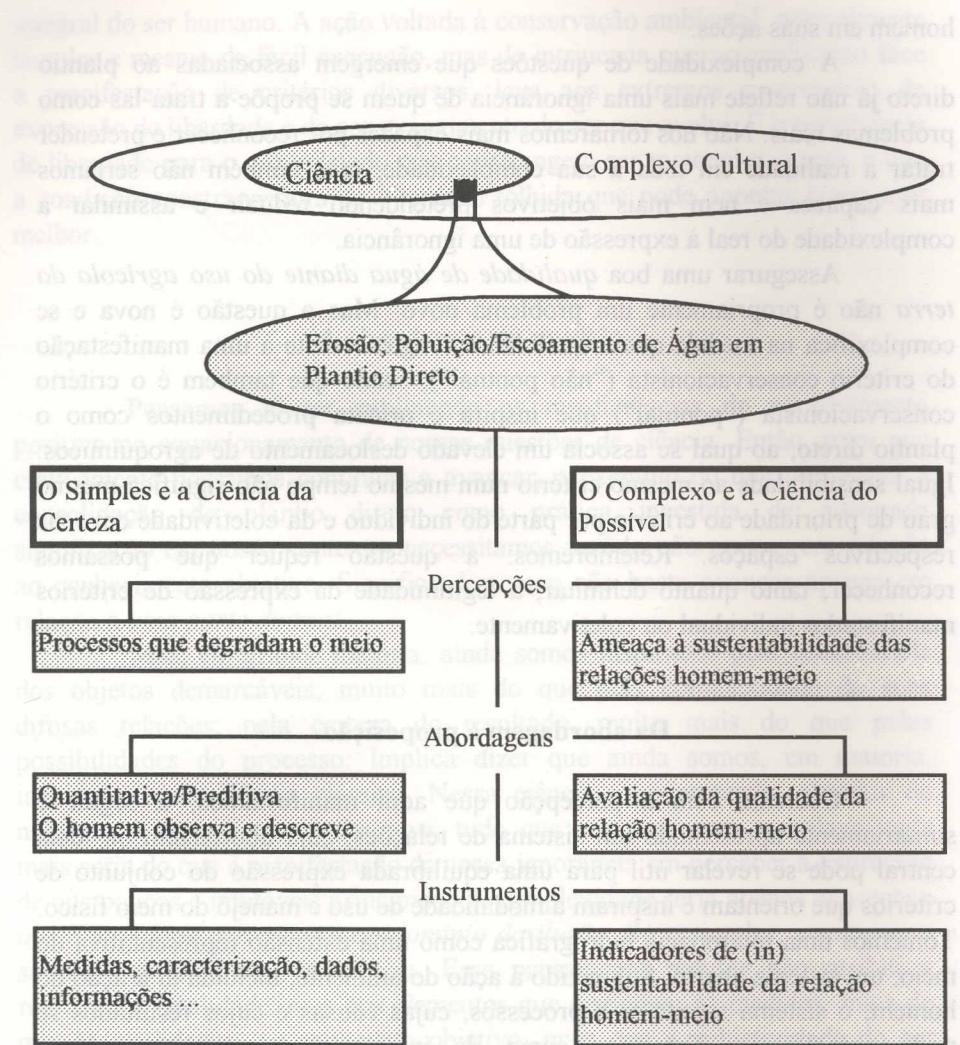


Figura 1. Percepções, abordagens e instrumentos que podem respectivamente inspirar, orientar e avaliar o sistema de plantio direto no equacionamento da questão da sustentabilidade de relações homem-meio. À esquerda, a manifestação de uma visão-de-mundo inspirada pela ciência clássica.



### Resultados (solo erodido, flutuação da vazão)

Figura 2. Estímulos ou causas, comportamentos e resultados em microbacia hidrográfica.

Pressupõe-se que para os resultados apontados, tanto melhor será o comportamento do sistema, quanto menor for a razão entre o módulo do resultado verificável e o módulo da *causa potencial* à sua promoção. Analogamente ao que nos impõe reconhecer o Segundo Princípio da Termodinâmica, de que não se pode verificar a conversão integral de uma quantidade de energia em trabalho útil, também não se pode verificar causas integralmente convertidas em resultados. Ou seja,

$$W = E - p \quad (1)$$

em que  $p$  é a fração de energia ou causa  $E$  que não se converte em trabalho útil ou resultado  $W$ . Como tanto o resultado  $W$  como a dissipação  $p$  são frações da causa  $E$ , podemos fazer

$$\frac{W}{E} = \frac{E}{E} - \frac{p}{E} \quad \text{e, tomando} \quad 1 - \frac{p}{E} = \beta \quad (2)$$

podemos também reescrever a equação (1) como

$$W = E\beta \quad \text{ou} \quad \beta = \frac{W}{E} \quad (3)$$

onde  $\beta$  é um coeficiente de conversão de causa potencial em resultado

mensurável.

Então, as estruturas conceituais<sup>1</sup> dos sistemas de relações são, respectivamente,

$$\beta_{erosão} = \frac{\text{trabalho erosivo}}{\text{potencial de produção de trabalho erosivo}}$$

e

$$\beta_{hidrológico} = \frac{\text{significação do produto entre amplitude e duração da flutuação de vazão}}{\text{potencial de produção de flutuação de vazão}}$$

Evidentemente que quanto menor o valor de  $\beta$ , melhor é a condição de superfície em que o meio é mantido, independentemente das características desse meio ou dos eventos meteorológicos. Ao homem, na medida que o mesmo se percebe com direitos de uso sistematizado do meio, afetando o comportamento desse meio frente aos estímulos, não cabe isentar-se do significado da erosão que resulta ou de uma flutuação de vazão com amplitude além da implícita nos fatores em relação aos quais não pode determinar. É sempre a relação de uso por ele proposta que pode circunstancialmente se revelar inadequada, e não o meio, cujas características são dadas desde sempre, que não apresenta aptidão. Assim, exatamente na mesma medida dos pressupostos direitos, cabe ao homem a responsabilidade das condições de superfície em que uma extensão de terra é por ele mantida. O valor de  $\beta$  não “ensina”, mas objetivamente avalia o desempenho de quem normalmente já sabe.

Nossa proposição se limita, desta forma, a tão somente se poder comparar a qualidade da relação homem-meio, tanto no espaço como no tempo. Pressupõe-se que, com respeito à qualidade dessa relação, as implicações de uma justa comparação são mesmo mais determinantes do que

<sup>1</sup> A exposição da abordagem, sua fundamentação e sistematização de relações entre estímulos e resultados como fluxos de energia, como de fato são, resultando então em modelos objetivos, são o objeto de textos específicos mas ainda não publicados. A questão da erosão é tratada no texto *Erosão: o problema, mais que o processo*, enquanto que a questão do comportamento hidrológico é tratada no texto *Hidrologia crítica: a construção de indicadores de sustentabilidade*.

um adicional conhecimento objetivo em relação aos procedimentos. Uma formação que só reconhecesse semelhanças entre todos nós (própria da visão-de-mundo do criacionista) poderia argumentar que comparações são perigosas. No entanto, não são as comparações, que no dia-a-dia nos situam como seres que querem evoluir, mas sim as pessoas que fazem comparações injustas, que podem se revelar perigosas.

Associada ao carreamento de agroquímicos, o sistema plantio direto estendeu mais claramente a toda a comunidade, especialmente à urbana, uma questão que até então parecia ser essencialmente do campo. Um instrumento que objetivamente compare o desempenho conservacionista do homem no campo, atendendo a emergente percepção urbana, também seria uma medida de em quanto se impõe ao homem urbano reconhecer, e recompensar, o indivíduo pelos esforços em demandas que agora, definitivamente, são coletivas.

### Referências Bibliográficas

ATLAN, H. *Entre o cristal e a fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo*. Rio de Janeiro: Zahar, 1992. 268p.

ATLAN, H. *Teórico da auto-organização*. In: PESSIS-PASTERNAK, G. Do caos à inteligência artificial. São Paulo: Unesp, 1993. 259p.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 344p.

PRIGOGINE, I. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Unesp, 1996. 199p.

# CONCEITOS, PRINCÍPIOS, VANTAGENS E POTENCIALIDADE DE APLICAÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

André Torre-Neto<sup>1</sup>

## Introdução

A informação é a chave para o sucesso de qualquer atividade e uma atividade pode se aperfeiçoar cada vez mais se a informação sobre ela obedecer o ciclo: obtenção de novas informações seguida da interpretação e utilização dessas novas informações para melhorar a atividade. Por exemplo, a chave para a construção de um automóvel é seguir as informações existentes de como construir um automóvel. Assim, qualquer um pode construir um automóvel, desde que obtenha tais informações. Porém, para melhorar o desempenho do automóvel construído deve-se obter dados do desempenho atual do automóvel, interpretar esses dados (saber o que significam em termos de mudanças a serem realizadas) e finalmente realizar as mudanças, ou seja, utilizar os dados obtidos para aperfeiçoar o automóvel. O resultado esperado é um automóvel mais veloz, mais econômico, mais seguro e menos poluente. Repetindo-se mais e mais vezes o ciclo obter, interpretar e utilizar informações, consegue-se um automóvel cada vez melhor em um ou mais desses aspectos. Obviamente, as primeiras mudanças serão mais significativas e de maior impacto. O refinamento do processo exige informações cada vez mais precisas, mais detalhadas, e consequentemente há necessidade de novas tecnologias.

## Conceitos e princípios

A atividade agrícola está passando por esse refinamento através do que se convencionou chamar de Agricultura de Precisão. O grande desafio dessa novidade está em considerar as variações espaciais e temporais dos diversos parâmetros envolvidos no processo de produção agrícola. No solo, o teor de nutrientes, o teor de matéria orgânica, o pH, a umidade, a

<sup>1</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, Caixa Postal 741, CEP 13560-970 São Carlos, SP. E-mail: andre@cnpdia.embrapa.br.

profundidade de camadas limitadoras, entre outros parâmetros, apresentam variações que podem atingir até uma ordem de grandeza de um local para outro ou de uma data para outra, na mesma área de produção. Toda a prática agrícola convencional está baseada em tratar o campo como homogêneo, ignorando tais variações. No manejo convencional, a informação para melhoria do processo de produção é obtida de umas poucas amostras dos parâmetros. A interpretação da informação assume um valor médio das amostragens. O uso da informação, ou seja, a aplicação de insumos (principalmente agroquímicos em geral), é uma constante baseada nessa média e independe da maior ou menor necessidade de cada ponto da aplicação.

A tecnologia foi o principal fator limitante para que, na prática, a agricultura convencional desse lugar à Agricultura de Precisão de forma técnica e economicamente viável. Hoje, a Agricultura de Precisão se estabeleceu definitivamente e está baseada, principalmente, na precisa informação sobre localização oferecida pelos equipamentos de GPS (Global Positioning System). O GPS possibilita que os parâmetros envolvidos no processo de produção agrícola sejam mapeados, ou seja, que informações possam ser obtidas ponto a ponto (não mais como um valor médio) e que a utilização dessas informações, através da aplicação de insumos, seja feita de acordo com a necessidade específica de cada localização.

O sistema GPS é constituído de uma coleção de satélites, postos em órbita pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos como resultado da corrida armamentista. Eles têm sido usados para auxiliar a artilharia a acertar seus projéteis contra alvos inimigos com a devida precisão, ou ainda para auxiliar submarinos a determinar sua posição no globo terrestre. Os 24 satélites atualmente disponíveis podem fornecer latitude, longitude e altitude de qualquer ponto do planeta, com precisão métrica ou submétrica. Por motivos de segurança nacional, os satélites de uso originalmente militar transmitem dados com distorção, de modo que um receptor obtém coordenadas com erro de cerca de 100 metros. Entretanto, através de técnicas denominadas de correção diferencial, as coordenadas de GPS podem ser corrigidas. Com o GPS diferencial ou DGPS são obtidos posicionamentos com erros de alguns centímetros. O DGPS requer 2 receptores de GPS, um fixo e um móvel, um meio de comunicação entre eles e um processador embarcado no ponto móvel. O cenário mais adequado para a adoção do DGPS em grande escala é uma base fixa comunitária transmitindo o sinal de correção para diversas propriedades.

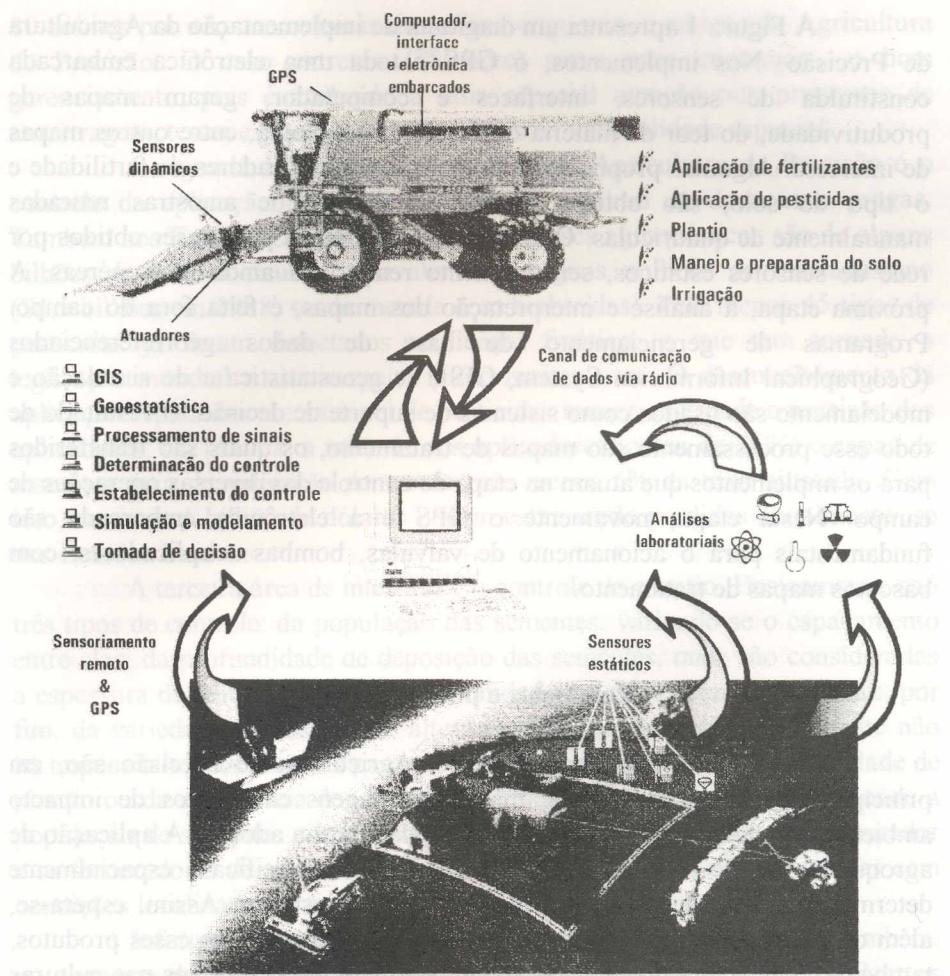


Figura 1. Implementação básica da Agricultura de Precisão. As informações obtidas sobre os diversos processos da produção agrícola consistem de dados manuais que envolvem análises laboratoriais, dados coletados automaticamente por sensores estáticos (instalados no campo) e sensores dinâmicos (instalados nos implementos) e também dados obtidos por sensoriamento remoto. Os dados de posicionamento são fornecidos por DGPS. A interpretação das informações é auxiliada por computador e integra sistemas GIS com técnicas de geoestatística, programas de modelamento, entre outros para estabelecer e gerar mapas de controle das operações de campo, como a aplicação de fertilizantes, pesticidas, plantio, irrigação e outras. Esses mapas são transferidos para o implemento através de um canal de comunicação de dados sem-fio ou cartuchos de memória não-volátil. No implemento, um processador e eletrônica embarcados usam a informação dos mapas de controle para acionarem atuadores (válvulas, solenóides, posicionadores, aplicadores etc.).

A Figura 1 apresenta um diagrama de implementação da Agricultura de Precisão. Nos implementos, o GPS e toda uma eletrônica embarcada constituída de sensores, interfaces e computador, geram mapas de produtividade, do teor de matéria orgânica, da topologia, entre outros mapas de interesse. Algumas propriedades do solo, como indicadores de fertilidade e o tipo do solo, são obtidas através da análise de amostras retiradas manualmente de quadrículas. Outros parâmetros ainda podem ser obtidos por rede de sensores estáticos, sensoriamento remoto ou ainda fotos aéreas. A próxima etapa, a análise e interpretação dos mapas, é feita fora do campo. Programas de gerenciamento de base de dados georreferenciados (Geographical Information System, GIS), de geoestatística e de simulação e modelamento são usados como sistemas de suporte de decisão. O resultado de todo esse processamento são mapas de tratamento, os quais são transferidos para os implementos que atuam na etapa de controle das diversas operações de campo. Nesta etapa, novamente o GPS e a eletrônica embarcada são fundamentais para o acionamento de válvulas, bombas e aplicadores, com base nos mapas de tratamento.

### **Vantagens e potencialidade**

Os resultados esperados com a Agricultura de Precisão são, em princípio, de ordem econômica, mas as vantagens em termos de impacto ambiental são consequências muito bem-vindas da sua adoção. A aplicação de agroquímicos, de acordo com necessidades específicas espacialmente determinadas, deve levar ao uso racional de tais insumos. Assim, espera-se, além da maior margem de lucro pela redução dos gastos com esses produtos, também o benefício ambiental em termos da redução de resíduos nas culturas e diminuição da contaminação do lençol freático por percolação. Desse ponto de vista, a Agricultura de Precisão é a grande proposta atual para resolver o equacionamento da máxima produtividade com mínimos danos ambientais.

A operação de maior interesse da pesquisa é a aplicação de fertilizantes. Nos Estados Unidos são consumidas dezenas de milhões de toneladas anuais de fertilizantes (45 milhões em 1990). Estima-se que os fertilizantes representem entre 25 e 45 % do custo de produção do milho. A estreita margem de lucro da produção agrícola e a maior preocupação com a poluição ambiental tem aumentado consideravelmente o interesse no uso eficiente dos produtos para fertilização. São relatados ganhos que vão de 10 a

80 dólares por acre em culturas de milho e trigo com a adoção da Agricultura de Precisão. O caso extremo (\$80/acre) serve para encorajar o bom gerenciamento, pois é atribuído a uma especial atenção nos processos de amostragem, testes e planejamento baseados na variabilidade espacial.

A segunda área de maior interesse da Agricultura de Precisão é o controle da aplicação de pesticidas para o domínio de doenças e pragas. Também nos Estados Unidos, os gastos com esses agroquímicos são de alguns bilhões de dólares anuais, equivalentes a alguns milhões de toneladas/ano (\$4,5 bilhões em 1988, sendo metade com herbicidas). Pelo menos 45 tipos de pesticidas já foram detectados no lençol freático, o que tem tornado a legislação mundial a esse respeito muito mais severa. O desenvolvimento da aplicação espacialmente variável de pesticidas requer qualidade e precisão dos aplicadores. Na prática, a minoria dos aplicadores (cerca de 25%) é capaz de manter a taxa de aplicação dentro de pelo menos 5% da taxa ajustada. Com isso, cerca de 1 bilhão de dólares podem estar sendo perdidos anualmente só nos Estados Unidos.

A terceira área de interesse é o controle do plantio. Basicamente, são três tipos de controle: da população das sementes, variando-se o espaçamento entre elas; da profundidade de deposição das sementes, onde são consideradas a espessura da camada superficial, a umidade e a compactação do solo e, por fim, da variedade das sementes, alternando-se sua fonte. Aparentemente não há impossibilidades técnicas para o controle da população, da profundidade de plantio ou da alternância de variedade. O mercado oferece plantadoras onde a população de sementes e a profundidade podem ser controladas pelo operador e os fornecedores de sementes já fornecem vários híbridos para combinar com condições localizadas.

Informações sobre a variabilidade espacial podem ajudar, também, no esquema de irrigação. A princípio, as topografias accidentadas seriam as mais beneficiadas. Porém, a aplicação de água de acordo com a posição pode reduzir erros sistemáticos inerentes dos pivôs centrais mesmo em terrenos planos, como efeitos de bordas.

## Conclusão

A idéia da Agricultura de Precisão tem hoje à sua disposição vários componentes tecnológicos. Certamente, há espaço para novos desenvolvimentos, seja em novos componentes, seja na integração deles. A

impressão de alguns especialistas agrícolas que ela seja muito complicada não é necessariamente correta; é claro que a implementação de um sistema ideal, trabalhando no ponto ótimo para todas as informações imagináveis, é um grande desafio. Mas algumas operações podem ser selecionadas para trabalhar em um ponto satisfatório, tendo como orientação o sistema ideal com simplificações; questões regionais determinarão o que é satisfatório. Somente um automóvel ganha a corrida, mas ela não existe sem os competidores.

A maior dificuldade ainda reside em trabalhar o grande volume de informações da variabilidade espacial e temporal e interpretá-las para tomada de decisão em campo. O sistema água-solo-planta-atmosfera e os processos físico-químico-biológicos presentes são complexos, não são mensuráveis em larga escala (bacia hidrográfica), o imprevisível vilão clima é um fator de grande peso e as incertezas das modelagens devem ser minimizadas para a tomada de decisão.

Os subsídios para o envolvimento do Brasil na Agricultura de Precisão se encontram, em parte, na EMBRAPA, onde através de uma iniciativa arrojada, com projetos interdisciplinares e multiinstitucionais do Programa de Automação, criado em 1993 pelo Sistema Embrapa de Planejamento e, desde então, sediado no Centro de Instrumentação Agropecuária em São Carlos/SP, algumas das tecnologias envolvidas nessa nova área já estão sendo desenvolvidas.

### Referências Bibliográficas

COGHLAN, A. Hi-tech farming to save the environment? *New Scientist*, v.25, n.23, Sept., 1995.

PLUCKNETT, D. L.; WINKELMANN, D. L. Technology for sustainable agriculture. *Scientific American*, p.182-186, Sept., 1995.

ROBERT, P.C.; RUST, R.H.; LARSON, W.E., ed. **Precision agriculture: proceedings of the 3rd International Conference**, June 1996. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1996.

SCHUELLER, J.K. A review and integrating analysis of spatially-variable control of crop production. *Fertilizer Research*, v.33, p.1-34, Oct. 1992.

# AS DOENÇAS DAS PLANTAS E O SISTEMA PLANTIO DIRETO<sup>1</sup>

José Maurício Cunha Fernandes<sup>2</sup>

introduzida na terra através do equipamento de mobilização do solo. O sistema plantio direto do mundo sob diferentes condições ambientais (Carter, 1994; Souza e Bousman, 1994).

## Resumo

Historicamente, o homem vem modificando o ambiente com o objetivo de produzir alimentos. Uma das principais alterações introduzidas no ecossistema é o cultivo do solo, o qual tem por finalidade preparar o leito da semeadura, incorporar a matéria orgânica e fertilizantes e controlar plantas daninhas, insetos e doenças. O uso excessivo de implementos deixa o solo exposto aos efeitos da erosão. As principais consequências da erosão são a contaminação dos mananciais de água e o empobrecimento do solo. Uma sociedade mais exigente em aspectos de poluição ambiente e a necessidade de melhorar a competitividade na agricultura têm levado à busca de tecnologias mais conservacionistas. A evolução tecnológica das práticas conservacionistas resultou no sistema plantio direto, um método de cultivo em que a mobilização do solo fica restrita exclusivamente à linha da semeadura. O sistema plantio direto mantém os restos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo, dificultando assim, a ação erosiva da água da chuva e dos ventos. Além de reduzir a erosão, o sistema plantio direto apresenta as vantagens de ser mais econômico, de aumentar a matéria orgânica do solo, de elevar a fertilidade, de auspiciar a diversidade de seres vivos e de ser menos poluente. Porém, um fator importante e que preocupa no sistema plantio direto é o risco de que a sobrevivência de certos fitopatógenos seja beneficiada pela permanência dos restos culturais na superfície do solo. Nesta revisão são apresentados estudos de casos onde foi avaliada a influência do sistema plantio direto sobre alguns fitopatógenos. De uma maneira geral, verifica-se que influência, favorável ou desfavorável, que o sistema plantio direto exerce sobre os fitopatógenos varia com as condições locais. A rotação de culturas tem um papel muito importante no controle das doenças no sistema plantio direto. O controle biológico e o melhoramento de plantas mais adaptadas ao sistema plantio direto são estratégias potenciais para aliviar a problemática de

<sup>1</sup> Trabalho publicado na Revisão Anual de Patologia de Plantas - RAPP, v.5, 1997.

<sup>2</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: mauricio@cnpt.embrapa.br.

## 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 inexiste 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.

Os relatos mais antigos da interferência do homem na agricultura com práticas, por exemplo, de adubação verde e de rotação de culturas foram encontrados em documentos chineses datados de 500 A.C. Essas práticas também são discutidas, no continente europeu, em publicações relacionadas com a agricultura do século XVI. Mais recentemente, um interesse renovado na comunidade agrícola em busca da sustentabilidade resultou em uma maior concentração de esforços em projetos de pesquisa na área de adubação verde, em culturas de cobertura e em sistemas conservacionistas. Espera-se que essas tecnologias venham a contribuir para uma agricultura mais sustentável ao longo dos anos (Paine & Harrison, 1993; Seta et al., 1993).

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 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 (Carter, 1994; Seguy & Bouzinac, 1994).

### **A Importância do sistema plantio direto para a agricultura**

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. As técnicas de preparo de solo, no Brasil, até o final dos anos 70 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 (Kochhann, 1990). Como consequência, alternativas mais conservacionistas de preparo de solo foram buscadas para o controle da erosão. Uma ilustração comparativa entre um sistema conservacionista e o sistema convencional é apresentado na Figura 1. 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 (Peeten, 1990). Hoje, o plantio direto é adotado em vários estados do Brasil, e a cada ano novas áreas são incorporadas ao sistema. No Rio Grande do Sul, por exemplo, a área cultivada sob sistema plantio direto na safra 1992/1993 era de 45.000 ha, representando 5 % da área total, enquanto na safra 1995/1996 a área era de 620.000 ha,

representando 68 % da área total disponível (Wiethölter et al., 1997).

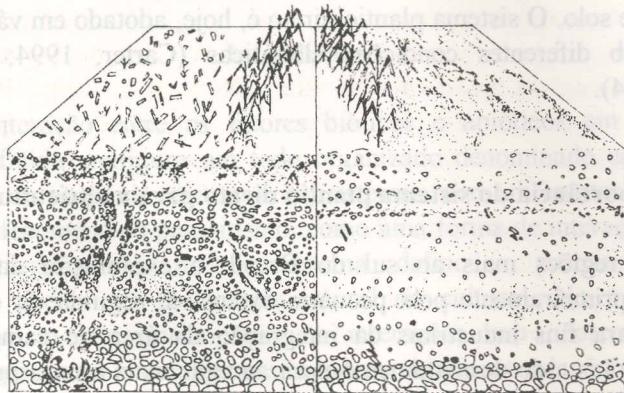


Figura 1. Ilustração esquemática do perfil do solo em sistema conservacionista e sistema convencional (Adaptado de Stinner & House, 1990).

No Brasil, a expressiva adoção do sistema plantio direto tem-se refletido significativamente na redução da erosão de solo, no aumento do teor de matéria orgânica no solo, no aumento da fertilidade e na obtenção de maiores rendimentos. A matéria orgânica tem sido um dos aspectos mais estudados e também um dos mais relevantes como consequência da adoção do sistema plantio direto (Carter, 1991; Carter, 1992; Carter & Mele, 1992). O incremento de matéria orgânica leva a uma maior estabilidade dos agregados (Carter & Mele, 1992) e também eleva a diversidade de vida ao longo do tempo no sistema plantio direto (Carter, 1991; Angers et al., 1993; Abril et al., 1995). A densidade populacional de minhocas, por exemplo, aumenta significativamente no sistema plantio direto, comparado com o sistema convencional (Haines & Uren, 1990). A maior população de minhocas tem impacto sobre o movimento da água e de nutrientes através dos canais que resultam da locomoção dos anelídeos (Carter et al., 1994). O aspecto negativo é que os mesmos canais podem transportar pesticidas e nutrientes, contribuindo assim para a contaminação do lençol freático (Edwards et al., 1992). Griffith & Reetz (1994) relataram que, no período de 1982 a 1992, a matéria orgânica e a fertilidade do solo aumentaram em função da adoção do

sistema plantio direto. Os autores observaram que para cada 1 % de aumento no teor da matéria orgânica no solo correspondeu um incremento de 20 % no potencial de rendimento das culturas.

A redução nos custos de produção é outro fator que tem contribuído para a maior adoção do sistema plantio direto. Na safra de 1996/1997 estima-se que somente no Rio Grande do Sul o sistema plantio direto propiciou uma economia de 22 milhões de dólares americanos pelo menor uso de combustível (Denardin, J.E. e Ambrosi, I., comunicação pessoal). Em outras partes do mundo também têm-se constatado os efeitos do sistema plantio direto sobre o menor uso de energia e uma redução nos custos de produção (Ball, 1987; Hernanz, et al., 1992; Weersink et al., 1992a,b).

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 carbonos, diminuindo o potencial do efeito estufa. Devido à melhor estruturação do solo e à cobertura com a camada de restos culturais, diminui o escorramento superficial da água, fazendo com que o ciclo da água assuma um estado mais semelhante ao natural (Fawcett et al., 1994). 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 (Fawcett, 1995).

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. O autor deste artigo entende que o plantio direto veio e está aí para ficar. A solução dos problemas fitossanitários presentes irão depender da capacidade criativa de pesquisadores, técnicos e agricultores. Nesta revisão, discutem-se as mudanças microclimáticas no sistema plantio direto e também o efeito do sistema plantio direto em alguns patossistemas que, pela sua importância econômica, têm sido motivo de estudo em diferentes regiões do mundo.

### Como o microclima muda no sistema plantio direto

O fato de a superfície do solo estar descoberta, com vegetação ou com cobertura morta afeta a composição do microclima, que é o clima em que

vivem as plantas e os animais. O microclima refere-se ao clima adjacente à superfície do solo, enquanto o macroclima refere-se àquele situado a uns poucos metros acima do nível 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 outro lado, no macroclima localizado alguns metros acima, a oscilação nas variáveis climáticas é bem mais moderada e estável, devido à intensa circulação de ar. A automação de coleta de dados através de sensores eletrônicos tem possibilitado monitorar de forma contínua as variáveis microclimáticas.

A camada de restos culturais deixada na superfície pode modificar a temperatura do ar ao nível do solo e a temperatura do solo. Em dias claros (sem nuvens), a temperatura do ar adjacente à camada de restos culturais ao meio-dia, por exemplo, é maior que a temperatura do ar medida na mesma altura, porém em solo sem cobertura morta. Os restos culturais de coloração clara refletem a radiação solar para a camada de ar adjacente, elevando, assim, a temperatura. Mesmo quando os restos culturais já mostram uma coloração mais escura pela ação do ambiente e pela colonização por microorganismos e, portanto, apresentando um albedo similar ao do solo, a temperatura na superfície dos restos culturais ainda continua sendo maior que a temperatura da superfície do solo. Isso se deve à baixa condutividade térmica dos restos culturais. Conseqüentemente, por condução, a temperatura do ar adjacente aos restos culturais é maior que a temperatura do ar sobre o solo descoberto. Durante a noite, a baixa taxa de transferência de calor verificada nos restos culturais resulta em menor emissão de ondas longas re-irradiadas para a atmosfera, fazendo com que a temperatura noturna do ar seja menor imediatamente acima de uma camada de restos culturais do que acima do solo descoberto. Em noites de inverno, com baixas temperaturas e céu aberto (sem nuvens), as diferenças de temperatura na proximidade da linha do solo são acentuadas, podendo provocar a formação de geadas mais intensas no sistema plantio direto do que no sistema convencional. Em geral, a partir de 30 centímetros de distância as diferenças são mínimas.

Como a temperatura do ar, a temperatura do solo também é alterada pela presença de uma camada de restos vegetais na superfície. As temperaturas máxima e mínima do solo são menores quando existe cobertura morta do que quando o solo está descoberto. Verifica-se, portanto, que a amplitude de variação de temperatura do solo ( $T_{\max} - T_{\min}$ ) é menor com

cobertura morta do que sem cobertura. Os restos culturais têm um alto coeficiente de reflexão solar (albedo) e uma baixa capacidade de condutividade térmica, se comparados com o solo. Portanto, os restos culturais agem como uma camada de material refletivo e isolante sobre a superfície e logicamente alteram o balanço de energia térmica, entrando e saindo do solo. As diferenças são mais significativas em solos de coloração clara do que em solos de coloração escura, pois os corpos escuros absorvem mais energia do que os corpos claros. Os tecidos vegetais mortos têm o citoplasma das células substituído por ar, que, por sua vez, é um excelente isolante térmico. A temperatura diurna medida imediatamente abaixo de uma camada de restos culturais de aproximadamente dois centímetros de espessura pode ser até 10 °C menor do que na superfície dos restos culturais (James & Sutton, 1990).

A quantidade e a coloração de restos vegetais na superfície do solo representam uma diferença importante entre sistema plantio direto e sistema convencional, mas, além disso, as propriedades termais da camada arável são diferentes nos dois sistemas de cultivo. A densidade do solo e a quantidade de água na camada arável pode ser modificada pelo tipo de sistema de cultivo aplicado ao solo, o que, por sua vez, pode influenciar a condutividade térmica do solo e a capacidade de calor e, por conseguinte, a difusividade térmica. Diferenças de até 37 porcento a menos na difusividade térmica já foram encontradas em solos cultivados em relação à observada em solos nunca cultivados. A redução na temperatura na camada mais superficial do solo observada em áreas com sistema plantio direto nos primeiros estádios de desenvolvimento das culturas, em comparação com o sistema convencional de preparo, pode, em algumas situações, reduzir a taxa de crescimento das plântulas, principalmente nas semeaduras mais precoces (Sutton & Vyn, 1990). Outros habitantes do solo, como fungos, bactérias, nematóides e artrópodes, também podem ter alteradas algumas fases do seu ciclo biológico com a redução da temperatura.

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 microorganismos 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 (Fernandes et al., 1990). A prolongação do período de molhamento foliar deve-se ao aumento na destilação de orvalho. Isso 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. Consequentemente, as folhas nessa camada de ar encontram-se mais frias, ocorrendo assim uma condensação mais precoce e que persiste por mais tempo. É possível, também, que o fluxo noturno do vapor d'água seja maior em solo com revolvimento mínimo, devido à ação da capilaridade que é maior do que a existente em solos em que a estrutura foi rompida pelo excessivo uso de implementos agrícolas.

### Estudos de casos

#### *Gaeumannomyces graminis* f.sp. *tritici*

O mal-do-pé do trigo (*Triticum aestivum* L.) causado por *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D. Olivier var. *tritici* J. Walker, infecta as raízes da maioria dos cereais de inverno, reduzindo a absorção de água e de nutrientes. Essa doença tem sido responsável por danos elevados no rendimento de trigo (*Triticum aestivum* L.) em várias partes do mundo (Brennan & Murray, 1988). O mal-do-pé dos cereais de inverno é uma doença decorrente da monocultura. Em geral, as primeiras plantas mostrando sintomas (espingas brancas) aparecem no terceiro a quarto ano consecutivos de monocultura (Stack & Thompson, 1989; Bodker et al., 1990). A busca de variedades mais resistentes, até o momento, não revelou a existência de um mecanismo de resistência eficaz no controle da doença. Existem algumas evidências, entretanto, que mostram uma relação entre a alta concentração de Mn nas plantas de trigo e a baixa incidência de mal-do-pé (Rengel et al., 1993). Embora alguns fungicidas, como o triadimenol, apresentem algum efeito sobre o fungo, o controle não é eficiente, especialmente quando a densidade de inóculo é alta e as condições ambientais são favoráveis ao desenvolvimento da doença (Conner & Kuzik, 1990; Paveley et al., 1994). O mal-do-pé está associado com a ocorrência de alta precipitação pluvial durante a fase do perfilhamento ao espigamento de trigo (Murray et al., 1991).

O principal método de controle do mal-do-pé é a rotação de culturas. Em algumas regiões, como a do noroeste do pacífico nos Estados Unidos, são

necessários 2 a 3 anos de pousio ou de cultivo de uma cultura não hospedeira, como a ervilha (*Pisum sativum* L.), para controlar o mal-do-pé. No sul do Brasil, o cultivo de trigo na mesma área deve ser realizado em intervalos de um a dois anos sem plantas hospedeiras (Santos et al., 1991; Fernandez & Santos, 1992; Reunião, 1997). A aveia (*Avena* spp.) é usada no Brasil como uma espécie não hospedeira à *Gaeumannomyces graminis* f.sp. *tritici*. As plantas de aveia produzem uma substância denominada “avenacim” que, uma vez exudada pelas raízes, inibe o crescimento do fungo que causa o mal-do-pé do trigo (Osbourne et al., 1994).

Seria correto dizer que se houvesse medidas eficientes de controle do mal-do-pé a área cultivada com trigo no mundo seria muito maior. Uma das alternativas potenciais para o controle dessa doença tão importante tem residido no controle biológico. Muitos são os trabalhos evidenciando o efeito que alguns microorganismos apresentam sobre o fungo (Cook, 1994; Luz, 1993; Pierson & Weller, 1994). A grande concentração de esforços e de recursos na área de controle biológico faz sentido, pois em alguns casos, após prolongada monocultura, tem sido observado que, em condições naturais, desenvolve-se um declínio da doença (Andrade et al., 1994; Peng et al., 1993). Essa redução na severidade da doença está, muitas vezes, relacionada com a presença de microorganismos que habitam o solo. Em algumas situações, a antibiose está associada a actinomicetos e/ou a bactérias do grupo *Pseudomonas* spp.

Kim et al. (1997) relataram que a podridão radicular, causada pelo complexo *G. g. tritici*, *Rhizoctonia solani* e *Pythium* spp., foi controlada por espécie de *Bacillus* spp. capaz de se desenvolver a 4 °C. Este aspecto é importante para áreas sob sistema plantio direto onde a temperatura de solo acaba sendo menor, devido ao efeito isolante da camada de resíduos na superfície do solo.

Recentemente, trabalhos na Austrália têm evidenciado o potencial de duas espécies de minhocas, *Aporrectodea trapezoides* e *Aporrectodea rosea* em reduzir a severidade do mal-do-pé do trigo tanto em casa de vegetação como em condições de campo. As plantas de trigo das parcelas apresentando densidade de 314 e 417 minhocas por m<sup>2</sup> tiveram um aumento significativo na biomassa e redução de sintomas de mal-do-pé nas raízes. O aumento na biomassa do trigo só foi constatado nas parcelas onde havia sido inoculado o fungo *G. g. var. tritici* (Stephens, et al., 1994, Stephens & Davoren, 1996).

A influência do tipo de preparo de solo tem sido conflitante entre os resultados obtidos em diferentes regiões tríticas. Segundo Murray et al.

(1991), na região do oeste Australiano, *G. g. var. tritici* sobrevive por mais de um ano nos restos culturais apenas quando houver condições de seca durante a estação chuvosa. De acordo com os mesmos autores, *G. g. var. tritici* foi observado sobrevivendo em restos culturais da safra de 1981, manteve-se nos restos culturais na seca de 1982 e infectou o trigo plantado no ano de 1983, porém o inóculo não sobreviveu a estação úmida de 1983 para infectar o trigo em 1984. Na Dinamarca, resultados de 627 experimentos realizados entre 1978 e 1986, revelaram que o tipo de preparo do solo não influenciou a incidência de *G. g. var. tritici* (Bodker et al., 1990).

Trabalhos evidenciando o efeito da redução da incidência de plantas de trigo com mal-do-pé no sistema plantio direto em comparação com o convencional tem sido relatado na literatura (Bailey et al., 1992; Boer et al., 1993). Por outro lado, há evidências que em outras regiões o sistema plantio direto favorece a sobrevivência de *G. g. var. tritici*, propiciando uma situação de maior risco ao aparecimento do mal-do-pé. No estado de Kansas, nos Estados Unidos, por exemplo, foi observado que a temperatura do solo medida a 5 cm de profundidade durante o verão foi 10 °C mais fria em solos com cobertura morta do que em solos desnudos (Bockus et al., 1994). Segundo esses autores, a temperatura do solo mais baixa favorece a sobrevivência do fungo causador do mal-do-pé do trigo, pois experimentos de laboratório mostraram que *G. g. var. tritici* foi incapaz de colonizar raízes de trigo após 12 consecutivas exposições a temperaturas > 35 °C por 6 horas por dia, ou 4 consecutivas exposições por 6 horas por dia a 40 °C e uma exposição por 6 horas por dia a 45 °C. Portanto, inativação térmica durante o verão é importante para a diminuição de inóculo do mal-do-pé.

Em experimentos de campo no estado de Washington, nos Estados Unidos, o rendimento do trigo foi diminuído em consequência do sistema plantio direto. Os sintomas observados nas raízes das plantas de trigo sob o sistema plantio direto eram associados com o mal-do-pé causado por *G. g. var. tritici*, podridão de rizoctonia causada por *Rhizoctonia solani* AG8 e podridões causadas por espécies de *Pythium* spp. Segundo Cook & Haglund (1991), a camada de restos culturais na superfície podem estar propiciando que a umidade do solo na camada de 10 a 15 cm seja maior e, portanto, mais favorável ao desenvolvimento de patógenos.

Dados de uma extensiva rede de experimentos em duas regiões na França foi usada para gerar modelos de risco de doenças como resultado da sucessão de cultura e do tipo de preparo de solo (Colbach et al., 1997). O efeito do ambiente foi mais significativo que as outras variáveis. A sucessão

de culturas com espécies não hospedeiras de *G. g.* var. *tritici* reduz o risco de ocorrência do mal-do-pé. O tipo de preparo de solo (inversão x não inversão) não influenciou o nível de risco da ocorrência do mal-do-pé.

### ***Rhizoctonia solani***

Entre os patógenos que causam podridões radiculares no trigo encontra-se o fungo *Rhizoctonia solani* Kühn (forma sexuada: *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk). A maior incidência de plantas de trigo atacadas por *R. solani*, em algumas regiões da Austrália, tem sido associada com o sistema plantio direto. A severidade da podridão por *Rhizoctonia solani* em plântulas de trigo, cultivada no sistema plantio direto, foi reduzida em 40 % com preparo do solo (arado + disco) 20 semanas antes da semeadura; em 70 % com preparo do solo um dia antes da semeadura; e por 90 % com dois preparos de solo, o primeiro 16 semanas e o segundo um dia antes da semeadura, respectivamente (Boer et al., 1991).

Na região do Noroeste do Pacífico, nos Estados Unidos, foi encontrada uma relação entre o intervalo de aplicação do glifosato e a severidade de podridões radiculares causada por *R. solani* na cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L. Amend. Bowden). Quando o intervalo de aplicação do glifosato foi reduzido de três semanas para três dias antes da semeadura, a severidade de podridão radicular aumentou e o rendimento de cevada diminuiu. Quando a aplicação de glifosato foi retardada para dois ou três dias antes da semeadura o rendimento foi reduzido em 50 % comparado com glifosato aplicado no outono ou início da primavera. A doença não foi prevalente quando o herbicida foi aplicado um ou dois dias após a semeadura (Smiley et al., 1992). Segundo Cook (1994), o modo de ação do glifosato interfere no mecanismo de resistência das plantas às doenças deixando-as suscetíveis a patógenos de solo como *R. solani* e *Fusarium* spp. As raízes das ervas daninhas em decorrência da ação do herbicida são rapidamente colonizadas pelos patógenos aumentando significativamente a população desses no solo. Quando o herbicida é aplicado com maior antecedência, no momento da semeadura já foi estabelecido um certo equilíbrio entre a população dos patógenos e outros microorganismos saprófitas que colonizam raízes mortas. Fica ilustrado assim, uma situação onde o inóculo potencial de um patógeno (*R. solani* AG-8) de cevada foi fortemente influenciado pelo momento da eliminação de plantas voluntárias de cereais de inverno e outras invasoras e que ajustes na prática de controle de ervas daninhas podem

minimizar danos às culturas e maximizar o rendimento.

A influência do manejo de plantas daninhas e o cultivo do solo sobre a incidência de *R. solani* em trigo foi estudada na região de New South Wales, na Austrália (Wong et al., 1993). Os resultados mostram que nos tratamentos envolvendo a aplicação de glifosato e paraquat na parte aérea das ervas daninhas pouco antes da semeadura, resultou em maior incidência de podridão radicular causada por *R. solani* do que nos tratamentos onde glifosato foi aplicado quatro vezes com larga antecedência a semeadura e onde o solo foi cultivado.

O efeito do método de cultivo nas doenças do algodão (*Gossypium herbaceum* L.) no estádio de plântula foi estudada na região de Lousiana no Sul dos Estados Unidos (Colyer & Vernon, 1993). Os resultados encontrados mostraram que a incidência de doenças foi maior nas parcelas conduzidas no sistema plantio direto. O tratamento das sementes com inseticida e fungicida resultou em aumento de produtividade de grãos em dois dos três anos em que o experimento foi conduzido. Em outro estudo, foi evidenciado que a emergência e a sobrevivência de plantulas de algodão foi menor em parcelas que tiveram ervilhaca (*Vicia sativa* L.) ou trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) como culturas de cobertura durante o inverno do que nas parcelas com pousio no inverno (Rickerl et al., 1992). O patógeno de solo *R. solani*, foi detectado em altos níveis de incidência nas parcelas cultivadas com leguminosas durante o inverno.

Em experimentos de campo no estado de Washington, nos Estados Unidos, foram feitas comparações entre parcelas com trigo em sistema plantio direto, com a queima da palha do trigo e em solo anteriormente cultivado com lentilha (*Lens esculenta* Moench.) todos tratados ou não com o biocida chloropicrin através de fumigação profunda (Cook & Haglund, 1991). Os resultados mostraram que nas parcelas conduzidas no sistema plantio direto as raízes do trigo apresentavam sintomas de podridão radicular causada por microorganismos incluindo *R. solani*. Os autores sugerem que a camada de restos culturais na superfície do solo auxilia na manutenção da umidade do solo nos primeiros 10-15 cm propiciando condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos de solo.

A relação entre as culturas de cobertura no inverno em sequência com a cultura de pepino (*Cucumis sativus* L.) e a incidência de patógenos associados ao solo foi estudado no estado da Georgia nos Estados Unidos (Summer et al., 1995). Os resultados mostraram que a densidade populacional de *Rhizoctonia solani* (AG-4) foi maior nas parcelas cultivadas anteriormente

com legumes do que nas com gramíneas ou pousio, como consequência a podridão dos frutos causados, principalmente, por *R. solani* (AG-4) foi mais severa nas parcelas mais infestadas com o fungo.

#### *Bipolaris sorokiniana* e *Fusarium* spp.

A podridão comum das raízes é uma doença associada ao solo atacando, principalmente, o trigo e a cevada e é causada pelo complexo *Bipolaris sorokiniana* e *Fusarium* spp. Nas condições ambientais das pradarias canadenses a severidade da podridão comum nas raízes do trigo em geral decresce com o sistema plantio direto (Bailey et al., 1992). Outros estudos, na mesma região também mostraram haver uma tendência da diminuição de podridão comum das raízes em sistema plantio direto (Wildels & Wiersma, 1992). Uma vez que a profundidade de semeadura é mais superficial no sistema plantio direto (Conner et al., 1987; Tinline & Spurr, 1991) do que no sistema convencional, isso poderia explicar em parte pelo menos a redução da doença no sistema plantio direto, pois a doença é mais severa quando a semeadura é mais profunda (Duczek & Piening, 1982; Tinline & Spurr, 1991).

Na Austrália, a podridão comum das raízes ocorre em todas as regiões onde trigo é cultivado, embora as condições de clima, solo e sistemas de produção são contrastantes nas diferentes regiões tritícolas. A podridão comum das raízes é controlada através da rotação de cultura na maioria das regiões em que o inverno é chuvoso. Em Queensland, onde predominam as chuvas de verão o trigo é cultivado continuamente ou em rotação com grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) durante o inverno e com girassol (*Helianthus annus* L.) ou sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) no verão. O sistema de plantio direto tem sido adotado visando reduzir a erosão e melhorar o armazenamento de água no solo (Wildermuth et al., 1991). Segundo Conner et al. (1987), a severidade da podridão comum das raízes do trigo não foi alterada pela adoção do sistema plantio direto, enquanto em outros estudos foi mostrado que a severidade da podridão comum foi reduzida quando o solo não foi cultivado (Boer & Kollmorgen, 1988; Wildermuth et al., 1991).

Situação inversa ocorre no sul do Brasil, onde o trigo é cultivado em solos com umidade bem mais elevada que nas regiões das pradarias no Canadá ou mesmo da região leste da Austrália. Experimentos de longa duração têm mostrado que quando o trigo é cultivado continuamente na mesma área a severidade de podridões radiculares foi maior no sistema plantio direto do que

no sistema convencional (com arado de aivecas). Não foram encontradas diferenças na severidade da podridão radicular do trigo cultivado sob sistema plantio direto, sob cultivo mínimo e sob sistema convencional com arado de discos (Figura 2). É importante salientar que o grau de infecção nas raízes foi medido através da sintomatologia e que, além da podridão comum, causada por *B. sorokiniana* e *Fusarium* spp., também podem estar associados os sintomas de mal-do-pé, causado por *G. g. tritici*. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da avaliação de podridão radicular em trigo cultivado sucessivamente na mesma área em Passo Fundo, RS, durante o período de três anos. Os resultados mostram que pelo menos inicialmente o revolvimento profundo do solo com o arado de aivecas tem um efeito em reduzir a severidade de podridão radicular. O sistema convencional de preparo de solo com aivecas é o que mais revolve o solo. Os restos culturais são distribuídos em volume de solo maior do que nos outros sistemas de preparo. Como o sítio de infecção da podridão comum é a região da coroa do trigo é possível que os sistemas de preparo de solo que deixam maior concentração de resíduos infectados com *B. sorokiniana*, com *Fusarium* spp. e com *G. g. tritici* na zona da coroa de trigo resultem em maior severidade da doença.

Tabela 1. Efeito do manejo do solo no grau de infecção (%) da podridão de raízes do trigo, cultivado continuamente em sucessão com a cultura da soja, causadas pelo complexo de fungos de solo *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Cochliobolus sativus* e *Fusarium* spp. em Passo Fundo, RS

Ano	Sistemas de manejo do solo			
	Plantio direto	Cultivo mínimo	Arado de disco	Arado de aiveca
1994	27,87	34,56	43,68	14,04
1995	36,67	40,00	30,67	20,67
1996	46,73	43,99	44,28	36,52

Fonte: A.M. Prestes, H.P. dos Santos e J.C. Lhamby (Dados não publicados).

A podridão da coroa causada por *Fusarium* spp. Grupo I na Austrália é mais severa em trigo cultivado tanto em sistema plantio direto como em sistema convencional (arado e grade) do que quando a palha de trigo foi queimada (Summerell et al., 1990).

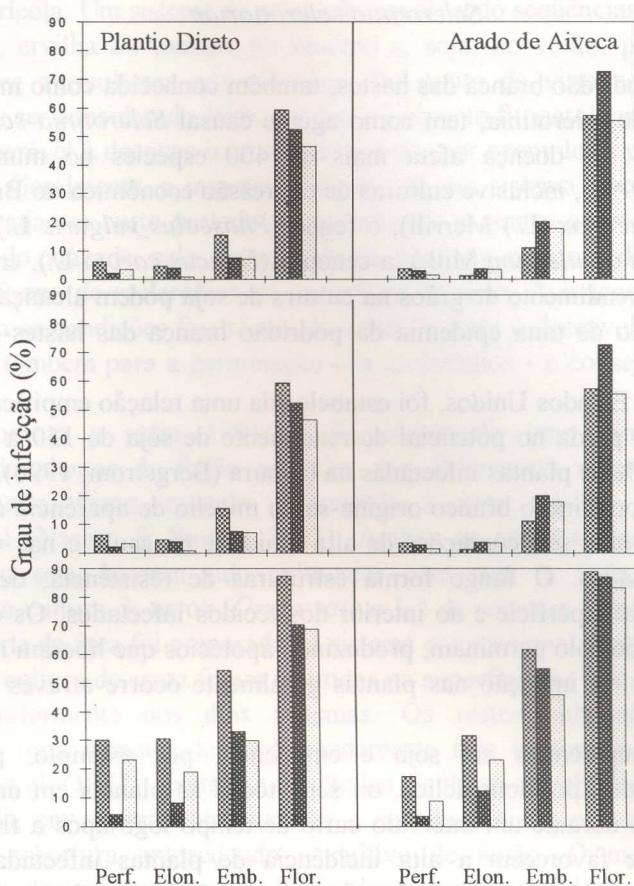


Figura 2. Grau de infecção (%) de podridão radicular do trigo, cultivado no sistema plantio direto e no sistema convencional (arado de aiveca), causada pelo complexo *Gaeumannomyces graminis* f.sp. *tritici*, *Bipolaris sorokiniana* e *Fusarium* spp., no período de 1994 (topo) a 1996, em Passo Fundo, RS. As avaliações foram realizadas nos estádios do perfilhamento (Perf.), elongação (Elon.), emborrachamento (Emb.) e floração (Flor.). As colunas da esquerda para a direita representam a podridão radicular observada nos tratamentos com o trigo cultivado em monocultura, com um ano e com dois anos de intervalo sem cultura hospedeira, respectivamente. Fonte: Prestes, A.M.; Santos, H.P. dos e Lhamby, J.C. (Dados não publicados).

### *Sclerotinia sclerotiorum*

A podridão branca das hastes, também conhecida como mofo branco ou podridão de sclerotinia, tem como agente causal *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) deBary. A doença afeta mais de 400 espécies no mundo inteiro (Bergstrom, 1996), inclusive culturas de expressão econômica no Brasil, como a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), a cenoura (*Daucus carota* L.), entre outras. As perdas no rendimento de grãos na cultura de soja podem alcançar até 30 % como resultado de uma epidemia da podridão branca das hastes (Nasser & Sutton, 1993).

Nos Estados Unidos, foi estabelecida uma relação empírica na qual é estimada uma perda no potencial de rendimento de soja de 150 a 300 kg/ha para cada 10 % de plantas infectadas na lavoura (Bergstrom, 1996).

O nome mofo branco origina-se do micélio de aparência algodonosa que se desenvolve sob condições de alta umidade no caule e nas vagens das plantas infectadas. O fungo forma estruturas de resistência, denominadas escleródios, na superfície e no interior dos tecidos infectados. Os escleródios na superfície do solo germinam, produzindo apotécios que liberam milhares de esporos no ar. A infecção nas plantas geralmente ocorre através das partes florais.

As epidemias em soja e em feijão, por exemplo, podem ser consideradas do tipo monocíclico, ou seja, todas as plantas em uma estação são infectadas durante um intervalo curto de tempo logo após a floração. As condições que favorecem a alta incidência de plantas infectadas incluem precipitação pluvial após o completo fechamento do 'canopy', seguido por um período de 40 horas ou mais de molhamento foliar (Desphande et al., 1995).

As medidas de controle da podridão por *Sclerotinia* incluem a rotação de culturas e a aração do solo. Entretanto, nenhuma dessas práticas apresenta solução em curto espaço de tempo, pois os escleródios podem sobreviver no solo por vários anos. Uma nova tática de controle vem sendo investigada em Iowa, nos Estados Unidos, na qual um fungo que ataca e destrói os escleródios no solo vem sendo estudada. O fungo poderia ser inoculado nos restos da cultura de soja, onde seria multiplicado, exercendo atividade de biocontrole ao longo de vários anos (Yang, X.B., comunicação pessoal).

No Brasil Central, com o advento da irrigação por aspersão, principalmente por pivô central, passou-se a observar uma intensificação na

atividade agrícola. Um sistema de produção envolvendo seqüências de culturas como feijão, ervilha ou tomate, no inverno e, soja, no verão, passou a ser adotado pelos agricultores nos cerrados. Do ponto de vista econômico, o sistema pode ser considerado ótimo, porém no aspecto fitopatológico o sistema é muito vulnerável à doenças importantes, como, por exemplo, a podridão por esclerotinia. Geralmente, a insustentabilidade de um sistema como esse pode ser comprovada em curto período de tempo (três a quatro anos). A soja, no verão, quando atacada pela doença, deixa para as culturas de inverno o inóculo na forma de escleródios na superfície do solo. A irrigação, por sua vez, propicia as condições favoráveis de umidade para o desenvolvimento das culturas - e também para a germinação dos escleródios - e consequentemente da doença.

Durante a safra 1991/92, foi observada uma diminuição na incidência de plantas de feijão atacadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em sistema plantio direto, quando comparada à área similar em sistema convencional (Nasser & Sutton, 1993). Ambas as áreas tinham o mesmo histórico, ou seja, haviam sido cultivadas com soja e, após, tinha sido introduzida a cultura de arroz (*Oryza sativa L.*) de sequeiro. Após a colheita de arroz, parte da área foi preparada no sistema convencional, e na outra parte os restos de cultura de arroz foram mantidos na superfície do solo. O feijão foi semeado uniformemente nos dois sistemas. Os restos culturais de arroz propiciaram uma camada de aproximadamente três centímetros de altura. Bottenberg et al. (1977), relataram resultados similares aos obtidos por Nasser et al. (1994), em experimentos usando o centeio (*Secale cereale L.*) como cultura de cobertura antecedendo o cultivo de feijão. O mecanismo de supressão da doença, no sistema plantio direto, pode ter sido o de ter criado uma barreira física à dispersão dos ascosporos, ou o de ter propiciado um ambiente mais favorável ao desenvolvimento de microorganismos antagonistas ao fungo ou ambos. Fernandes et al. (1990) observaram que a umidade nos restos culturais foi sempre maior quando os mesmos encontravam-se cobertos por uma cultura do que quando expostos diretamente a ação do ambiente. Portanto, os restos culturais cobertos, no caso, pela cultura do feijão propiciam um ambiente mais úmido ao redor dos escleródios podendo favorecer a colonização por organismos antagonistas.

Nasser et al. (1994) imitaram, em câmara de crescimento, na Universidade de Guelph, no Canadá, as condições observadas no Brasil Central para estudar o efeito dos restos culturais sobre a viabilidade dos escleródios. Os resultados indicaram que após 30 dias a viabilidade dos

escleródios foi reduzida em 64 %, quando os escleródios foram enterrados no solo, e em 40 %, quando estes se encontravam abaixo de uma camada de resíduos de trigo. Segundo os autores, a perda da viabilidade esteve associada a uma maior e mais longa duração da umidade do solo quando coberto por uma camada de resíduos de trigo. Ferraz et al. (1996), avaliaram o efeito da matéria orgânica e de cobertura morta na formação de apotécios de *S. sclerotiorum* em solos de cerrado. Os resultados mostraram que a formação de apotécios foi maior em solos ricos em matéria orgânica e úmidos, enquanto a presença de cobertura morta na superfície do solo reduziu a formação de apotécios.

*Pyrenophora* spp.

*Leptosphaeria nodorum*

*Mycosphaerella graminicola*

*Bipolaris sorokiniana*

Entre os patógenos que causam manchas foliares no trigo, destacam-se *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (syn. *P. trichostoma* (Fr.) Fckl) (forma assexuada: *Drechslera tritici-repentis* Died), agente causal da mancha amarela, *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellani & E.G. Germano = *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. in Berk. & Broome (forma sexuada: *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller) Hedjaroode), agente causal da mancha da gluma, *Septoria tritici* Roberge in Desmaz (forma sexuada: *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. in Cohn), agente causal da mancha salpicada, e *Cochliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Drechs. ex Dastur (forma assexuada: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker), agente causal da mancha marrom. Na cultura de cevada, as manchas foliares são causadas por *Pyrenophora teres* Drechs. (forma assexuada: *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker), agente causal da mancha em rede, e por *Bipolaris sorokiniana*, agente causal da mancha marrom. Na cultura de aveia, as manchas foliares são causadas por *D. avenae* (Eidam) Scharif, = *H. avenae* Eidam (forma sexuada: *Pyrenophora avenae* Ito & Kuribayashi) e por *Bipolaris sorokiniana*. Todos esses patógenos apresentam em comum a característica de sobrevivência durante o período de entre-safra nos restos culturais da planta hospedeira. É possível imaginar que a inter-relação entre os patógenos e o hospedeiro pode ser alterada por diferentes métodos de preparo de solo e pela seqüência dos cultivos. Essas modificações, entretanto, não devem ser necessariamente universais e possivelmente serão dependentes das

características climáticas de cada região.

Nas regiões das pradarias, no Canadá, a rotação de culturas teve um efeito maior na redução das manchas causadas por *Stagonospora nodorum* e por *Pyrenophora tritici-repentis* do que os métodos de preparo do solo. As doenças causadas por esses patógenos em trigo de primavera foi sempre maior quando o trigo foi introduzido após um cereal do que após ervilha ou pousio (Bailey et al., 1992).

No sudeste do Canadá, na província de Ontário, o método de preparo de solo e a seqüência das culturas não interferiram na severidade das manchas foliares no trigo de inverno, mas influenciaram a importância individual das doenças, com *Pyrenophora tritici-repentis* ficando mais importante sob sistema plantio direto e sob cultivo mínimo do que em sistema convencional (Sutton & Vyn, 1990; Wright & Sutton, 1990).

Na Austrália e nos Estados Unidos, *P. tritici-repentis* tornou-se mais severa sob sistema plantio direto (Rees & Platz, 1979; Schuh, 1990;). *P. tritici-repentis* parece ser mais competitiva que *S. nodorum*, e quando os dois patógenos estão presentes *P. tritici-repentis* deverá prevalecer (Adee & Pfender, 1989).

Em plantas de trigo com mancha amarela, o agente causal é recuperado apenas nos sítios com sintomas, porém o tecido senescente é rapidamente colonizado pelo fungo. Pode-se dizer que *Pyrenophora tritici-repentis* 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 (Summerell & Burgess, 1988a).

No mundo inteiro, onde o plantio direto tem sido adotado, vem sendo observado que a mancha amarela tem aumentado sua importância para a cultura de trigo (Summerell & Burgess 1989; Schuh, 1990; Wright & Sutton, 1990; Kemp et al., 1990; Hirrell, et al., 1990; Bailey et al., 1992; Cherif et al., 1994; Luz, 1995). *Pyrenophora tritici-repentis* 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 (Pfender & Wootke 1988; Fernandes et al., 1991) 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 (Pfender & Wootke, 1988). A

sobrevivência do fungo nos restos culturais enterrados ou em direto contato com o solo, nas condições da Austrália, foi de 52 semanas, contrastando com 104 semanas na superfície do solo (Summerell & Burges, 1989).

A análise do padrão de distribuição espacial do inóculo de *Pyrenophora tritici-repentis* revelou uma mudança de agrupado para desagrupado no decorrer do tempo, indicando a importância do inóculo associado aos restos culturais (Schuh, 1990). Densidades de inóculo equivalentes a 12,700-31,200 pseudotécios por m<sup>2</sup> foram necessárias para desencadear uma epidemia nas condições da província de Ontário, Canadá, no ano de 1989 (Wright & Sutton, 1990).

Wright & Sutton (1990) relataram que, pelas observações feitas na fonte de inóculo e na incidência das lesões, as epidemias foram caracterizadas por uma prolongada fase do tipo 'juro-simples' iniciada por ascosporos e seguida de uma fase curta com características de 'juro-composto', resultado da infecção por conídios. No mesmo estudo, os autores relatam ter encontrado provas circunstanciais que indicam que os ascosporos infectam as folhas inferiores, e os conídios, as folhas superiores. Plantas de trigo distanciadas de 3,6 a 5,4 metros da fonte de inóculo apresentaram uma redução de 90 % na área abaixo da curva de progresso da doença, em relação às plantas situadas junto ao inóculo (Sone et al., 1994). Isso demonstra que, para as condições que os dados foram gerados, a disseminação do inóculo é limitada a distâncias relativamente curtas.

A severidade da mancha amarela em plantas de trigo, em experimentos envolvendo seqüência de culturas e diferentes métodos de preparo de solo, foi sempre maior nos tratamentos em que o trigo era cultivado continuamente e conduzido sob sistema plantio direto (Sutton & Vyn, 1990). Quando o trigo foi cultivado continuamente na mesma área, o preparo convencional (arado e grade) controlou a mancha amarela, em relação ao sistema plantio direto (Bockus & Claassen, 1992). No mesmo estudo, a doença foi controlada em parcelas sob sistema plantio direto quando o trigo foi estabelecido em mesma área a intervalos de um ano (rotação com sorgo). Estudos para determinar a relação entre o número de ascocarpos e severidade da epidemia mostraram que medidas de controle que reduzam o número de pseudotécios nos restos culturais resultam em epidemias menos severas (Adee & Pfender, 1989).

No Canadá, o desenvolvimento dos pseudotécios nos restos culturais de trigo exibe um padrão sazonal em que os ascocarpos aumentam de volume durante os meses de agosto a outubro, as ascas são formadas no período de

dezembro a março e a diferenciação dos ascosporos ocorre entre os meses de fevereiro e março. Ascosporos maduros são encontrados desde abril até a metade do mês de junho, coincidindo com trigo nos estádios de perfilhamento a florescimento (Wright & Sutton, 1990).

Na Austrália, protopseudotécios são encontrados nos restos culturais de trigo logo após a colheita no mês de dezembro. As condições áridas do verão australiano impedem que o fungo continue crescendo. No fim do outono, com a volta das chuvas, formam-se os pseudotécios. A diferenciação e a maturação das ascas ocorre no período de julho a agosto quando o trigo encontra-se nos estádios de fim do perfilhamento ao alongamento (Summerell & Burgess, 1988b).

No Brasil, os pseudotécios de *Pyrenophora tritici-repentis* aumentam de volume durante o mês de dezembro e maturam durante os meses de janeiro e fevereiro (Fernandes, J.M., dados não publicados). 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 no 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 (Reis, 1990). A formação de conidióforos diretamente sobre os restos culturais e, também, na extremidade dos pseudotécios foi observada em amostras coletadas de experimentos em Passo Fundo, RS (Fernandes, J.M. e Sutton, J.C., dados não publicados). 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 (Reis & Santos, 1993). Uma outra fonte de inóculo primário poderia ser a semente infectada, uma vez que a mancha amarela pode ser transmitida pela semente (Schilder & Bergstrom, 1994).

Reis & Santos (1993) relataram que no sul do Brasil a mancha amarela do trigo é mais severa quando o trigo é cultivado continuamente na mesma área e sob sistema plantio direto. A densidade de pseudotécios de *Pyrenophora tritici-repentis* foi determinada em experimentos envolvendo diferentes tipos de preparo de solo em Passo Fundo, RS. Os resultados encontrados foram de 11.530, 7.310, 1.548 e 516 pseudotécios por m<sup>2</sup> nas parcelas sob sistema plantio direto, com cultivo mínimo, com sistema convencional (arado de discos) e com sistema convencional (arado de aivecas),

respectivamente. Os mesmos autores, entretanto, não relataram se os pseudotócos eram férteis ou não. A julgar pelo mês (Junho) da coleta de amostra, presume-se que eles estivessem vazios.

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 (Fernandes, J.M., dados não publicados). Sutton & Vyn (1990) também observam a mesma relação no Canadá. 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 (Berger, 1989). 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.

Pfender et al. (1993) relataram a eficiência de três agentes potenciais de biocontrole de *P. tritici-repentis* sobrevivendo nos restos culturais de trigo. Entre os agentes, *Limonomycetes roseipellis* reduziu significativamente o inóculo primário de *P. tritici-repentis* em três de quatro anos de teste, embora o nível de redução não tenha sido suficiente para evitar o desenvolvimento de uma epidemia. 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. A variabilidade genética para a resistência à mancha amarela tem sido relatada na literatura (Luz, 1995).

### **Vírus do Nanismo Amarelo da Cevada**

O vírus do nanismo amarelo da cevada (VNAC) é uma doença de grande importância para os cereais de inverno. O vírus é transmitido por várias espécies de afídeos que sugam a seiva dos cereais de inverno (Matthews,

1991). Por um momento, parece estranho que o sistema de cultivo, sistema plantio direto ou sistema convencional, possa a vir influenciar a maior ou menor incidência de um vírus, que é uma entidade que precisa estar sempre associada a células do hospedeiro. É possível que o tipo de sistema de cultivo realmente não apresente efeito direto sobre as partículas do vírus, porém o sistema de cultivos pode influenciar o vetor, que são os afideos. Na Inglaterra, foi demonstrado que a incidência de plantas de cevada com o vírus do nanismo amarelo da cevada era menor no sistema plantio direto do que no sistema convencional (Kendall & Smith, 1991). A causa, provavelmente deveu-se a uma maior diversidade e quantidade de artrópodes, incluindo os inimigos naturais (predadores) dos afideos existentes no sistema plantio direto, em comparação com o convencional. As espécies de insetos encontradas em áreas sob sistema plantio direto e não encontrados em sistema convencional ou se encontrados em menor número pertenciam às famílias *Linyphiidae*, *Carabidae* e *Staphylinidae* (Kendall et al., 1991). Rice & Wilde (1991) relataram um maior número de espécies de predadores de afideos em sistema plantio direto do que no sistema convencional.

Outras evidências de que o manejo dos restos culturais tem efeito na incidência do VNAC em cereais de inverno foram relatadas por Kendall et al. (1990). A incidência do VNAC foi medida através de um sistema de análise de imagens de fotografias aéreas das parcelas tomadas a baixa altitude. Os tratamentos foram constituídos de cultivo de trigo em sistema convencional com palha incorporada no solo, convencional com a palha removida e plantio direto. Todas as parcelas em que o solo foi cultivado no sistema convencional apresentavam plantas com sintomas do VNAC, chegando a atingir 50 % da área da parcela. A menor incidência de plantas com VNAC foi observada nas parcelas com sistema plantio direto, onde a área com plantas atacadas correspondia a 3,8 % da parcela.

O mecanismo biológico pelo qual o VNAC foi menor no sistema plantio direto até o momento não está bem claro. Os afideos quando migram respondem a sinais visuais para identificar possíveis plantas hospedeiras. É possível que os restos culturais deixados na superfície do solo interfiram com o mecanismo de visualização do hospedeiro pelos afideos. No sul do Brasil, em situações de lavouras de trigo, de cevada e de aveia cultivados sob sistema plantio direto, seguidamente encontra-se que as primeiras plantas com sintomas situam-se à beira de estradas ou caminhos sem vegetação ou cobertura morta (Fernandes, J.M., dados não publicados). Entretanto estes fatos são observações isoladas, sendo necessário o estabelecimento de um

estudo com metodologia científica adequada à sua comprovação.

### *Gibberella zae*

A giberela é uma doença causada por um ascomiceto denominado *Gibberella zae* (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 (Osório, 1992). 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 (Parry et al., 1995).

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 (Parry et al., 1995).

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 (Reis, 1988b). Além de trigo e de cevada, o fungo *G. zae* pode infectar várias outras espécies de gramíneas inclusive o milho (Reis, 1988a). Além dos hospedeiros preferenciais, o patógeno tem sido recuperado de restos culturais de outras espécies cultivadas, como a soja (Fernandez & Fernandes, 1990; Baird et al., 1997).

A giberela é uma doença que ataca a planta de trigo, especialmente em regiões onde, por ocasião da floração (antese), as condições climáticas prevalecentes são de temperatura alta (20 a 25°C) e de precipitação pluvial de, no mínimo, 48 horas consecutivas (Reunião, 1997). Moschini & Fortugno (1996) demonstraram que a incidência de fusariose na espiga durante a antese pode ser explicada por uma variável que combina a ocorrência de chuva superior a 2 mm em um período de dois dias consecutivos e umidade relativa maior que 81 % no primeiro dia e maior que 78 % no segundo dia.

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.

Reis (1988a) relatou que a antese, ou seja, 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 ascospores 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 (Fernando et al., 1997). Quanto maior for o número de unidades infectivas (ascospores) 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. zae*, 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.

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 ascospores 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. O controle da doença através de cultivares resistentes é muito

díficil, pois, até o momento, a resistência genética conhecida não é suficiente para proteger a planta da doença quando as condições ambientais são bastante favoráveis ao desenvolvimento de uma epidemia. Hoje, táticas de controle envolvendo o uso de fungicidas em combinação com previsões climáticas se apresentam como a melhor alternativa para o controle de giberela. Mesmo assim, o nível de controle situa-se ao redor de 70 a 80 % (Picinini & Fernandes, 1991). É possível que, no futuro, outros métodos de controle que visem a reduzir a sobrevivência do patógeno nos restos culturais venham a ser desenvolvidos e minimizem o impacto da doença no sistema plantio direto.

#### *Heterodera glycines*

O nematóide de cisto da soja (NCS), *Heterodera glycines*, foi detectado pela primeira vez, no Brasil, na safra 1991/1992. Atualmente, o nematóide encontra-se presente em 65 municípios de sete estados brasileiros (MT, GO, MS, SP, PR e RS). Desde a detecção do NCS a área infectada passou de 10.000 para 1,7 milhões de hectares. As raças 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 e 14 já foram identificadas. A raça 3 é a mais prevalente (Silva et al., 1997).

Nos Estados Unidos, o nematóide de cisto da soja é responsável por perdas anuais de 1,3 milhões de toneladas métricas (Doupnik, 1993), sendo o principal problema fitossanitário na cultura de soja. Portanto, a ocorrência do nematóide de cisto da soja no Brasil passou a ser considerada um fator de alto risco para a economicidade da cultura de soja. Entre as medidas de controle do nematóide, incluem-se a rotação de culturas com plantas não hospedeiras e o uso de variedades resistentes. Em relação à rotação de culturas, o milho apresenta-se como a melhor opção no aspecto fitossanitário, porém, em algumas regiões, devido as distâncias e ao armazenamento ineficiente, não é uma opção economicamente viável para os agricultores. Como resultado do esforço da pesquisa, em 1997 foi anunciada a primeira cultivar de soja resistente à raça 3 de *Heterodera glycines* para o estado de Minas Gerais. No Brasil Central, um dos principais meios de disseminação do nematóide de cisto da soja é através do vento. Os cistos são levados pelo vento, juntamente com as partículas de solo, a longas distâncias. Nesse sentido, o sistema plantio direto é uma prática que auxilia para diminuir a velocidade da disseminação do nematóide, pois a camada de restos culturais na superfície do solo reduz significativamente a erosão eólica. O sistema plantio direto é recomendado em áreas onde o nematóide de cisto da soja já foi detectado (Yorinori, J.T, comunicação pessoal).

O sistema plantio direto, por si mesmo, afeta a população de nematóides no solo, embora sejam necessários vários anos até que os efeitos possam ser mensuráveis (Hershman & Bachi, 1995; Koenning et al., 1995). Como apresentado anteriormente, no sistema plantio direto muitos dos fatores ambientais do solo mudam, quando comparados com o sistema convencional. As mudanças são mais pronunciadas quando a camada de restos culturais é densa. Entre as mudanças, destacam-se a redução da temperatura do solo, a maior umidade no solo e um aumento na matéria orgânica nas camadas superiores do solo.

A temperatura do solo pode ter um efeito dramático no nematóide de cisto da soja. A duração do ciclo vida desse nematóide é de 24 dias, com temperatura ao redor de 23 °C, e de 40 dias, com a temperatura do solo ao redor de 18 °C. A temperatura também influencia a proporção de machos e fêmeas (Tyler et al., 1987).

A água no solo está interligada à temperatura. Os restos culturais acumulados na superfície do solo tendem a propiciar uma maior umidade, principalmente na camada superior do solo. O nematóide de cisto da soja, segundo Heatherly et al. (1982), desenvolve-se melhor na camada de 0-15 cm, a 0,03 Mpa do que a 0,05 Mpa.

A quantidade de matéria orgânica no solo afeta a população de microorganismos que aí se desenvolvem, inclusive os que são predadores ou antagonistas de *H. glycines*.

Na Austrália, a população do nematóide de cistos de cereais *Heterodera avenae* é reduzida ao longo do tempo em áreas cultivadas sob o sistema plantio direto (Roget & Rovira 1985).

### 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 (Stinner & House, 1990).

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 epidemias. As novas tecnologias precisam ser compatíveis com os princípios conservacionistas embutidos no sistema plantio direto. Nesse contexto, o controle biológico das doenças com microorganismos antagonistas dos patógenos 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. Kim et al. (1997) relataram a ocorrência de *Bacillus* spp. controlando as podridões radiculares de trigo causadas pelo complexo *G. g.* var. *tritici*, *Rhizoctonia solani* e *Pythium* spp. Segundo esses autores, uma das razões para o sucesso do antagonismo seria a habilidade do microorganismo de crescer a 4 °C. Essa característica do antagonista é especialmente importante, em regiões tritícolas de clima úmido e frio. Nessas regiões, o sistema plantio direto pode fazer com que a temperatura do solo seja menor do que quando não há cobertura morta na superfície.

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. Hwu & Allan (1992), relataram que populações de trigo com base genética ampla responderam a seleção natural quando cultivada sob 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.

## Referências Bibliográficas

ABRIL, A.; CAUCAS, V.; NUNES-VASQUEZ, F. 1995. Sistemas de labranza y dinamica microbiana del suelo en la region central de la provincia de Cordoba (Argentina). *Ci. Suelo* 13:104-6.

ADEE, E.A. & PFENDER, W.F. 1989. The effect of primary inoculum level of *Pyrenophora tritici-repentis* on tan spot epidemic development in wheat. *Phytopathology*, 79(8):873-7.

ANDRADE, O.A.; MATHRE, D.E. & SANDS, D.C. 1994. Natural suppression of take-all disease of wheat in Montana soils. *Plant Soil* 164(1):9-18.

ANGERS, D.A.; BISSONNETTE, N.; LEGERE, A. & SAMSON, N. 1993. Microbial and biochemical changes induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Can. J. Soil Sci.* 73(1):39-50.

BAILEY, K.L.; MORTENSEN, K. & LAFOND, G.P. 1992. Effects of tillage systems and crop rotations on root and foliar diseases of wheat, flax, and peas in Saskatchewan. *Can. J. Soil Sci.* 72(2):583-91.

BAIRD, R. E., MULLINIX, B.G., PEERY A. B. & LANG, M.L. 1997. Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Dis.* 81:530-4.

BALL, B.C. 1989. Reduced tillage in great britain: practical and research experience. In: **WORKSHOP ENERGY SAVING BY REDUCED SOIL TILLAGE**, Gottingen, p.29-40.

BERGER, R.D. 1989. Description and application of some general models for plant disease epidemics. In: Kurt, J.L. & Willian, E.F. (Ed.). *Plant disease epidemiology: genetics, resistance and management*. v.2. p.125-49.

BERGSTROM, G.C. Field crops, pest management: prepare to combat white mold in soybean. Extension New Service-Cornell Cooperative Extension (1996). [gopher://psupena.psu.edu:70/0%24d%20283021133](http://psupena.psu.edu:70/0%24d%20283021133).

BOCKUS, W.W. & CLAASSEN, M.M. 1992. Effects of crop rotation and residue management practices on severity of tan spot of winter wheat. *Plant Dis.* 76(6):633-6.

BOCKUS, W.W.; DAVIS, M.A. & NORMAN, B.L. 1994. Effect of soil shading by surface residues during summer fallow on take-all of winter wheat. *Plant Dis.* 78(1):50-4.

BODKER, L.; SCHULZ, H. & KRISTENSEN, K. 1990. Influence of cultural practices on incidence of take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) in winter wheat and winter rye. *Tidsskr. Planteavl.* 94(2):201-9.

BOTTENBERG, H.; MASIUNAS, J.; EASTMAN, C. & EASTBURN, D.M. 1997. The impact of rye cover crops on weeds, insects and diseases in snap bean cropping systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 9:131-155.

BRENNAN, J.P. & MURRAY, G.M. 1988. Australian wheat diseases - assessing their economic importance. *Agric. Sci.* 1(7):26-35.

CARTER, M.R. & MELE, P.M. 1992. Changes in microbial biomass and structural stability at the surface of a duplex soil under direct drilling and stubble retention in north-eastern Victoria. *Aust. J. Soil Res.* 30(4):493-503.

CARTER, M.R. 1994. Conservation tillage in temperature agroecosystems. Boca Raton, Lewis.

CARTER, M.R. 1992. Influence of reduced tillage systems on organic matter, microbial biomass, macro-aggregate distribution and structural stability of the surface soil in a humid climate. *Soil Tillage Res.* 23(4):361-72.

CARTER, M.R. 1991. The influence of tillage on the proportion of organic carbon and nitrogen in the microbial biomass of medium-textured soils in a humid climate. *Biol. Fertility Soils* 11(2):135-9.

CARTER, M.R., MELE, P.M., & STEED, G.R. 1994. The effects of direct drilling and stubble retention on water and bromide movements and earthworm species in a duplex soil. *Soil Sci.* 157:224-31.

CHERIF, M.; HARRABI, M. & MORJANE, H. 1994. Distribution and importance of wheat and barley diseases in Tunisia, 1989 to 1991. *Rachis* 13(1/2):25-34.

COLBACH, N.; DUBY, C.; CAVELIER, A. & MEYNARD, J.M. 1997. Influence of cropping systems on foot and root diseases of winter wheat: fitting of a statistical model. *Eur. J. Agron.* 6:61-77.

COLYER, P.D. & VERNON, P.R. 1993. Effect of tillage on cotton plant populations and seedling diseases. *J. Prod. Agric.* 6(1):29, 108-11.

CONNER, R.L. & KUZYK, A.D. 1990. Evaluation of seed-treatment fungicides for control of take-all in soft white spring wheat. *Can. J. Plant Pathol.* 12(2):213-6.

CONNER, R.L.; LINDWALL, C.W. & ATKINSON, T.G. 1987. Influence of minimum tillage on severity of common root rot in wheat. *Can J. Plant Pathol.* 9:56-8

COOK, R.J. 1994. Problems and progress in the biological control of wheat take-all. *Plant Pathol.* 43:429-37.

COOK, R.J. & HAGLUND, W.A. 1991. Wheat yield depression associated with conservation tillage caused by root pathogens in the soil not phytotoxins from the straw. *Soil Biol. Biochem.* 23(12):1125-32.

DE BOER, R.F. & KOLLMORGEN, J.F. 1988. Effects of cultivation and stubble retention on soil and stubble-borne pathogens of wheat in Victoria - an overview. *Plant Prot. Quart.* 3:3-4.

DE BOER, R.F.; KOLLMORGEN, J.F.; MACAULEY, B.J. & FRANZ, P.R. 1991. Effects of cultivation on *Rhizoctonia* root rot, cereal cyst nematode, common root rot and yield of wheat in the Victorian Mallee. *Aust. J. Exp. Agric.* 31(3):367-72.

DE BOER, R.F.; STEED, G.R.; KOLLMORGEN, J.F. & MACAULEY, B.J. 1993. Effects of rotation, stubble retention and cultivation on take-all and eyespot of wheat in northeastern Victoria, Australia. *Soil Tillage Res.* 25(4):263-80.

DESPHANDE, R.Y.; HUBBARD, K.G.; COYONE, D.P.; STEADMAN, J.R. & PARKHUEST, A.M. 1995. Estimating leaf wetness in dry bean canopies as a prerequisite to evaluating white mold disease. *Agron. J.* 87:613-9.

DOUPNIK Jr., B. 1993. Soybean production and disease loss estimates for north central United States from 1989 to 1991. *Plant Dis.* 77:1170-1.

EDWARDS, C.A., EDWARDS, W.M. & SHIPTALO, M.J. 1992. Earthworm populations under conservation tillage and their effects on transport of pesticides into groundwater. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE, PESTS AND DISEASES, Brighton, p.859-64.

FAWCETT, R.S. 1995. Impact of conservation tillage on the environment. *Nort. Cen. Weed Sci. Soc.* 50:161-65.

FAWCETT, R.S.; CHRISTENSEN, B.R. & TIERNEY, D.P. 1994. The impact of conservation tillage on pesticide runoff into surface water: a review and analysis. *J. Soil Water Conserv.* 49(2):126-35.

FERNANDES, J.M.C.; PICININI, E.C. & FERNANDEZ, M.R. 1990. Monitoring wetness duration of wheat residues under different canopies. p.251-254.

FERNANDES, J.M.C.; SUTTON, J.C. & JANES, T.D.W. 1991. A sensor for monitoring moisture of wheat residues: application in ascospore maturation of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Dis.* 75:1101-5.

FERNANDEZ, M.R. & FERNANDES, J.M.C. 1990. Survival of wheat pathogens in wheat and soybean residues under conservation tillage systems in southern and central Brazil. *Can. J. Plant Pathol.* 12(3):289-94.

FERNANDEZ, M.R. & SANTOS, H.P. dos. 1992. Contribution of *Avena* spp., used in crop rotation systems under conservation tillage, to the inoculum levels of some cereal pathogens. *Can. J. Plant Pathol.* 14(4):271-77.

FERNANDO, W.G.D.; PAULITZ, T.C.; SEAMAN, W.L.; DUTILLEUL, P. & MILLER, J.D. 1997. Head blight gradient caused by *Gibberella zae* from area sources of inoculum in wheat field plots. *Phytopathology* 87:414-21.

FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C.; NASSER, L.C. & AZEVEDO, J.A. 1996. Matéria orgânica, cobertura morta e outros fatores físicos que influenciam a formação de apotációs de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos de Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, Brasília, p.297-301.

GRIFFITH, W.K. & RECTZ Jr., H.F. 1994. Improved nutrient efficiency and organic matter build-up. *Better Crops Plant Food* 78(2):6-7.

HAINES, P.J. & UREN, N.C. 1990. Effect of conservation tillage farming on soil microbial biomass, organic matter and earthworm populations, in north-eastern Victoria. *Aus. J. Exp. Agric.* 30(3):365-71.

HEATHERLY, L.G.; YOUNG, J.D.; EPPS, J.M. & HARTWIG, E.E. 1982. Effect of upper-profile soil water potential on numbers of cysts of *Heterodera glycines* on soybeans. *Crop Sci.* 22:833-5.

HERNANZ, J.L.; GIRON, S.V. & CERISOLA, C. 1992. Long term tillage system experiments in Central Spain: Evaluation of energy inputs and production costs (1983-1981). In: XXIV INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL MECHANIZATION IN LATIN AMERICA, Saragoza, Spain, FIMA, p.229-38.

HERSHMAN, D.E. & BACHI, P.R. 1995. Effect of wheat residue and tillage on *Heterodera glycines* and yield of double crop soybean in Kentucky. *Plant Dis.* 79:631-3.

HIRREL, M.C.; SPRADLEY, J.P.; MITCHELL, J.K. & WILSON, E.W. 1990. First report of tan spot caused by *Drechslera tritici-repentis* on winter wheat in Arkansas. *Plant Dis.* 74(3):252.

HWU, K.K. & ALLAN, R.E. 1992. Natural selection effects in wheat populations grown under contrasting tillage systems. *Crop Sci.* 32(3):605-11.

JAMES, T.D.W. & SUTTON, J.C. 1990. Relationships of tillage practices and microclimate of winter wheat in Ontario. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, Passo Fundo, CIDA/EMBRAPA-CNPT, p.55-68.

KEMP, G.H.J.; PRETORIUS, Z.A. & VAN JAARSVELDT, M. 1990. The occurrence of *Pyrenophora tritici-repentis* on wheat debris in the eastern Orange Free State. *Phytophylactica* 22(3):363-64.

KENDALL, D.A.; CHINN, N.E.; SMITH, B.D.; TIDBOALD, C.; WINSTONE, L. & WESTERN, N.M. 1991. Effects of straw disposal and tillage on spread of barley yellow dwarf virus in winter barley. *Ann. Appl. Biol.* 119(2):359-64.

KENDALL, D.; CHINN, N.; TIDBOALD, C. & WINSTONE, L. 1990. Effects of straw disposal and tillage on BYDV. Rothamsted, Institute of Aenable Crop Research, p.60.

KENDALL, D. & SMITH, B. 1991. Soil cultivations and their effect on virus control. *Agronomist* (3):10-1.

KIM, D.S.; COOK, R.J. & WELLER, D.M. 1997. sp. L324-92 for biological control of three root diseases of wheat grown with reduced tillage. *Phytopathology* 87:551-8.

KOCHHANN, R.A. 1990. Conservation tillage in southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, Passo Fundo, CIDA/EMBRAPA-CNPT, p.18-27.

KOENNING, S.R.; SCHMITT, D.P.; BARKER, K.R. & GUMPERTZ, G.L. 1995. Impact of crop rotation and tillage system on *Heterodera glycines* population density and soybean yield. *Plant Dis.* 79:282-6.

LUZ, W.C. da. 1993. Microbiolização de sementes para o controle de doenças de plantas. In: Luz, W.C.; Fernandes, J.M.C.; Prestes, A.M. & Picinini, E.C. (Ed.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo, RAPP, v.1, p.33-77.

LUZ, W.C. da. 1995. Evaluation of wheat cultivars for resistance to tan spot. *Fitopatol. Bras.* 20(3):444-8.

MATTEWS, R.E.F. 1991. *Plant virology*. 3.ed. San Diego, Academic.

MOSCHINI, R.C.; FORTUGNO, C. 1996. Predicting wheat head blight incidence using models based on meteorological factors in Pergamino, Argentina. *Eur. J. Plant Pathol.* 102:211-8.

MURRAY, G.M.; HEENAN, D.P. & TAYLOR, A.C. 1991. The effect of rainfall and crop management on take-all and eyespot of wheat in the field. *Aust. J. Exp. Agric.* 31(5):645-51.

NASSER, L.C.B. & SUTTON, J.C. 1993. Palhada de arroz pode controlar importante doença do feijoeiro irrigado. *Cerrados Pesq. Tecnol.* 3(1):6.

NASSER, L.C.B.; SUTTON, J.C.; BOLAND, G.J. & JAMES, T.D.W. 1994. Influence of crop residue and soil moisture on *Sclerotinia sclerotiorum*. In: ANNUAL MEETING OF THE CANADIAN PHYTOPATHOLOGY-SOCIETY, Alberta, Can. *Phytopathol. Soc.*, p.60.

OSBOURN, A.E.; CLARKE, B.R.; LUNNESS, P.; SCOTT, P.R. & DANIELS, M.J. 1994. An oat species lacking avenacin is susceptible to infection by *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 45(6):457-67.

OSÓRIO, E.A. 1982. Doenças e seu controle. In: Fundação Cargill. A cultura do trigo. São Paulo, Globo, Cap. 10, p.125-9.

PAYNE, L.K. & HARRISON, H. 1993. The historical roots of living mulch and related practices. *Hort Technol.* 3:137-72.

PARRY, D.W.; JENKINSON, P.; McLEOD, L. 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals - a review. *Plant Pathol.* 44:207-38.

PAVELEY, N.D.; DAVIES, J.M.L. & MARTIN, T. 1994. Cereal seed treatment - risks, costs and benefits. In: SYMPOSIUM SEED TREATMENTS: PROGRESS AND PROSPECTS, Canterbury, Univ. Kent., p.27-35.

PEETEN, H. 1990. Fifteen years of conservation tillage in Paraná. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, Passo Fundo, CIDA/EMBRAPA-CNPT, p.28-31.

PENG, Y.; ZHANG, Z.; HUANG, D.; CHEN, C.; ZHANG, J.; YOU, C.; CHEN, Z. & DING, Y. 1993. Enhanced biological control of wheat take-all by using in vivo genetically engineered *Pseudomonas fluorescens*. In: I ASIA-PACIFIC CONFERENCE ON AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY, Beijing, p.449-52.

PFENDER, W.F. & WOOTKE, S.I. 1988. Microbial communities of *Pyrenophora*-infested wheat straw as examined by multivariate analysis. *Microb. Ecol.* 15:95-113.

PFENDER, W.F.; ZANG, W. & NUS, A. 1993. Biological control to reduce inoculum of the tan spot pathogen *Pyrenophora tritici-repentis* in surface-borne residues of wheat fields. *Phytopathology* 83(4):371-5.

PICININI, E.C. & FERNANDES, J.M.C. 1991. Chemical control of wheat scab. In: XII INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, Rio de Janeiro, n.p.

PIERSON, E.A. & WELLER, D.M. 1994. Use of mixture of fluorescent pseudomonads to suppress take-all and improve the growth of wheat. *Phytopathology* 84(9):940-7.

REES, R.G. & PLATZ, G.J. 1979. The occurrence and control of yellow spot of wheat in north-eastern Australia. *Aust. J. Exp. Agric. Amm. Husb.* 19:369-72.

REIS, E.M. 1988a. Doenças do trigo III. Giberela. 2.ed. rev. amp. São Paulo.

REIS, E.M. 1988b. Quantificação de propágulos de *Giberella zaeae* no ar através de armadilhas de esporos. *Fitopatol. Bras.* 13(4):324-7.

REIS, E.M. & SANTOS, H.P. 1993. Doenças de cereais de inverno. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Plantio direto no Brasil. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/FUNDACEP FECOTRIGO/Fundação ABC, p.105-10.

REIS, E.M. 1990. Control of disease of small grains by rotation and management of crop residues, in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, Passo Fundo, CIDA/EMBRAPA-CNPT, p.140-6.

RENGEL, Z.; GRAHAM, R.D. & PEDLER, J.F. 1993. Manganese nutrition and accumulation of phenolics and lignin as related to differential resistance of wheat genotypes to the take-all fungus. *Plant Soil* 151(2):255-63.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, XXIX, 1997, Porto Alegre, UFRGS, 82 p.

RICE, M.E. & WILDE, G.E. 1991. Aphid predators associated with conventional and conservation-tillage winter wheat. *J. Kansas Entomol. Soc.* 64(3):245-50.

RICKERL, D.H.; CURL, E.A.; TOUCHTON, J.T. & GORDON, W.B. 1992. Crop mulch effects on *Rhizoctonia* soil infestation and disease severity in conservation-tilled cotton. *Soil Biol. Biochem.* 24(6):553-7.

ROGET D.K. & ROVIRA, A.D. 1985. Effect of tillage on *Heterodera avenae* in wheat. In: Parker, C.; Rovira, A.D.; Moore, K.J.; Wong, P.T.W. & Kollmorgen, J.F. (Ed.). *Ecology and management of soil-borne plant pathogens*. St. Paul, American Phytopathological Society, p.252-4.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. & WOBETO, C. 1991. Crop rotation in Guarapuava. IX. Effects on yield and root rot diseases of barley under direct drilling from 1984 to 1988. *Pesq. Agropec. Bras.* 26(6):901-6.

SCHILDER, A.M.C. & BERGSTROM, G.C. 1994. Infection of wheat seed by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Can. J. Bot.* 72:510-9.

SCHUH, W. 1990. The influence of tillage systems on incidence and spatial pattern of tan spot of wheat. *Phytopathology* 80(9):804-7.

SEGUY, L. & BOUZINAC, S. 1994. Agricultural frontiers in the west of Brazil. *Agric. Develop.* p.54-7. Special Issue.

SETA, A.K.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. & BARFIELD, B.J. 1993. Reducing soil erosion and agricultural chemical losses with conservation tillage. *J. Environ. Qual.* 22(4):661-5.

SILVA, J.F.V.; GARCIA, A.; SILVA, E.A. da & DIAS, V.P. 1997. Situação atual do nematóide de cisto da soja (NCS) no Brasil. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, Gramado, Soc. Bras. Nematol., p.20-2.

SMILEY, R.W.; OGG Jr., A.G. & COOK, R.J. 1992. Influence of glyphosate on *Rhizoctonia* root rot, growth, and yield of barley. *Plant Dis.* 76(9):937-42.

SONE, J.; BOCKUS, W.W. & CLAASSEN, M.M. 1994. Gradient of tan spot of winter wheat from a small-area source of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Dis.* 78(6):622-7.

STACK, R.W. & THOMPSON, C. 1989. Effect of cropping sequence on take-all and take-all decline in durum wheat under irrigation. *N. D. Farm Res.* 46(5):6-9.

STEPHENS, P.M. & DAVOREN, C.W. 1996. Effect of the lumbricid earthworm *Aporrectodea trapezoides* on wheat grain yield in the field, in the presence or absence of *Rhizoctonia solani* and *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Soil Biol. Biochem.* 28(4/5):561-7.

STEPHENS, P.M.; DAVOREN, C.W.; DOUBE, B.M. & RYDER, M.H. 1994. Ability of the lumbricid earthworms *Aporrectodea rosea* and *Aporrectodea trapezoides* to reduce the severity of take-all under greenhouse and field conditions. *Soil Biol. Biochem.* 26(10):1291-7.

STINNER, B.R. & HOUSE, G.J. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 35:299-318.

SUMMER, D.R.; PHATAK, S.C.; GAY, J.D.; CHALFANT, R.B.; BRUNSON, K.E. & BUGG, R.L. 1995. Soilborne pathogens in a vegetable double-crop with conservation tillage following winter covers crops. *Crop Prot.* 14(6):495-500.

SUMMERELL, B.A. & BURGESS, L.W. 1988a. Saprophytic colonization of wheat and barley by *Pyrenophora tritici-repentis* in the field. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 90:551-6.

SUMMERELL, B.A. & BURGESS, L.W. 1988b. Factors influencing production of pseudothecia by *Pyrenophora tritici-repentis*. Trans. Br. Mycol. 90:575-62.

SUMMERELL, B.A. & BURGESS, L.W. 1989. Factor influencing survival of *Pyrenophora tritici-repentis*: water potential and temperature. Mycol. Res. 93:41-5.

SUMMERELL, B.A.; BURGESS, L.W.; KLEIN, T.A. & PATTISON, A.B. 1990. Stubble management and the site of penetration of wheat by *Fusarium graminearum* grupo I. Phytopathology 80:877-9.

SUTTON, J.C. & VYN, T.J. 1990. Crop sequences and tillage practices in relation to diseases of winter wheat in Ontario. Can. J. Plant Pathol. 12(4):358-68.

TINLINE, R.D. & SPURR, D.T. 1991. Agronomic practices and common root rot of barley. Can. J. Plant Pathol. 13:258-66.

TYLER, D.D.; CHAMBERS, A.Y. & YOUNG, L.D. 1987. No-tillage effects on population dynamics of soybean cyst nematode. Agron. J. 79:799-802.

WEERSINK, A.; WALKER, M.; SWANTON, C.J. & SHAW, J.E. 1992a. Costs of conventional and conservation tillage systems. J. Soil Water Conserv. 47(4):328-34.

WEERSINK, A.; WALKER, M.; SWANTON, C. & SHAW, J. 1992b. Economic comparison of alternative tillage systems under risk. Can. J. Agric. Econ. 40(2):199-217.

WIETHÖLTER, S.; BEN, J.R.; KOCHHANN, R.A. & PÖTTKER, D. 1997. Fósforo e potássio no solo no sistema plantio direto. In: Nuernberg, N.J. (Ed.). Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais. Lages, SBCS-NRS, p.121-58.

WILDELS, C.E. & WIERSMA, J.V. 1992. Incidence of *Bipolaris* and *Fusarium* on subcrown internodes of spring barley and wheat grown in continuous conservation tillage. Phytopathology 82(6):699-705.

WILDERMUTH, G.B.; NACMARA, R.B. & THOMAS, G.A. 1991. Effect of crop rotation and tillage on common root rot of wheat in sub-tropical Australia. In: I INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMMON ROOT ROT OF CEREALS, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

WONG, P.T.W.; DOWLING, P.M.; TESORIERO, L.A. & NICOL, H.I. 1993. Influence of preseason weed management and in-crop treatments on two successive wheat crops. 2. Take-all severity and incidence of Rhizoctonia root rot. Aus. J. Exp. Agric. 33(2):173-7.



## MICORRIZAS NA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

José Oswaldo Siqueira<sup>1</sup>  
Osmar Klauberg Filho<sup>2</sup>

### Introdução

A necessidade de promover o desenvolvimento sustentado do planeta tem causado mudanças substanciais no uso dos recursos naturais, inclusive do solo que além de ser um importante meio de produção, atualmente é considerado mediador dos processos globais e dos serviços da natureza. No contexto agrícola, o solo representa o alicerce da produção, sendo portanto crucial para se alcançar um sistema solo planta saudável; sem o qual não se consegue produzir de modo sustentável (Doran et al., 1996).

O solo é um sistema complexo onde existem, de forma ativa ou inativa, milhares de seres micro e macroscópicos que interagem de modo intenso, garantindo o fluxo de energia e a ciclagem dos nutrientes essenciais à vida das plantas e animais, através de seus efeitos na nutrição (efeito biofertilizante) no crescimento (bioestimulante) e na sanidade (bioprotetor) das plantas. Siqueira et al. (1994) consideram que para alcançar a sustentabilidade agrícola é necessário adotar sistemas de uso e manejo que sejam conservacionistas e de baixo custo, usar corretamente e de modo eficiente os insumos agrícolas e maximizar a utilização dos processos biológicos dos sistemas de produção. O cultivo intensivo do solo, por exemplo, exerce grande efeito nas suas propriedades as quais interferem em processos (físicos, químicos e biológicos) que regulam o crescimento das plantas e a produção agrícola. Por isto, este tipo de cultivo, aliado a monocultura prolongada com espécies de elevada pureza genética e uso massivo de agroquímicos, tem resultado em inúmeros casos de declínio de culturas, degradação do solo, acúmulo de fitotoxinas e incidência de pragas e doenças; portanto, difícil de ser sustentável. A sustentabilidade só será conseguida através de soluções mais equilibradas entre a economia da produção e a agroecologia. Desta

<sup>1</sup> Departamento de Ciências do solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>2</sup> Departamento de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000 Lages, SC.

proposição surge um novo paradigma que valoriza os componentes bióticos dos sistemas de produção, dentre os quais, tem-se as diversas associações entre plantas e os microrganismos, como sistemas fixadores de nitrogênio atmosférico e as micorrizas.

Micorrizas são associações simbióticas mutualistas formadas entre certos fungos do solo e raízes das plantas, constituindo-se no estado natural da maioria das espécies vegetais. Tem sido objeto de estudo desde o século passado, quando o fenômeno foi descrito e postulado seus efeitos para as plantas. As micorrizas originaram-se há 400 milhões de anos e seu caráter mutualista contribuiu para a sobrevivência e evolução das plantas e dos fungos, pois o fungo aumenta a capacidade destas de absorver nutrientes do solo, enquanto a planta fornece fotossintatos para o fungo. O mutualismo entre o fungo e as raízes resulta de elevada compatibilidade estrutural e fisiológica entre os parceiros e, da habilidade dos simbiontes de atuarem de maneira regulável. Baseando-se na anatomia das raízes colonizadas, as micorrizas são agrupadas em ectomicorrizas, ectoendomicorrizas e endomicorrizas, as quais diferem substancialmente em relação a outras características funcionais e ecológicas (Siqueira, 1994). As ectomicorrizas ocorrem nas espécies arbóreas, especialmente naquelas de clima temperado como as coníferas, sendo caracterizadas pela penetração apenas intercelular do córtex pelo micélio fungico e pela formação da “rede de Hartig”, e pelo manto que recobre a superfície da raiz. Estas ocorrem apenas nas raízes laterais absorventes, as quais sofrem modificações morfológicas muito acentuadas e visíveis a olho nu. As ectoendomicorrizas são geralmente ectomicorrizas com penetração também intracelular, havendo diferenças anatômicas em função da planta hospedeira. As endomicorrizas caracterizam-se pela ausência de manto externo e alterações morfológicas visuais na raiz, apresentando o fungo penetração inter e intracelular. Elas são de ocorrência generalizada, sendo subdivididas em Ericóides (plantas Ericales e Ascomictos), Orquidóides (Orquidaceae e Rhizoctonia) e Arbusculares. As endomicorrizas ericóides e orquidóides, bem como os outros dois tipos de micorrizas, são de ocorrência restrita a certos ecossistemas e de pouco interesse agronômico. Por isto, este artigo restringe-se as micorrizas arbusculares, que apresentam maior ocorrência e importância nos sistemas agrícolas.

## As micorrizas arbusculares (MAs)

As MAs apresentam pouca ou nenhuma especificidade na relação fungo-hospedeiro e ocorrem de modo generalizado na maioria das espécies e ecossistemas, sendo consideradas uma “símbiose universal”. Plantas não micorrízicas incluem principalmente membros das famílias Brassicaceae, Comelinaceae, Juncaceae, Proteaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, alem daquelas espécies que formam outros tipos de micorrizas. Das espécies de interesse agronômico, 87% das crucíferas (nabo, canola, mostarda, repolho), 61% das Chenopodiaceae (beterraba), 37% das Polygonaceae (buchwheat), 4% das leguminosas (lupino) e membros das Amaranthaceae não formam MAs (Robson et al., 1994). As razões para a resistência das plantas à micorrização parecem ser de natureza evolucionária e não são conhecidas (Siqueira, 1994). As MAs são de grande significância ecológica e agrícola e têm sido objeto de grande volume de pesquisa básica e aplicada, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde devido às condições econômicas, de solo e clima, desempenham papel crucial par a produção e sustentabilidade agrícola.

As MAs se formam a partir de uma seqüência complexa de interações entre o fungo e o hospedeiro, representando um estado dinâmico com perfeita integração morfológica, fisiológica e com elevada compatibilidade funcional. As expressões fenotípicas são determinadas pelo genoma do fungo e da planta. As MAs restringem-se a um grupo de fungos da ordem Glomales dos Zígomictos, dos quais são conhecidos em torno de 140 espécies, distribuídas em seis gêneros. Todos são simbiontes obrigatórios, com reprodução assexuada e que ainda não foram cultivados em meio de cultura na ausência de raízes vivas. Isto dificulta os estudos da biologia e limita a aplicação destes fungos. As estruturas reprodutivas destes fungos (esporos, hifas e micélio) sobrevivem no solo. Na presença de raízes, colonizam o córtex onde formam os arbúsculos que permitem o estabelecimento da relação simbiótica que garante sua multiplicação em um ciclo policíclico. Os arbúsculos são estruturas intracelulares onde ocorre a troca de metabólitos, representando as bases funcionais do “mutualismo recíproco” resultando no micotrofismo (absorção de nutrientes pelas raízes, via fungo) e biotrofismo (fluxo de fotossintatos do hospedeiro para o fungo). O fluxo bidirecional entre os parceiros determina a magnitude dos benefícios para a planta hospedeira. O sistema micorrízico é formado também por uma fase extra-radicular, representada pelo micélio externo de grande importância funcional. Muito pouco se conhece da transferência de metabólitos da planta para o fungo e do

custo energético da simbiose que representa entre 5 a 15% a mais de carbono fixado. Para compensar este dreno energético, a planta se ajusta fisiologicamente, ocorrendo efeito depressivo apenas em situações muito especiais. Em termos práticos, a formação das MAs é determinada pela densidade de propágulos (potencial de inóculo) do solo e pelas características do hospedeiro.

### **Efeito das MAs sobre as plantas**

Os efeitos benéficos das MAs sobre as plantas variam muito em função de suas exigências condições de crescimento e eficiência simbiótica do fungo. Por exemplo, aumentos devido a micorrização variam de 5 a 290% em culturas anuais, enquanto em espécies transplantadas, a pré-colonização das mudas pode resultar em efeitos da ordem de 50 a 8000% (Siqueira & Franco, 1988). As plantas apresentam graus diferenciados de dependência micorrízica em função do tipo de raízes e sistema radicular, requerimento nutricional, tolerância a estresses diversos e outros fatores, enquanto a eficiência do fungo é determinada pela sua infectividade, produção e atividade do micélio externo e esporulação. Em condições nutricionais e fisiológicas ótimas para o crescimento, os benefícios para a planta são mínimos ou inexistentes, podendo até mesmo atingir efeitos depressivos.

Os efeitos promotores no crescimento são nutricionais e não nutricionais (Siqueira & Saggin-Júnior, 1995), sendo os seguintes: **nutricionais** - aumento na absorção de nutrientes, utilização de algumas formas não disponíveis, armazenamento temporário de nutrientes, favorecimento de microrganismos benéficos, aumento na nodulação e fixação de N<sub>2</sub>, amenização dos efeitos adversos (pH, Al, Mn e outros) na absorção de nutrientes; **não-nutricionais** - favorecimento na relação água-planta, produção e acúmulo de substâncias de crescimento, redução dos danos causados por patógenos, maior tolerância à estresses ambientais e fatores fitotóxicos e melhoria da agregação do solo.

Os benefícios nutricionais são os mais consistentes. Plantas com MAs geralmente acumulam maiores quantidades de macro e micronutrientes como também de Br, I, Cl, Na, Al, Si, e metais pesados. Os teores de N, K, Ca, Mg e Na são geralmente menores, enquanto os de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-1</sup> e Cl<sup>-1</sup> são geralmente maiores nas plantas com MAs. A diminuição nos teores geralmente resulta de efeitos de diluição provocados pelo maior crescimento

das plantas micorrizadas. A maior absorção de P, constitui o mecanismo principal de resposta das plantas em solos de baixa fertilidade, existindo relação entre a efetividade simbiótica do fungo e aumentos no teor deste nutriente. O P é o elemento modulador da simbiose, determinando o grau de colonização das raízes e a resposta à micorrização. Outros elementos, como o N, podem também exercer efeitos semelhantes. Como regra, plantas bem nutritas apresentam baixa colonização e dependência micorrízica. Os mecanismos pelos quais os nutrientes controlam a colonização variam com a espécie e são ainda desconhecidos. O fluxo de P via fungo é a base do funcionamento da simbiose. O P é absorvido da solução do solo pelas hifas por um processo ativo e translocado até os arbúsculos, onde é transferido passivamente para o hospedeiro e translocado via xilema para as folhas; atuando de modo regulatório na simbiose. No sentido oposto ocorre o fluxo de fotossintatos que sustentam o crescimento e atividade metabólica do fungo na raiz e no solo.

As MAs exercem enorme influência no requerimento externo de P das culturas, podendo este ser superestimado em até 100 vezes para culturas com alta dependência como estilosantes e citros, se este for feito na ausência de MAs. As MAs reduzem o déficit de P, através do maior suprimento deste nutriente. Assim, quanto maior a demanda de P, maior o déficit e maior é o benefício ou dependência micorrízica da planta, menor é a sua eficiência de utilização na ausência de MAs. Desse modo a braquiária se beneficia menos das MAs que os citros ou a mandioca.

As MAs também interferem direta e indiretamente na aquisição de N e outros nutrientes. Hifas fúngicas são capazes de absorver e transferir estes para a planta. Algumas espécies só respondem a N-mineral quando são micorrizadas, quando apresentam maior assimilação de  $\text{NH}_4^+$ , produção de glutamina e translocação de N via xilema. Se estes efeitos forem generalizados, o papel das MAs na funcionalidade do ecossistema será maior do que se pensa atualmente. Outro aspecto é o sinergismo com microrganismos e sistemas fixadores de  $\text{N}_2$  atmosférico. No caso da simbiose rizóbio-leguminosas, que muito limitada por P, os benefícios das MAs parece resultar da melhoria na absorção de P, que aumenta a produção de raízes e a fotossíntese, aumentando o nodulação e fixação do  $\text{N}_2$ . A transferência de nutrientes entre as raízes da mesma planta e entre plantas, mediadas pelas hifas fúngicas, que atuam como canais de ligação é outro aspecto de grande relevância na funcionalidade das micorrizas nos ecossistemas não perturbados e também nos agrossistemas de consociação de culturas com gramíneas e

leguminosas fixadoras de N<sub>2</sub>, que geralmente apresentam elevada sustentabilidade. A presença das interconexões de hifa, contribui para maximizar a transferência de N e outros nutrientes entre culturas consorciadas, estabilizando a produção.

Os mecanismos da maior absorção de nutrientes são complexos. Geralmente resultam do aumento na superfície de absorção e exploração do solo (efeito físico da maior exploração do solo pelo micélio externo) e do aumento na capacidade absorptiva da raiz (efeito fisiológico). O volume e a atividade do micélio é fator de grande importância no influxo de nutrientes na planta. A quantidade de hifa ou micélio extra-radicular se correlaciona com a efetividade simbiótica e varia com o fungo, a planta e o ambiente, alcançando valores de 32 cm de hifa/cm de raiz colonizada ou 26 m de hifa/g de solo. Outro aspecto importante, além da elevada capacidade absorptiva das hifas, é a taxa de extensão destas, que pode alcançar 823 vezes a verificada para as raízes. O micélio extra-radicular pode ser inibido por alto P e Cu, consumido pelos colembolas e destruído pelo distúrbio do solo. De fato, quando o micélio extra-radicular é eliminado através do uso de biocidas (Benomyl) o influxo de P na planta é reduzido. As MAs são responsáveis pela absorção de até 80% do P, 60% do Cu, 25% do N, 25% do Zn e 10% do K pela planta (Robson et al., 1994). O'Keefe & Sylvia (1991), usando modelos de absorção e considerando diâmetro médio de 8 µm e 250 µm para hifa e raízes, respectivamente, estimaram que o aumento de área da superfície devido as MAs pode atingir 1800% e o influxo de P pode ser aumentado em 477% para um aumento de apenas 3% na área de superfície. Estes valores dão idéia da magnitude dos benefícios nutricionais das MAs.

Dentre os efeitos não nutricionais das MAs, o favorecimento da relação água-planta é o mais importante, embora isto seja atribuído, em muitos casos, a melhoria nutricional. A colonização aumenta a resistência das plantas à seca, embora existam trabalhos com resultados contrários a isto (Bethlenfalvay & Linderman, 1992). Outros efeitos como alterações na elasticidade das folhas, potencial de água e turgor das folhas, taxa de transpiração, abertura estomatal e alterações nas raízes (comprimento e profundidade) também contribuem para os benefícios da simbiose. As plantas micorrizadas exibem também alterações metabólicas, fisiológicas e anatômicas diversas, como produção de auxinas, citocininas, giberilinas e vitaminas que se acumulam em maior quantidade, tendo implicações na sua produção e reprodução. A redução dos danos causados pelos fatores bióticos é também comumente relatada nas MAs, que não atuam como agentes de

biocontrole, mas amenizam danos dos nematóides, fungos fitopatogênicos do sistema radicular e de algumas pragas. Os efeitos dos fungos MAs dependem de qual organismo se estabelece primeiro nas raízes. O caso da interação com pragas é ainda pouco explorado mas existem indicações que plantas micorrizadas acumulam substâncias tóxicas ou com ação "anti-feeding". Larvas de *Heliotis zea* e *Spodoptera frugiperda* apresentaram crescimento e pupação reduzidos, quando alimentados com folhas oriundas de plantas micorrizadas. Isto abre novas perspectivas para as MAs no contexto da sustentabilidade agrícola. A aplicação de biocidas, como Carboxim, Captan e fungicidas sistêmicos, pode controlar o agente alvo, mas podem também reduzir a micorrização e tornar a cultura mais exigente em nutrientes e mais suscetível ao déficit temporário de água; contribuindo para a baixa sustentabilidade da cultura. A interação MA-patógeno pode também estar envolvida no declínio das monoculturas, que geralmente se manifesta como deficiências nutricionais e ataque de patógenos radiculares, como verificado no aspargo, que envolve ainda a ação de aleloquímicos (Siqueira et al., 1991a). As MAs pode atuar ainda como amenizadores de estresses abióticos como acidez do solo, excesso de metais pesados, estresse osmótico e de produtos químicos diversos (Bethlenfalvay & Linderman, 1992). Por exemplo, a aplicação do isoflavonóide formononetina em solo contendo 13 ppb residual de Imazaquin e fungos MAs indígenas, reduziu a fitotoxicidade causada pelo herbicida para milho e sorgo. Neste caso, formononetina estimula a micorrização e protege as plantas da fitotoxicidade induzida por Scepter (Siqueira et al., 1991b) e também de outros fatores fitotóxicos como metais pesados.

Outra função importante das MAs é a capacidade de agregação do solo. Dentro dos agregados, as hifas formam uma rede que atinge até 50 m de hifa por g de agregado estável, contribuindo de modo significativo para a sua estabilização, existindo relações muito estreitas entre o cultivo, o comprimento total de hifas e a proporção de agregados estáveis. Na Austrália, solos cultivados ou em pousio continham menos de 5 m de hifa por g de solo e menos de 5% de agregados estáveis, enquanto o solo virgem tinha em torno de 17 m de hifa por g de solo e 24% de agregados estáveis. Ao mesmo tempo que agregados são estabilizados pelas MAs, estas são protegidas pelos agregados, sofrendo enorme impacto do distúrbio do solo (Robson et al., 1994). Modelo conceitual para os efeitos das MAs na distribuição dos agregados por tamanho indica que as raízes finas e as hifas são os principais fatores determinantes do diâmetro médio geográfico dos agregados (Bethlenfalvay & Linderman, 1992).

Como solos bem agregados são menos afetados pela erosão, e mais produtivos, os efeitos das MAs na agregação contribuem para a produtividade e sustentabilidade agrícola e para a conservação ambiental.

É difícil predizer os efeitos das MAs na produção agrícola e os efeitos dos diferentes sistemas de produção sobre a simbiose. No entanto, evidências dos efeitos biofertilizante, bioestimulante e bioprotetor das MAs (Siqueira, 1996) e o fato de que a redução na colonização tem sido associada a declínio da produção (Kunishi et al., 1989), manifestado por desordens nutricionais, incidência de doenças e maior requerimento das culturas; sustentam a afirmação de que “*qualquer abordagem sobre sustentabilidade agrícola que não considerar as micorrizas é incompleta*”. No caso dos sistemas de plantio direto, a importância desta simbiose dependerá fundamentalmente da fertilidade do solo e da dependência das culturas. O distúrbio da camada arável do solo causa a destruição da rede de hifas, reduzindo o estabelecimento e a eficiência das micorrizas (Bethlenfalvay & Linderman, 1992; Miller et al., 1995). Isto tem efeito na absorção de nutrientes (P, Zn) com consequências imediatas na sustentabilidade da cultura. Portanto, a redução do distúrbio do solo no plantio direto é favorável a formação e funcionamento das raízes, o que certamente contribui para a natureza sustentável deste sistema de produção.

### **Fatores que regulam as MAs**

Os fatores que afetam a ocorrência e a funcionalidade das MAs são aqueles relacionados com a planta, solo e ambiente, que juntamente com o fungo compõem o sistema micorrízico. Os principais são: tipo e sequência de culturas (espécies, variedades), cobertura vegetal, nutrição, idade, ciclo e taxa de crescimento, alelopatia, sistema radicular, exsudação e senescência da planta; a estrutura e agregação (preparo do solo), disponibilidade de nutrientes (fertilizantes), pH, elementos tóxicos (biocidas, metais pesados), salinidade, textura, densidade, umidade e organismos do solo; além da intensidade luminosa, temperatura, estações do ano e precipitação. Dentre as características das plantas destacam-se as variações inter e intraespecíficas, o estado nutricional, ciclo e taxa de crescimento e a produção de substâncias alelopáticas. Mesmo dentro de famílias com alto micotrofismo, como a das leguminosas, existem espécies como as do gênero *Lupinus* que não colonizam. A eliminação da vegetação (desmatamento, fogo, pastejo intensivo, poluição),

o pousio prolongado e a utilização de espécies não microtróficas reduzem a diversidade de fungos e a ocorrência das MAs, afetando a sustentabilidade do ecossistema. A seleção inadvertida para genótipos não micorrízicos ou menos micotróficos são responsáveis pela redução das MAs em sistemas agrícolas (Bethlenfalvay & Linderman, 1992). Embora os fungos sejam generalista, a densidade e a composição da comunidade fúngica variam com o tipo e seqüência de cultura e o cultivo do solo, podendo interferir na sustentabilidade agrícola. Por exemplo, o monocultivo prolongado do milho ou da soja exerce efeito seletivo sobre os fungos MAs, sendo selecionados geralmente fungos pouco eficientes para aquela cultura mas que podem ser eficientes para outra. Isto pode estar envolvido nos benefícios da rotação de culturas. Assim, a utilização de sistemas que contemplam o policultivo (rotação e sucessão de culturas, consorciação) utilizando plantas micorrizo-dependentes estimulam a maior ocorrência e diversidade das MAs e são mais sustentáveis (Barea & Jeffries, 1995).

A camada arável do solo constitui o principal reservatório de propágulos de fungos e qualquer fator que exerça impacto sobre esta, influenciará a formação e efetividade das MAs. Isto inclui o preparo intensivo do solo, a erosão, a contaminação do solo, uso de fogo, pousio, e o uso excessivo de insumos (fertilizantes, corretivos e biocidas). As práticas de preparo do solo, como qualquer outro distúrbio físico, tem efeito direto sobre a formação das micorrizas, geralmente causando intensa redução na colonização que por sua vez afetará de modo quantitativo a esporulação dos fungos MAs. Este impacto depende da magnitude dos distúrbios. Por outro lado, a colonização é favorecida no solo com cultivo mínimo. Em solos sob sucessões trigo/soja, trigo/milho e trigo/algodão verifica-se maior colonização no trigo quando submetidos ao sistema de plantio direto do que quando em preparo convencional, embora, maior número de esporos foi observado no solo uma aração e duas gradagens (Colozzi-Filho & Balota, 1997). Neste caso, a seleção dos fungos foi direcionada para sobrevivência (produção de esporos), favorecendo espécies adaptadas à situação de maior distúrbio. Isto geralmente é acompanhado por drástica redução da diversidade. Os efeitos do cultivo pode ainda resultar de alterações em outros fatores bióticos que interagem com os MAs, como a fauna do solo. Reduções na colonização micorrízica podem ser acompanhadas por menor absorção de nutrientes (P, Zn, Cu) e outros efeitos que contribuem para queda de produtividade (Miller et al., 1995). Muitas vezes, para compensar estas manifestações, aplica-se mais fertilizantes, os quais contribuem ainda mais para reduzir a colonização,

criando deste modo um círculo vicioso que resulta em baixa sustentabilidade da cultura. Além disso, o cultivo intensivo, promove a desestabilização dos agregados do solo favorecendo o processo erosivo que também exerce efeito negativo sobre as MAs, pois reduz o potencial de inóculo do solo, que se concentra na camada arável, e a fertilidade. A compactação do solo também reduz a colonização micorrízica das culturas, ao mesmo tempo que a micorrização ameniza os efeitos adversos desta sobre a planta. Portanto, alterações nos solos agrícolas reduzem o desenvolvimento das MAs em até 80%, tendo consequências na nutrição, sanidade, produtividade e sustentabilidade dos agrossistemas (Siqueira, 1994).

É impossível fazer generalizações sobre os efeitos da adição de fertilizantes e corretivos nas MAs, devido a variações entre as relações entre a colonização e a densidade de propágulos e as propriedades químicas. Em geral, a colonização e a esporulação são máximas em solos de baixa fertilidade, sendo a disponibilidade de N e de P os fatores que comumente exercem maior influência. Os níveis de P no solo interferem na colonização e esporulação de modo diferenciado nas espécies vegetais, pois atuam via nutrição da planta e, por isto, a quantidade de nutriente requerida para inibir a colonização depende da capacidade de absorção, translocação, e exigência da espécies vegetais. O cultivo de solos de cerrado, por exemplo, aumenta a colonização e a densidade total de esporos, mas reduz a diversidade de espécies (Schenck et al., 1989). Neste sistema existe uma forte dominância de poucas espécies; contribuindo para a baixa eficiência das MAs para as culturas.

Os biocidas também influenciam as MAs. Seus efeitos dependem do modo e da taxa e freqüência de aplicação do produto e são difíceis de serem avaliados, pois atuam diretamente sobre os fungos e indiretamente sobre o hospedeiro ou a biota do solo (Bethlenfalvay & Linderman, 1992). Os herbicidas, geralmente não têm efeitos inibitórios e alguns podem até mesmo estimular a colonização. Os nematicidas e inseticidas geralmente também não exercem efeitos adversos quando aplicados nas dosagens recomendadas enquanto os fungicidas têm efeito muito variado. Os benzamidazoles são os mais prejudiciais, enquanto outros como o Fosetyl-Al e o Metalaxyl estimulam a micorrização. Os fumigantes de solo têm efeitos devastadores, pois eliminam os propágulos e a colonização.

Outros fatores como umidade do solo, luminosidade, salinidade, excesso de metais, precipitação, sazonalidade, irrigação e fatores bióticos do solo não comentados aqui, são de igual importância no contexto das MAs na

## agricultura sustentável.

### Aplicação

A aplicação das MAs é fundamentada na sua importância para as plantas e na necessidade de aumentar sua atividade nas raízes. Para isto existem dois caminhos principais: a inoculação artificial, que visa acelerar e aumentar a colonização micorrízica e o manejo da população de fungos indígenas.

Devido a complexidade do sistema micorrízico, o sucesso da inoculação artificial depende de vários aspectos da relação fungo-planta, das condições químicas do solo e das populações de fungos indígenas. De acordo com Siqueira & Saggin-Júnior (1995), as inoculações são bem sucedidas em: solos com baixa infectividade ou totalmente isentos de propágulos de fungos MAs (solos degradados, fumigados, cultivados com plantas não hospedeiras ou em pouso por períodos prolongados); solos com condição nutricional abaixo do ótimo para o crescimento máximo da cultura; em condições ambientais estressantes; locais com alta incidência de doenças do sistema radicular; quando espécies ou isolados fúngicos efetivos e adaptados as condições edafoclimáticas forem disponíveis; quando a fertilidade do solo for ajustada as condições adequadas ao funcionamento das MAs (evitar excesso de nutrientes); e quando a tecnologia apropriada para produção, armazenagem e comercialização de inóculo se tornar possível. As MAs não são compatíveis e nem mesmo necessárias em sistemas manejados intensivamente. No entanto, as pressões para a redução no uso de agroquímicos e cultivos conservacionistas, contribuem para aumentar sua importância para os sistemas intensivos atuais. Em condições controladas de produção, como aquelas com plantas envasadas e substratos esterilizados, mudas em viveiros com solos fumigados e programas de recuperação de áreas degradadas, as MAs são geralmente essenciais para garantir o sucesso da atividade e a inoculação deve ser praticada.

Apesar de várias tentativas, a comercialização dos fungos MAs é ainda muito limitada. Embora várias empresas tenham colocado produtos no mercado, nenhum destes produtos tiveram aceitação ampla, devido ao mercado fragmentado, a diversidade dos sistemas onde o uso é promissor; a expectativas irrealistas; e a falta de resultados consistentes e previsíveis a campo. A Universidade Federal de Lavras - UFLA dispõe de tecnologia de

micorrização que aumenta a produtividade do cafeiro em até 60%, existindo também alternativas para várias outras culturas e programas de recuperação ambiental (Siqueira, 1996).

O uso das MAs em culturas anuais apresenta grande potencial, mas é mais difícil de ser praticado via inoculações. A maioria dos solos agrícolas têm propágulos de fungos MAs, mas geralmente estes não se encontram em níveis suficientes para alcançar taxas de colonização capazes de garantir benefícios às culturas. Para isto, a colonização das raízes deve atingir seu máximo antes do pico de demanda de nutrientes, quando o déficit nutricional é máximo. Como isto não ocorre devido a baixa infectividade do solo, a inoculação pode ser benéfica, especialmente quando existe qualquer tipo de estresse. Entretanto, a inoculação é inviável com o atual nível de conhecimento. Nestes cultivos, o que pode ser feito é o manejo dos fungos nativos através do uso de práticas agrícolas que promovam o aumento do potencial de inóculo do solo e melhorem a eficiência dos fungos.

O pré-cultivo do solo com espécies muito micotróficas pode aumentar a diversidade e o potencial de inóculo micorrízico do solo (Robson et al., 1994). O pré-cultivo ou o cultivo intercalar consorciado com leguminosas promovem maiores densidades de esporos no solo e resultam em benefícios para a cultura seguinte. De fato, a rotação e a sucessão de culturas tem sido apontadas como o principal fator de manutenção da produtividade. A rotação de cultura pode ser importante se espécies individuais ou ecótipos de FMAs apresentarem efeitos simbióticos de interesse ou efeito patogênico (?), como é o caso de *Glomus macrocarpum* para a cultura do fumo (Hendrix et al., 1992). Deve-se salientar que a rotação de cultura pode ter efeitos negativos sobre as MAs, se espécies vegetais não-micorrízicas são empregadas. Isto pode refletir na cultura subsequente, em função da sua dependência. Nos cultivos mistos, em especial com gramíneas e leguminosas, a formação de rede de micélio intercalar ligando raízes das duas espécies é um importante meio de transferência de nutrientes entre plantas, contribuindo para a obtenção de sistemas mais sustentáveis.

Alternativamente às possibilidades de manejo das populações nativas do solo por meio das práticas apresentadas, a descoberta de compostos aromáticos capazes de estimular a micorrização (Nair et al., 1991; Siqueira et al., 1991c) abre novas perspectivas para a aplicação das MAs em cultivos anuais. A aplicação do isoflavonóide sintético, formononetina, no solo por ocasião da semeadura acelera a micorrização e a produção das culturas, além de servir como protetor contra fatores fitotóxicos, tais como herbicidas

residuais no solo e metais pesados (Siqueira et al., 1991b).

### Considerações finais

A micorrizas arbusculares representam um importante elo de ligação entre os principais componentes bióticos (planta) e abióticos (solo) dos sistemas de produção agrícola; e por isto, e pelo seu caráter universal, qualquer abordagem de sustentabilidade agrícola que não considerar esta simbiose é incompleta. Por serem de ocorrência generalizada, representando regra e não a exceção, nos sistemas agrícolas elas precisam ser: **preservadas** evitando as práticas detrimetais, **otimizadas** através do manejo e **consideradas** quando a inoculação for necessária e viável. A inoculação controlada é viável porém ainda muito limitada e o manejo da população nativa é possível, entretanto, com o atual nível de conhecimento, não pode ser recomendado de modo generalizado, devido a dificuldade de previsão da eficácia.

### Referências Bibliográficas

BAREA, J.M. & JEFFRIES, P. Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil-plant systems. In: **Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and biotechnology**. VARMA, A. & HOCK, B. (Eds.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995. p.521-560.

BETHLENFALVAY, G.J. & LINDERMANN, R.G. (Eds.) **Mycorrhizae in sustainable agriculture**. ASA Special Publications Number 54. Madison, Wisconsin, USA, 1992. 124 p.

COLOZZI-FILHO, A. & BALOTA, E.L. **Micorrizas arbusculares:práticas agronômicas e manejo de fungos nativos em sistemas agrícolas**. XXVI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Rio de Janeiro, 1997. p.01-14. (CD room).

DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M. & LIEBIG, M.A. Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, 56: 1-54, 1996.

HENDRIX, J.H.; JONES, K.J. & NESMITH, W.C. Control of pathogenic of mycorrhizal fungi in maintenance of soil productivity by crop rotation. **J. Prod. Agric.**, 5(3): 383-386, 1992.

KUNISHI, H.M.; BANDEL, V.A.; MILLNER, P.D; ANDERSON, E.A. Soil fumigation effects on growth and uptake by corn. **Communications in Soil Science and Plant Analilsys**, 20(15-16): 1545-1555, 1989.

MILLER, M.H.; McGONIGLE, T.P. & ADDY, H.D. Functional ecology of vesicular arbuscular mycorrhizas as influenced by phosphate fertilization and tillage in an agricultural ecosystem. **Critical Reviews in Biotechnology**, 15(3-4): 241-255, 1995.

NAIR, M.G.; SAFIR, G.R. & SIQUEIRA, J.O. Isolation and identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal stimulatory compounds from clover (*Trifolium repens*) roots. **Applied Environmental Microbiology**, 52: 434-439, 1991.

O'KEEFE, D.M. & SYLVIA, D.M. Mechanisms of the vesicular-arbuscular mycorrhizal plant-growth response. In: **Handbook of applied mycology**. ARORA, D.K.; RAI, B.; MUKERJI, K.G.; KNUDSEN, G.R. (Eds.). Vol.1: Soils and Plants, New York. Marcel Dekker, Inc., 1991. p. 35-53.

ROBSON, A.D.; ABBOTT, L.K. & MALAJCZUK, N. (Eds.) **Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry**. Kluwer Acad. Publ., Netherlands, 1994. 238p.

SCHENCK, N.C.; SIQUEIRA, J.O. & OLIVEIRA, E. Changes in the incidence of VA mycorrhizal fungi with changes in ecosystems. In: **Interrelationships between microorganisms and plants in soil**. VANCURA, V. & KUNC, E. (Eds.). Elsevier, New Iork, 1989. p. 125-129.

SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares. In: **Microorganismos de importância agrícola**. ARAÚJO, R.S. & HUNGRIA, M. (Eds.). Brasília, EMBRAPA, 1994. p. 151-194.

SIQUEIRA, J.O. (Ed.) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: UFLA/DCS-DCF, 1996. 290p.

SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e Perspectivas**. Brasilia, MEC/ABEAS, 1988. 235p.

SIQUEIRA, J.O. & SAGGIN-JÚNIOR, O.J. The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils. In: **International symposium on environmental stress: maize in perspective**. MACHADO, A.T.; MAGNAVAVCA, R.; PANDEY, S. & SILVA, A.F. (Eds.) Belo Horizonte, MG. EMBRAPA/CNPMS/SBFV, 1995. p. 240-280.

SIQUEIRA, J.O.; NAIR, M.G.; HAMMERSCHIMIDT, R. & SAGIN, G.R. Significance of phenolic compounds in plant-soil microbial systems. **Critical Review Plant Science**, 10(1): 63-121, 1991a.

SIQUEIRA, J.O.; SAFIR, G.R. & NAIR, M.G. VA-mycorrhizae and mycorrhizal stimulating isoflavanoid compounds reduce plant herbicidae injury. *Plant and Soil*, 34: 233-242, 1991b

SIQUEIRAJ.O.; SAFIR, G.R. & NAIR, M.G. Stimulation of vesicular arbuscular mycorrhizal formation and plant growth by flavonoid compounds. *New Phytologist*, 118: 87-93, 1991c

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M. & ARAÚJO, R.S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. EMBRAPA - SPI, Brasília, DF., 1994. 142p.

Resistência de plantas aos herbicidas é uma característica de determinado biótipo com habilidade hercável de sobreviver à aplicação de um herbicida, para o qual a população original era suscetível. A nível mundial, existem mais de cento e cinquenta espécies de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, enquanto só há registros de trés espécies resistentes no Brasil. Plantas cultivadas estão sendo selecionadas geneticamente para se tornar resistência aos herbicidas.

Os mecanismos pelos quais os herbicidas dãoem de agir, nos vegetais podem ser: translocação reduzida, metabolização aumentada, ou local de ação do herbicida modificado. Estes dois últimos mecanismos são mais comuns tanto em plantas daninhas como cultivadas. Para evitar que plantas daninhas desenvolvam resistência, deve-se seguir as recomendações de assistência técnica especializada, procurando rotacionar ou misturar herbicidas com diferentes mecanismos de ação, ações diferentes, variação ou metabolização, integrar diversos métodos de controle de plantas daninhas, além de rotacionar culturas e métodos de preparo do solo.

## Introdução

Resistência de plantas aos herbicidas pode ser uma característica negativa ou positiva. Ela é negativa quando ocorre em plantas daninhas e é positiva quando ocorre em plantas cultivadas. A resistência aos herbicidas se desenvolve numa espécie daninha em determinada área depois que herbicidas

<sup>1</sup> Eng.-Agr., PhD, Prof. da UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS. Pesquisador do CNPq.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., MSc, Prof. da UFRGS.

## MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS AOS HERBICIDAS

Ribas A Vidal<sup>1</sup>

Nilson G. Fleck<sup>1</sup>

Aldo Merotto Jr.<sup>2</sup>

### Resumo

Resistência de plantas aos herbicidas é uma característica de determinado biótipo com habilidade herdável de sobreviver à aplicação de um herbicida, para o qual a população original era suscetível. A nível mundial, existem mais de cento e cinqüenta espécies de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, enquanto só há registros de três espécies resistentes no Brasil. Plantas cultivadas estão sendo trabalhadas geneticamente para se conferir resistência aos herbicidas.

Os mecanismos pelos quais os herbicidas deixam de agir nos vegetais podem ser: translocação reduzida, metabolização acentuada, ou local de ação do herbicida modificado. Estes dois últimos mecanismos são mais comuns tanto em plantas daninhas como cultivadas. Para evitar que plantas daninhas desenvolvam resistência, deve-se seguir as recomendações da assistência técnica especializada, procurando rotacionar ou misturar herbicidas com diferentes mecanismos de ação e/ou diferentes enzimas de metabolização, integrar diversos métodos de controle de plantas daninhas, além de rotacionar culturas e métodos de preparo do solo.

### Introdução

Resistência de plantas aos herbicidas pode ser uma característica negativa ou positiva. Ela é negativa quando ocorre em plantas daninhas e é positiva quando ocorre em plantas cultivadas. A resistência aos herbicidas se desenvolve numa espécie daninha em determinada área depois que herbicidas

<sup>1</sup> Eng.-Agr., PhD, Prof. da UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS. Pesquisadores do CNPq.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., MSc, Prof. da UFRGS.

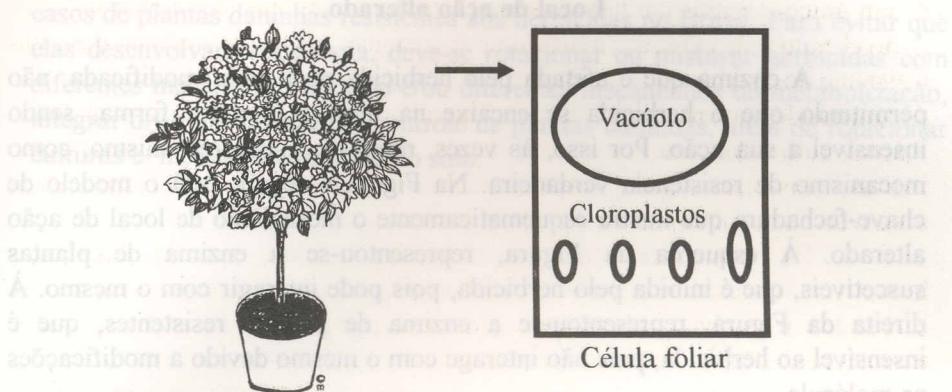
de um único mecanismo de ação são utilizados por muitas vezes consecutivas. A nível mundial, existem mais de uma centena e meia de espécies daninhas resistente aos herbicidas. No Brasil, este problema é pouco estudado e existem documentados apenas três espécies daninhas com resistência aos mesmos. Plantas cultivadas também podem possuir resistência, sendo que, atualmente, muitas empresas que comercializam sementes e herbicidas estão desenvolvendo cultivares ou híbridos resistentes aos herbicidas.

Para entender como os herbicidas deixam de controlar certos biótipos numa espécie sensível, é necessário saber o que faz com que os herbicidas funcionem. Herbicidas são produtos químicos que inibem uma enzima nas células, levando os vegetais à morte. Para que isto ocorra, é necessário que sejam absorvidos, translocados e não sejam decompostos até atingir os locais de sua ação em quantidade suficiente para inibi-los. Na literatura mundial, estão documentados casos de resistência devido a translocação reduzida, decomposição acentuada e local de ação alterado.

### Translocação reduzida

A maioria dos herbicidas tem seu local de ação dentro do cloroplasto, aquela organela dentro das células das folhas e caules onde ocorre a fotossíntese. Assim, o herbicida precisa ser absorvido pelas folhas ou raízes para ser transportado até as células e atravessar a parede e membrana celular, diluindo-se no citoplasma para, posteriormente, atravessar as membranas do cloroplasto e, então, estar pronto para agir.

Porém, células de algumas plantas têm proteínas na membrana do vacúolo capazes de bombear herbicidas para dentro dos vacúolos, deixando-os indisponíveis para atingir os cloroplastos e, portanto, perdendo atividade fitotóxica. Este mecanismo de resistência não é muito importante, pois ocorre em poucas espécies a nível mundial.



### Decomposição acentuada

Este mecanismo de resistência é muito importante tanto para espécies daninhas como cultivadas. Durante o tempo decorrido entre a absorção do herbicida e a sua entrada no cloroplasto, o composto pode ser metabolizado, perdendo sua atividade fitotóxica.

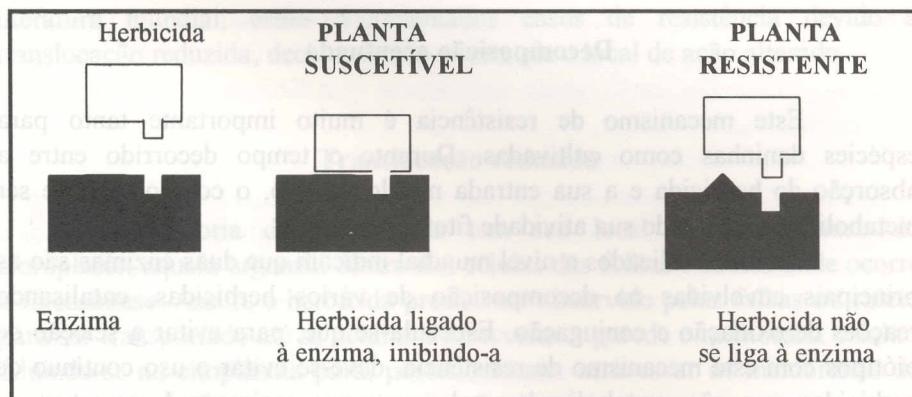
Estudos realizados a nível mundial indicam que duas enzimas são as principais envolvidas na decomposição de vários herbicidas, catalisando reações de oxidação e conjugação. Especula-se que, para evitar a seleção de biótipos com este mecanismo de resistência, deve-se evitar o uso contínuo de herbicidas que são metabolizados pelas mesmas enzimas. A presença de grande quantidade de uma das enzimas metabolizadoras explicaria, em parte, a ocorrência, a nível mundial, de biótipos com resistência cruzada múltipla, ou seja, resistentes a herbicidas de diversos mecanismos de ação.

Resistência causada por este mecanismo é mais dependente do ambiente para se manifestar. Assim, temperaturas extremas (frio ou calor), estresses hídricos e presença de inibidores da atividade enzimática, tais como inseticidas, podem afetar a capacidade dos vegetais de suportarem determinada dose de certo herbicida. No Brasil, já se dispõe de uma cultivar de soja resistente a herbicidas inibidores de ALS, devido a sua capacidade de metabolizar herbicidas.

99

## Local de ação alterado

A enzima que é afetada pelo herbicida pode estar modificada, não permitindo que o herbicida se encaixe na mesma e, desta forma, sendo insensível a sua ação. Por isso, às vezes, refere-se a esse mecanismo, como mecanismo de resistência verdadeira. Na Figura a seguir, está o modelo de chave-fechadura que ilustra esquematicamente o mecanismo de local de ação alterado. À esquerda da Figura, representou-se a enzima de plantas suscetíveis, que é inibida pelo herbicida, pois pode interagir com o mesmo. À direita da Figura, representou-se a enzima de plantas resistentes, que é insensível ao herbicida, pois não interage com o mesmo devido a modificações na molécula.



Esse mecanismo de resistência tem menor interação com o ambiente.

Culturas com esse mecanismo de resistência aos herbicidas ainda estão em fase inicial de desenvolvimento no Brasil. As plantas daninhas resistentes encontradas em nosso país até hoje provavelmente apresentam esse mecanismo de resistência.

## Conclusão

Essa revisão mostrou que os principais mecanismos de resistência de plantas daninhas e cultivadas aos herbicidas são a metabolização acentuada e o local de ação do herbicida modificado. Deve-se salientar que existem poucos

casos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas no Brasil. Para evitar que elas desenvolvam resistência, deve-se rotacionar ou misturar herbicidas com diferentes mecanismos de ação e/ou diferentes mecanismos de metabolização, integrar diversos métodos de controle de plantas daninhas, além de rotacionar culturas e métodos de preparo do solo.

## PAINÉIS

MANEJO

CONSERVACIÃO JISTA DÈ  
SOLAS DAS CIAS

**PAINÉIS**

HIDROGRÁFICAS

## HIERARQUIZAÇÃO DE CRITÉRIOS NA ADOÇÃO DE PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Edo Teobaldo Kowalewski<sup>1</sup>  
Luiz Renato D'Andrea<sup>2</sup>

Uma das principais implicações da modernização da agricultura tem-se refletido na dificuldade de preservação dos recursos naturais. O modelo preconizado por essa agricultura baseava-se essencialmente na busca da produtividade e eficiência. Os recursos naturais, especialmente o solo, ficaram relegados a um segundo plano, com o argumento, mesmo que subacente de que os investimentos industriais poderiam suprir os atendimentos de necessidades culturais. Isso fez com que o homem se desvinculasse da natureza e do próprio homem em seu sentido ético.

As práticas de conservação do solo adotadas pelos diferentes programas foram muitas vezes aquelas que se esperava no caso necessário. O resultado, no entanto, não foi o que se esperava, e é necessário analisar as razões que antecederam ao processo.

# MANEJO CONSERVACIONISTA DE SOLO EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

Além da natureza social das relações humanas, que pressupõe a consideração das complexas relações de valores que orientam a ação humana, que nunca é isenta de critérios, de modo que a importância de avaliar o solo se anota a uma escala de prioridades, normalmente desconhecida da subjetividade.

No sistema de relações que determinam a utilização do solo pelo produtor, os critérios vão do ambiental ao econômico, passando pela comodidade operacional.

O presente trabalho objetivou reconhecer a hierarquia na manifestação dos critérios que determinam o comportamento do agricultor na

<sup>1</sup>EPAGRI, Florianópolis, SC.

<sup>2</sup>ENR/CCA/UFSC, Florianópolis, SC.

## HIERARQUIZAÇÃO DE CRITÉRIOS NA ADOÇÃO DE PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Léo Teobaldo Kroth<sup>1</sup>

Luiz Renato D'Agostini<sup>2</sup>

Uma das principais implicações da modernização da agricultura tem se refletido na dificuldade de preservação dos recursos naturais. O modelo preconizado por essa agricultura baseava-se essencialmente na busca da produtividade e eficiência. Os recursos naturais, especialmente o solo, ficavam relegados a um segundo plano, com o argumento, mesmo que subjacente, de que os insumos industriais poderiam suprir ou atender todas as necessidades das culturas. Isso fez com que o homem se distanciasse da natureza e do próprio homem em seu sentido maior.

As práticas de conservação do solo preconizadas pelos diferentes programas foram menos adotadas e menos efetivas do que se esperava ou era necessário. O manejo conservacionista reduzia-se a práticas que antecediam as atividades de um novo ciclo de produção, descuidando do que ocorria durante e depois do ciclo.

Um fator que contribuiu para uma insuficiente adoção das práticas de conservação do solo foi a metodologia de extensão, na qual o produtor era percebido como objeto ou, no máximo, interveniente, e não como sujeito no processo.

As dificuldades de se controlar a erosão, hoje já se sabe bem, vão além do saber se fazer com eficácia técnica. É preciso compreender a significação das complexas relações de valores que orientam a ação humana, que nunca é isenta de critérios, de modo que a importância de conservar o solo se ajusta a uma escala de prioridades, normalmente impregnada de subjetividade.

No sistema de relações que determinam o uso e manejo do solo pelo produtor, os critérios vão do ambiental ao econômico, passando pela comodidade operacional.

O presente trabalho objetivou reconhecer a hierarquia na manifestação dos critérios que determinam o comportamento do agricultor na

<sup>1</sup> EPAGRI, Florianópolis, SC.

<sup>2</sup> ENR/CCA/UFSC, Florianópolis, SC.

adoção de práticas de conservação do solo, pelos agricultores envolvidos com o Projeto Microbacias/BIRD na região do Alto Vale do Itajaí - SC.

Os dados obtidos mostram que, do universo estudado, 64,60% dos produtores são adotantes, 30,30% são parcialmente adotantes e 5,10% não adotam práticas de conservação do solo de acordo com a metodologia e os parâmetros estabelecidos no trabalho; para 53,60% dos produtores, o critério de natureza econômica é que determina a adoção; 69,70% dos produtores que não adotam práticas conservacionistas o fazem por manifestação do critério econômico; a prática de conservação do solo mais adotada individualmente é a cobertura vegetal do solo, implantada por 88,80% dos produtores, vindo a seguir as práticas de preparo conservacionista, que englobam o plantio direto e o cultivo mínimo, que são implantadas, ao menos em uma parte das áreas de lavoura, por 64,50% dos produtores.

No entanto, os aspectos associados ao desconforto na operacionalização das atividades assume especial significação. Impõe-se, assim, se reconhecer que a realidade da atividade agrícola, como de qualquer outra experiência humana, compõe-se uma parte subjetiva, que não se pode pretender apreender com precisas ou complicadas quantificações objetivas.

A preservação das características do meio, que se associaria ao critério conservacionista, decorre mais por questões de constrangimento do que propriamente pela convicção de vantagens a ela associadas. A manifestação de constrangimento está vinculada com a mútua avaliação comportamental entre produtores nas comunidades em que vivem; aqueles produtores que não adotam as tecnologias que fazem parte do programa que está em andamento são considerados, pelos demais produtores, como atrasados, retrógrados, teimosos, "relaxados", em desarmonia com os valores que permeiam e orientam sua realidade.

O sistema de烈ges das desiluminações o uso a usina o solo que  
periodo as culturas a o aplicação a cultura baseado  
comunidade obsoletos.

O processo de烈ges das culturas a comunidade a  
usina responde os efeitos das desiluminações o uso a usina que

# MONITORAMENTO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO EM PROPRIEDADES FAMILIARES INTEGRADAS EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO PLANALTO SUL-RIO-GRANDENSE<sup>1</sup>

Carlos Alberto Flores<sup>2</sup>

João Carlos Madail<sup>2</sup>

Maria Laura Turino Matos<sup>2</sup>

Antônio Roberto Marchesi de Medeiros<sup>2</sup>

Simone Anhaia Melo<sup>2</sup>

Otávio João Wachholz de Siqueira<sup>2</sup>

Luis Carlos Migliorini<sup>3</sup>

Ariovaldo Turatti Oliveira<sup>4</sup>

Maria Antonieta Costa de Oliveira<sup>5</sup>

Lírio José Reichert<sup>6</sup>

## Introdução

A degradação dos solos é hoje um problema sério, que limita a capacidade de sustentação da atividade agrícola e afeta a qualidade de vida, fato que se agrava, especialmente, em solos de regiões declivosas, submetidos ao manejo intensivo. O sistema plantio direto constitui-se numa alternativa efetiva de controle dos processos erosivos do solo, especialmente se associado a demais práticas de contenção das enxurradas. Este sistema tem apresentado excelentes resultados a partir do planejamento integrado de microbacias hidrográficas com reflexos na melhoria da rentabilidade e qualidade de vida do meio rural. Neste contexto objetiva-se neste trabalho:

a) acompanhar a implantação e o desenvolvimento do sistema plantio direto em cultivos de sequeiro, nos ecossistemas das encostas do Planalto Sul-rio-grandense;

<sup>1</sup> Subprojeto EMBRAPA-CPACT (01096381-06) com parceria da EMATER, UFPEL, UCPEL e GIDES-Pilão.

<sup>2</sup> Pesquisador da EMBRAPA-CPACT, BR 392, km 78, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Extensionista EMATER-RS.

<sup>4</sup> Professor UFPEL-FAEM.

<sup>5</sup> Professora UCPEL.

<sup>6</sup> Assistente pesquisador III.

b) avaliar modificações químicas, físicas e biológicas do solo, decorrentes da implantação do sistema plantio direto, em escala de produtor rural; e,

c) determinar e qualificar as diversas implicações de implantação do plantio direto em sistema de produção alternativos, através de avaliações do balanço energético, transporte de sedimentos, controle da erosão, qualidade da água, etc., a nível de propriedades familiares, localizadas em uma mesma microbacia hidrográfica, nas encostas do Planalto Sul-rio-grandense.

## Metodologia e Resultados

Este estudo vem sendo conduzido na microbacia do Arroio Passo do Pilão, distante cerca de 20 km da sede do município de Telêmaco Borba, RS. Constituiu-se na implantação e acompanhamento de onze Unidades Técnicas de Demonstração (UTDs), de aproximadamente um hectare cada, em diferentes propriedades rurais familiares de pequeno porte. Nestas áreas, estão sendo conduzidos cultivos de aveia preta e aveia preta/ervilhaca, no inverno, para formação da cobertura do solo, sobre os quais vem sendo implantadas, no verão, as culturas de milho e feijão, nos sistemas plantio direto e convencional e em níveis diferentes de adubação. As culturas de verão, assim como aquelas destinadas a cobertura morta, poderão variar em função do interesse dos produtores.

Vêm sendo realizadas avaliações diversas, incluindo acompanhamento do desenvolvimento das culturas, produtividade e economicidade, modificações físicas, químicas e biológicas do solo, ocorrência de doenças, pragas e invasoras. Também estão previstas avaliações voltadas ao monitoramento da qualidade da água (levantamento de fontes, coletas de amostras na rede de drenagem e do arroio, etc.) e avaliações microbiológicas, buscando avaliar impactos ambientais do ponto de vista espacial e temporal, sobre a qualidade ambiental na microbacia, em especial com enfoque nos trabalhos de manejo integrado da microbacia e aos trabalhos associados ao sistema plantio direto.

O início do trabalho ocorreu em 1995, com a semeadura das espécies de inverno, aveia preta e aveia preta+ervilhaca peluda, com vistas a formação de cobertura do solo. A produção de MS da parte aérea, destas espécies, nas diversas áreas de acompanhamento, oscilou, no 1º ano, entre 5 e 8 t/ha, e no 2º ano (1996) foi superior em muitos tratamentos, em 2 t/ha a

estes valores; o que proporcionou uma cobertura inicial de palha sobre o solo, para a implantação das culturas de verão, em plantio direto. Estas, na safra agrícola 1995/1996, foram representadas por diversos híbridos de milho (10 da Agroceres e 1 da Pionner) e pela cultivar de feijão Minuano.

A produtividade de grãos de milho variou, nos dois anos de condução, de 3,9 t/ha a 8,9 t/ha. As menores produtividades observadas, podem estar associadas à adaptabilidade do híbrido e/ou a deficiência hídrica. Por outro lado, 60% da adubação recomendada pela ROLAS, vem proporcionando, na maioria das áreas, onde vem sendo testada, produtividades semelhantes, ou até superiores, àquelas obtidas com a adubação completa. Entre os híbridos testados merecem destaque, por sua produtividade de grãos, os seguintes materiais: AG 5011 (8,9 t/ha), AG 9012 (8,7 t/ha), e o AG 9014 (8,6 t/ha).

A produtividade média de biomassa, seca à campo, proporcionada pela parte aérea, dos diferentes híbridos de milho cultivados, correspondeu a 26 t/ha.

### Conclusões Preliminares

Os resultados obtidos durante os dois anos de condução deste estudo, permitem concluir, preliminarmente que:

- a) tanto a aveia solteira como a consorciação aveia+ervilhaca vem apresentando ótimos desempenhos, em termos de produtividade de matéria seca, em solos da encosta do Planalto Sul-rio-grandense;
- b) os rendimentos médios de grãos de milho, proporcionados pelo sistema plantio direto, assemelham-se aqueles obtidos no sistema convencional;
- c) as produtividades médias de milho, obtidas com 60% da adubação recomendada pela ROLAS, vêm se mostrando semelhantes àquelas obtidas com a adubação completa;
- d) a análise econômica das diversas áreas mostram que, onde todas as recomendações/orientações foram seguidas, a rentabilidade/ha, independente do ano, foi próxima a 30% (4 propriedades);
- e) as áreas que se situam no ecossistema terras baixas na microbacia, são as que apresentam resultados inferiores, tanto do ponto de vista técnico como econômico (5 propriedades);
- f) todos os produtores aumentaram suas áreas sob plantio direto nas propriedades por acreditarem no sistema;

g) no entanto observou-se que o nível de entendimento e convicção é variável entre os produtores, o que contribui também para diferenças de rendimento entre as propriedades situadas num mesmo ecossistema.

## MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DO RIBEIRÃO PANTANINHO E DO CÓRREGO MUNDO NOVO EM ÁREA DE CERRADOS EM MINAS GERAIS

Álvaro Luiz Orioli<sup>1</sup>  
Antônio João de Oliveira<sup>1</sup>  
Kazuhiro Yoshii<sup>2</sup>  
Aloísio Alves Cardoso<sup>1</sup>

A CAMPO-Companhia de Promoção Agrícola, responsável pela coordenação do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para Desenvolvimento dos Cerrados-PRODECER, implantou em 1980 os Projetos de Colonização Iraí de Minas e Mundo Novo, nos municípios de Iraí de Minas e Paracatu, no Estado de Minas Gerais.

Os dois Projetos de Colonização estão situados ao sul de Brasília, distantes 550 Km (PC Iraí de Minas) e 257 Km (PC Mundo Novo) com altitudes de 950 m a 1.050 m (PC Iraí de Minas) e 900 a 1.000 m (PC Mundo Novo), de topografia plana e suave ondulada e o tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo.

A partir de agosto de 1993 a CAMPO passou a realizar trabalhos de Monitoramento Ambiental nestes Projetos com o objetivo de verificar os efeitos das atividades agropecuárias na qualidade da água, através das medições de vazão, coletas de amostras e análises físico-químicas, com freqüência mensal.

As culturas anuais que predominam são soja e milho, sendo que no PC Iraí de Minas a grande maioria das áreas são utilizadas com sistema de plantio direto e no PC Mundo Novo predomina o sistema de plantio convencional. Além das áreas de culturas anuais existem áreas irrigadas, cultivadas com milho e feijão, além de outras culturas, inclusive perenes (café).

Os cursos d'água selecionados para a realização dos trabalhos foram o Ribeirão Pantaninho (PC Iraí de Minas) que corta a maior parte do projeto e

<sup>1</sup> CAMPO - Cia de Promoção Agrícola, SERN 516, Bloco A, 4º Andar, CEP 70770-515 Brasília, DF.

<sup>2</sup> Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), SQS, Q01, Bloco F, Ed. Camargo Corrêa, 12º Andar, CEP 70397-900 Brasília, DF.

sua nascente está dentro do mesmo, e o Córrego Mundo Novo (PC Mundo Novo) com dois afluentes: o Córrego José Pereira e o Córrego Lagoa Torta, sendo que a nascente do Córrego José Pereira está dentro da área do projeto e do Córrego Lagoa Torta fora.

Foram selecionados 05 (cinco) pontos de coleta, distribuídos no extremo montante da nascente, no curso médio e no extremo jusante.

Nestes pontos foram realizadas mensalmente as medições da vazão ( $m^3/s$ ) e coletas de água sempre no centro e nas laterais do leito, a 50% da profundidade, sendo coletados 3 frascos de cor âmbar, autoclaváveis, de 1 litro cada, que posteriormente foram homogenizados e retirados 02 (dois) litros, permaneceram acondicionados em caixas de isopor com gelo até a entrega no laboratório do CPAC (Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados/EMBRAPA) em Brasília, onde foram realizadas as análises fisico-químicas de 16 (dezesseis) parâmetros.

A maioria dos métodos adotados são provenientes do “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (1985), com simplificações para algumas análises devido a natureza das amostras. Para as análises de nitrato, alcalinidade e Demanda Química de Oxigênio (COD), foi adaptada a metodologia utilizada da *Companhia de Água e Esgotos de Brasília (CAESB)*.

Através de imagens de satélite (1993), foi calculado o tamanho da bacia de contribuição do Ribeirão Pantaninho (3.803 ha) e dentro desta foram quantificadas as áreas de lavouras anuais (2.030 ha - 53,4%), culturas irrigadas (204 ha - 5,3%), culturas perenes (café), florestas (940 ha - 24,7%), campo hidromórfico (378 ha - 9,9%) e cerrado (79 ha - 2,0%). Da bacia de contribuição do Ribeirão Mundo Novo (25.977 ha) foram identificadas áreas de culturas anuais (8.935 ha - 34,4%), de cultura irrigada (1.089 ha - 4,2%), de cultura perene (826 ha - 3,2%), de pastagem (6.963 ha - 26,8%), de cerrados (6.756 ha - 26,0%), de campo higrófilo (700 ha - 2,7%).

Foi identificado que a qualidade da água dentro e nos arredores da área agrícola altera-se, de acordo com o uso do solo, e de acordo com a utilização de fertilizantes, defensivos, atividades pecuárias, agroindústrias, quantidade de habitantes e outros usos. Assim, na área da bacia do Ribeirão Pantaninho foi realizada uma pesquisa de campo para quantificar os parâmetros que influenciam na qualidade da água, enquanto que na bacia do Ribeirão Mundo Novo este levantamento ainda não está concluído.

O volume total de entrada e saída de um elemento, em uma da bacia hidrográfica é calculado através do valor médio do elemento ao longo do

período avaliado, multiplicado pelo volume de água anual medido nos pontos montante superior e jusante inferior. A diferença dos resultados entre os dois pontos representa o valor da contribuição do elemento na bacia.

As concentrações médias de  $\text{NO}_3$  e  $\text{NH}_4$  no PC Mundo Novo foram pouco superiores às concentrações médias do PC Iraí de Minas, porém o valor total de N do PC Mundo Novo foi muito superior em virtude da vazão do Ribeirão Mundo Novo ser maior que a do Ribeirão Pantaninho, apesar destes valores serem considerados baixos em relação ao nível crítico.

Um dos critérios mais importantes para avaliar a qualidade da água é o COD; a elevada concentração significa alta quantidade de matéria orgânica de origens diversas. A água com o COD menor do que 1,0 ppm é apropriada para consumo humano após tratamento simples e a água com o COD menor que 3,0 ppm, após o tratamento normal.

A média do COD foi de 1,13 ppm no PC Iraí de Minas e de 1,31 ppm no PC Mundo Novo, sendo portanto próprias para consumo humano após tratamento normal.

A Condutividade Elétrica, pH, Alcalinidade e as Concentrações de Cálculo, Magnésio e Sílica, foram significativamente mais altas no PC Mundo Novo do que no PC Iraí de Minas.

O teor de Sólidos Suspensos e os teores solúveis de Sódio, Potássio, Cloreto, Nitrato, Sulfato, Amônia, Fósforo e Alumínio, não apresentaram variações significativas entre os dois Projetos.

A comparação dos resultados obtidos entre as duas bacias de contribuição nos permite avaliar que no geral, na bacia do Ribeirão Mundo Novo (onde predomina o plantio convencional) as concentrações obtidas foram superiores às da bacia do Ribeirão Pantaninho (onde predomina o plantio direto). Uma das causas da diferença pode ser função dos sistemas de cultivo, porém, para melhor avaliar se estas ocorreram em função dos diferentes sistemas, são necessários maiores estudos.

Concluímos que apesar do uso intensivo com agricultura das áreas estudadas, as análises realizadas apresentam baixas concentrações de todos os elementos e que a presença de vegetação nativa e de áreas de várzea ao longo dos rios contribuíram decisivamente para a preservação da qualidade da água, mostrando que as áreas de reserva projetadas para o PRODECER são de fundamental importância para o meio ambiente.

## Referências Bibliográficas

American Public Health Association, 16<sup>a</sup> ed., 1985. 1268p.

Manual de Análises Químicas da *Companhia de Água e Esgotos de Brasília* (CAESB).

## AVALIAÇÃO DA EROSÃO DO SOLO EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO ATRAVÉS DE ESTAÇÃO TOTAL (GEOGÍMETRO)

Álvaro Luiz Orioli<sup>1</sup>

André Fioravante Nicolodi Durante<sup>1</sup>

Kazuhiro Yoshii<sup>2</sup>

Antônio João de Oliveira<sup>1</sup>

A Companhia de Promoção Agrícola - CPA - CAMPO - vem implementando projetos de colonização nos cerrados desde 1979 e uma de suas preocupações sempre foi com a erosão do solo. Este trabalho objetivou a utilização de geogímetro (estação total), para avaliação da erosão do solo em área de plantio direto.

Considerando-se que o sistema de plantio direto diminui a erosão do solo, um método comumente utilizado para avaliação da erosão laminar é delimitar uma área declivosa e coletar o solo erodido. A área delimitada (parcela) é normalmente reduzida, menor que 100 m<sup>2</sup> e não representa as condições normais de agricultura mecanizada nos cerrados. Podemos então considerar que os resultados deste método não necessariamente refletem a erosão do solo no campo.

Portanto, é necessário avaliar a erosão do solo numa área muito maior sob condições naturais de práticas agrícolas. O uso de teodolito permitiria medir alteração de alturas em diferentes pontos da área, mas não é prático. A medição com este aparelho e também os cálculos posteriores requerem tempo e mão-de-obra. Além disso, os dados normalmente mostram variações consideráveis, dependendo de destreza do operador e não conseguem medir uma alteração da ordem de mm por ano.

A estação total, equipamento de ondas luminosas, emite luz infravermelha a um prisma que a reflete à estação, que capta a luz refletida e mede o ângulo e a distância entre os dois aparelhos. O equipamento é capaz de não somente medir o ângulo e a distância, mas também calculará diferença de nível

<sup>1</sup> CAMPO - Companhia de Promoção Agrícola, SEPN 516, Bloco A - 4º andar, CEP 70770-515 Brasília, DF.

<sup>2</sup> Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), SCS, Q. 01, Bl. F, Ed. C. Corrêa, 12º andar, CEP 70397-900 Brasília, DF.

(altitude) e a distância reduzida ao horizonte, dando a posição do prisma em três dimensões ( $x, y, z$ ) em relação à da estação total ( $x_0, y_0, z_0$ ).

No que se refere à precisão da estação total, a variação é de 5 mm +  $Dx \pm pm$  ( $D$ =distância medida) na distância e de 4" no ângulo. Quando medimos 100 metros, por exemplo, o erro máximo será de 5,02 mm. A medição de um ponto com o geogímetro leva aproximadamente um minuto, possibilitando medir mais de 500 pontos em um dia, que levariam facilmente uma semana com teodolito. O levantamento com a estação total ocupa duas pessoas no mínimo e não depende de destreza do operador. Podemos considerar que o geogímetro permite uma medição eficiente e confiável.

O levantamento da erosão do solo deve ser feito após a colheita da safra e antes do preparo do solo. A área do levantamento deve estar localizada na parte superior do declive, onde não interfira no escoamento superficial da água de fora da área estabelecida, por exemplo, delimitá-la abaixo de um terraço, com declividade adequada e perpendicular ao terraço. Os dados meteorológicos e as informações sobre as propriedades do solo, a cultura, o manejo, o preparo do solo, etc., são fundamentais para interpretar os resultados da medição da erosão do solo.

O levantamento da erosão do solo, efetuado através da estação total, deve ser repetido após um período de um ou mais anos.

A erosão do solo é calculada comparando dois mapas planimétricos de anos diferentes. O procedimento a ser tomado consiste da seguinte forma:

(1) Estabelecer o ponto base ( $x_0, y_0, z_0$ ) e o eixo x da linha base. O ponto base deve ser estabelecido, se possível, num local onde não sofra influências oriundas da atividade agrícola, por exemplo, enterrando um marco de concreto e colocando estacas para protegê-lo de maquinário. Se não for possível estabelecer o marco na área do levantamento, o ponto base poderá ser reconstituído por estacas que estejam colocadas fora da área. A linha base, eixo x poderá ser estabelecida, colocando a estação total no ponto base ( $x_0, y_0, z_0$ ) e amarrando algum objeto fixo em distância, como por exemplo, torre, poste, quina de galpão, etc. Para corrigir a coordenada de altura (z), alimentar a memória da estação total com as alturas da mesma e da haste do prisma refletor.

(2) Mudar a haste com prisma refletor para cada ponto focal disposto em malhas e ajustar o foco com o visor da estação total. Os pontos estão distribuídos em espaçamento constante de alguns metros

(3) Anotar os valores das coordenadas em três dimensões ( $x, y, z$ ),

que aparecem no visor da estação total e que também poderão ser gravados na memória do aparelho.

(4) No momento do processamento dos dados num computador, poderão ser utilizados alguns softwares comerciais, tais como o "Surfer", donde serão confeccionados mapas planialtimétricos e calculados volumes a cada 5 cm de altura (z) para cada ano de levantamento.

(5) Sobrepor os mapas planialtimétricos de dois anos diferentes e localizar a ocorrência da erosão ou do acúmulo do solo, através do deslocamento das linhas altimétricas. O recuo da linha de um ano a outro indica a erosão do solo e o avanço da mesma indica o acúmulo do solo.

(6) Calcular o volume da erosão ou do acúmulo do solo, subtraindo o volume do último ano do volume do primeiro ano a cada 5 cm de altura (z).

Quando for detectada a erosão em sulcos ou a erosão em voçorocas, deverá ser medida a altura e a largura da erosão no seu ponto inicial, médio e final para avaliar o volume do solo erodido.

*Passo do* O número de pontos de medição necessários para o estudo, depende da dimensão da área levantada, da duração do estudo e da intensidade da erosão do solo, que é intimamente ligada às propriedades do solo, da declividade da área, da intensidade de chuvas, das culturas, dos manejos, etc. Portanto, não é possível definir o número de pontos necessários por área.

Conseguimos avaliar a erosão do solo numa área total de 6 hectares em 3 anos no Estado de Mato Grosso, com 671 pontos distribuídos em malha de 10 em 10 metros. Estamos avaliando a erosão numa área de  $\frac{1}{4}$  de hectare há um ano no Maranhão e no Tocantins, com 671 pontos distribuídos em malha de 2 em 2 metros. No momento a Companhia de Promoção Agrícola está iniciando a avaliação da erosão do solo também na área de plantio direto no Projeto de Colonização Iraí de Minas, Estado de Minas Gerais.

Todos estes estudos visam o aperfeiçoamento de práticas agrícolas que levem a um controle efetivo da erosão do solo em áreas agrícolas dos cerrados.

As pesquisas permitem que a área plantada seja reduzida e que seja feita a manutenção com a utilização de herbicida.

O príncípiio bi-automatizado fitosociológico foi eleito em outubro

Trabalho realizado pelo Grupo de Pesquisa Agropecuária do Clima Temperado/EMBRAPA, em parceria com a EMATER, UFPel e UCPel, é apoio do programa METAS (subprojeto 010961R1-06).

<sup>1</sup>EMBRAPA/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup>UCPel, Caixa Postal 402, CEP 96100-000 Pelotas, RS.

# MONITORAMENTO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO EM PROPRIEDADES FAMILIARES EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO PLANALTO SUL-RIO-GRANDENSE-PLANTAS DANINHAS I<sup>1</sup>

Antônio Roberto Marchesi de Medeiros<sup>2</sup>  
Maria Antonieta Costa de Oliveira<sup>3</sup>

A falta de conhecimento para um eficiente controle de plantas daninhas, aliada ao custo econômico, são os mais importantes motivos para a não adoção do sistema de plantio direto pelos agricultores. Mesmo depois de estar praticando o sistema, o controle de ervas daninhas é considerado como o item de maior dificuldade a ser dominado (Ruedell 1994).

O trabalho sobre a flora infestante da microbacia hidrográfica do Passo do Pilão (Pelotas, RS) teve início em maio de 1996, quando foi procedido um levantamento de todas as espécies presentes nas áreas de cultivo com sistema de plantio direto. De posse desses dados, estabeleceram-se os critérios de amostragem.

No ano anterior, a área de um hectare foi dividida em faixas separadas por terraços em nível. Inicialmente foram cultivadas: feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e, papuã (*Brachiaria plantaginea*) como vegetação expontânea. Os restos destas culturas foram incorporados ao solo, procedendo-se a semeadura, a lanço, da aveia preta (*Avena strigosa*). Ao final do ciclo da aveia preta foi aplicado o herbicida glifosate, como dessecante, ocorrendo então o tombamento das plantas. Nesta fase procedeu-se a rolagem da aveia com a utilização de um rolo-faca tracionado por trator. A semeadura do milho (nov/95) foi feita sob a palhada da aveia, utilizando-se uma semeadeira SHM 11 da Semeato<sup>®</sup>. No ano seguinte (1996), as condições climáticas permitiram que a aveia preta fosse rolada ser ter sido dessecada com a utilização de herbicida.

O primeiro levantamento fitossociológico foi efetuado em outubro

<sup>1</sup> Trabalho realizado pelo Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado/EMBRAPA, em parceria com a EMATER, UFPel e UCPel, e apoio do programa METAS (subprojeto: 01096381-06).

<sup>2</sup> EMBRAPA/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>3</sup> UCPel, Caixa Postal 402, CEP 96100-000 Pelotas, RS.

de 1996, então sobre a palhada da aveia preta, antecedendo a semeadura do milho.

**Faixa com vegetação expontânea de papuã (incorporada); aveia preta:**

Nesta faixa, foram identificadas nove espécies, cinco das quais com distribuição espacial contagiosa.

**Faixa cultivada com feijão de porco (incorporado); aveia preta:**

Foram identificadas apenas duas espécies, ambas com distribuição espacial contagiosa.

**Faixa cultivada com mucuna (incorporada); aveia preta:**

Identificaram-se cinco espécies, dentre as quais, três com distribuição espacial contagiosa.

**Faixa cultivada com crotalária (incorporada); aveia preta:**

Nesta faixa identificaram-se oito espécies, sendo que cinco destas com distribuição espacial contagiosa.

O segundo levantamento fitossociológico foi efetuado em abril de 1997, sobre a palhada da aveia preta, e da biomassa seca resultante do cultivo do milho logo após a colheita.

**Faixa com vegetação expontânea de papuã (incorporada); aveia preta; milho (SPD); aveia preta; milho (SPD):**

Identificadas nove espécies, sendo que apenas duas apresentaram distribuição espacial ao acaso.

Distribuída em manchas, a *Stellaria media* foi a que apresentou maior número de plantas. Considerando a altura e a distribuição espacial, o *Lolium multiflorum* foi a espécie dominante.

O milho foi semeado sob uma palhada de aveia preta (1995), deixando 31,2 ton/ha de biomassa seca, sob a qual foi semeada a aveia preta (1996), resultando em 6,3 ton/ha de palhada; sobre esta, realizou-se o segundo cultivo do milho cuja biomassa seca foi de 10,8 ton/ha.

**Faixa cultivada com feijão de porco; aveia preta; milho (SPD); aveia preta; milho (SPD):**

Em 1997, ocorreram variações na quantidade da palhada formada pelos restos da cultura do milho, possivelmente em decorrência de manchas de fertilidade. A quantidade de biomassa seca da cultura do milho (1995/96) foi de 24,6 ton/ha. A palhada da aveia preta (1996) foi de 5,3 ton/ha. Sobre esta biomassa seca cultivou-se o milho (1996/97) resultando em 11,2 ton/ha de palhada.

Todas as cinco espécies apresentaram distribuição espacial

contagiosa.

A espécie dominante foi o *Lolium multiflorum*, em fase de perfilhamento, seguindo-se do mal-me-quer (*Chrysanthemum miconis*), em fase de plântula.

**Faixa cultivada com mucuna; aveia preta; milho (SPD); aveia preta; milho (SPD):**

A biomassa seca resultante do cultivo do milho (1995/96) foi de 24,4 ton/ha. A palhada, originada pelo cultivo da aveia preta em sucessão (1996) foi de 5,5 ton/ha. A biomassa dos restos de cultura do milho apresentou distribuição uniforme, porém em menor quantidade (8,7 ton/ha), comparando-se com a faixa descrita anteriormente.

Foram identificadas três espécies infestantes, todas com distribuição espacial contagiosa.

A espécie dominante foi o azevém, em fase de perfilhamento. A segunda espécie com maior número de exemplares foi o mal-me-quer (*Chrysanthemum miconis*).

**Faixa cultivada com crotalária; aveia preta; milho (SPD); aveia preta; milho (SPD):**

Do cultivo do milho (1995/96) efetuado sob a palhada da aveia preta resultou uma biomassa seca de 24,9 ton/ha. Em sucessão cultivou-se a aveia preta cuja palhada foi de 5,5 ton/ha. Sobre esta palhada foi cultivado o milho, resultando em 10 ton/ha de biomassa seca. Somente nesta faixa foram agregados os sabugos resultantes da debulha das espigas.

Identificadas sete espécies, todas com distribuição espacial contagiosa.

A espécie dominante foi o azevém, em fase de perfilhamento, seguida pelo nabo (*Raphanus sativus*), em fase de plântula.

**Considerações finais:**

Em determinadas situações, é perfeitamente dispensável a utilização de herbicidas para dessecar a palhada da aveia preta. Estas, são variáveis dependentes, entre outras, das condições edafoclimáticas, durante o ciclo de desenvolvimento das coberturas.

Nas faixas cultivadas existem focos de concentração de determinadas espécies, as quais se multiplicam por estolões ou por sementes. Nestas situações é interessante que se utilize um herbicida não seletivo, de ação sistêmica e que não deixe resíduos no solo.

## Referência Bibliográfica

RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Convênio FUNDACEP/BASF. FUNDACEP FECOTRIGO, Cruz Alta, RS, 1995. 134p.

## CARACTERÍSTICAS, LIMITAÇÕES E FUTURO DO PLANTIO DIRETO NOS CERRADOS

Carlos Roberto Spehar<sup>1</sup>  
John M. Landers<sup>2</sup>

O clima dos cerrados caracteriza-se por um período chuvoso alternado por uma estação seca prolongada. A pluviometria é suficiente ao cultivo anual, porém mal distribuída (Asmô et al., 1994). Os solos são secos, com baixa CTC, e qual é despendente do teor da matéria orgânica (M.O.). Necessitam correção da fertilidade para o cultivo econômico. Aproveitam baixas retenções de água e as safras dos cultivos anuais tendem a concentrar-se primariamente na superfície (Spear, 1996).

# MANEJO DE SOLO, DE CULTURAS E DE EQUIPAMENTOS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Este artigo aborda aspectos que contribuem para o manejo do solo no sistema plantio direto nos cerrados. A estrutura do solo é alterada na entressafra, a qual é aumentada com o uso de plantas cobertoras. A utilização de contratos de arrendamento e a aplicação tecnológica apropriadamente contribuem para a melhoria do solo. As soluções que contemplam os problemas decorrentes da seca e da estação seca, a utilização de culturas e custos com insumos e máquinas, a utilização de plantas cobertoras e a diversificação da cultura do Brasil é facilitada pela entressafra (inverno). A utilização de plantas cobertoras de espécies para cobrir o solo (Diersch et al., 1994). Entretanto, as espécies de cerrados-típicas favorecidas em pluviometria, como no Mato Grosso e no Sudeste Goiano, não quais é possível realizar-se a sucessão e a subsequente cobertura do solo na entressafra. A região iniciou os primeiros cultivos em 1952 e, em 100 milhares de hectares, estimou-se que se cultivam 2,0 milhões de hectares.

O PD nos cerrados é tipificado pelo cultivo de verão com milho ou soja, sucedidos por milho, sorgo ou milheto no cultivo (safra). Alternativamente, o plantio nas primárias classes (anualizado), produz palha

<sup>1</sup> Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08222, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

<sup>2</sup> Associação de Plantio Direto nos Cerrados, Cuiabá, GO.

## CARACTERÍSTICAS, LIMITAÇÕES E FUTURO DO PLANTIO DIRETO NOS CERRADOS

Carlos Roberto Spehar<sup>1</sup>

John N. Landers<sup>2</sup>

O clima dos cerrados caracteriza-se um período chuvoso alternado por seca prolongada. A pluviosidade é suficiente ao cultivo anual, porém mal distribuída (Assad et al., 1994). Os solos são ácidos, com baixa CTC, a qual é dependente do teor da matéria orgânica (M.O.). Necessitam correção da fertilidade para o cultivo econômico. Apresentam baixa retenção de água e as raízes dos cultivos anuais tendem a concentrar-se próximo à superfície (Spehar, 1996).

A dificuldade no manejo de grandes áreas (típica do Cerrado) resulta, em parte, da limitada infra-estrutura ao nível da propriedade e da desinformação do produtor. Como consequência, tem-se: o atraso na semeadura; o mau preparo e a falta de cobertura do solo na entressafra; a redução no teor de M.O.; a perda da estrutura e a compactação; o aumento da erosão e o desbalanceamento químico; a tendência a baixos rendimentos (Dedececk et al., 1986; Resck, 1991; Santana et al., 1994). Isso contrasta com os resultados da pesquisa e de alguns agricultores que aplicam tecnologia apropriadamente (Spehar, 1996).

O plantio direto (PD) surgiu da necessidade de se contornarem os problemas decorrentes do mau manejo de solo e de cultivos e custos com insumos e máquinas. A sua utilização no Sul do Brasil é facilitada pela entressafra (inverno) chuvosa e maior quantidade de espécies para cobrir o solo (Derpsch et al., 1991). Entretanto, há nos cerrados áreas favorecidas em pluviosidade, como no Mato Grosso e no Sudoeste Goiano, nas quais é possível realizar-se a sucessão e a subsequente cobertura do solo na entressafra. A região iniciou os primeiros cultivos em 1982 e, após quinze anos, estima-se que se cultivam 2,0 milhões de hectares.

O PD nos cerrados é tipificado pelo cultivo de verão com milho ou soja, sucedidos por milho, sorgo ou milheto no outono (safrinha). Alternativamente, o plantio nas primeiras chuvas (antecipado), produz palha

<sup>1</sup> Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

<sup>2</sup> Associação de Plantio Direto nos Cerrados, Goiânia, GO.

para a semeadura de novembro (Pitol et al., 1996; Bonamigo, 1995). Onde um segundo cultivo não é possível, tem-se tentado o “PD no mato”, com a dessecação da massa vegetal das plantas daninhas que utilizam o resíduo de umidade e infestam as áreas.

Em áreas arenosas, ou onde o índice pluviométrico não é suficiente para dois cultivos, têm-se implementado a integração agricultura pecuária. A pastagem produz cobertura e o solo não será trabalhado por um período. O efeito “mulch” aumenta a resistência ao veranico e reduz o consumo de água no cultivo irrigado. A alternativa do uso de cobertura viva e permanente, com espécies anuais, necessita validação (Landers, 1994; Séguy et al., 1996).

Os problemas mais comuns no PD são: como realizar calagem adicional sem o revolvimento do solo; como aplicar nutrientes de forma balanceada; como amostrar eficientemente o solo para os futuros plantios; quando iniciar com o sistema; qual o efeito do PD sobre o solo na presença e na ausência de cobertura apropriada na época da seca; qual a configuração de plantadeira e as condições de sua utilização..

O estresse hídrico é o fator que mais limita a expansão do PD. A seleção de cultivares com menor ciclo, sistema radicular profundo e tolerantes ao déficit hídrico minimizam seu efeito e possibilitam a ampliação da área. Entretanto, a presença de limitações físicas e químicas do solo antes da adoção, cerceiam a expressão do seu potencial.

O desenvolvimento de certas pragas (*Diatraea* sp. formigas, lagartas, cupins e lesmas), tem sido favorecido sob o PD (Gassen, 1993). A suscetibilidade a doenças da parte aérea eleva-se e torna necessário o uso de variedades resistentes (Reis, 1993). O sistema provoca uma mudança na composição populacional das plantas daninhas, algumas resistentes aos herbicidas.

A limitada diversidade botânica nas espécies de sucessão/antecipação à safra, tem causado um aumento na incidência de pragas e doenças, principalmente as de solo. Busca-se, obter cultivares com ciclos reduzidos e tolerância à seca que possibilitem aproveitar a umidade residual; resíduos (palha) persistentes e geração de renda, direta ou indiretamente via transformação - agroindústria (Landers et al., 1994). Estudos encontram-se avançados na adaptação de espécies ao cultivo, com destaque para quinoa e amaranto (Spehar et al., 1997).

A baixa quantidade de matéria orgânica, principalmente nas camadas inferiores do solo, constitui-se em limitante no PD por longo prazo. Esse é um problema contornável via o manejo; com a implementação do perfil,

as plantas exploram um maior volume de solo, toleram a seca e recuperam nutrientes lixiviados.

A rotação com pastagens deve favorecer o incremento do PD, possibilitar uma expansão dos cultivos anuais e aumentar a participação dos cerrados na produção nacional de grãos. O uso do PD será devido às vantagens financeiras, mais do que à consciência conservacionista (Landers et al., 1994; Gentil et al., 1993; Cunha et al., 1994). Mesmo assim, merece estímulos econômicos pelos múltiplos benefícios ao meio ambiente, pouco entendidos pela sociedade. A necessidade de manejar corretamente os cultivos e evitar danos causados pelo uso excessivo de defensivos e fertilizantes para compensar perdas de solo e desbalanceamento nutricional, deverão intensificar a busca no PD como alternativa viável.

A estabilidade do sistema dependerá de um monitoramento contínuo. Assim, mais importante do que considerar o PD como a única solução à exploração de longo prazo, é o conhecimento dos fatores de produção e de suas interações. Devem ser analisados, ao longo do tempo, os efeitos sobre: a *biota*, o teor de M.O. e nutrientes e a sua distribuição no perfil do solo e a infiltração de água (Spehar, 1996). O menor escorrimento deverá contribuir ao estabelecimento de novos critérios conservacionistas. Propõe-se a categoria "D" de manejo do solo, na classificação de aptidão agrícola, com maior tolerância a declives e revisão do espaçamento entre terraços, quando se utiliza apropriadamente o sistema PD.

### Referências Bibliográficas

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MATSUMOTO, R.; CASTRO, L.H.R.; SILVA, F.A.M. Veranicos na região dos Cerrados brasileiros: frequência e probabilidade de ocorrência. In: ASSAD, E.D., coord. **Chuva nos Cerrados: Análise e Espacialização**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Brasília, DF, EMBRAPA-CPAC:EMBRAPA-SPI. 1994, p.43-48.

BONAMIGO, L.A. Nova opção de cobertura e rotação. **Plantio Direto**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo, RS. 1995.

CUNHA, A.S.; MUELLER, C.C.; ALVES, E.R.A.; SILVA, J.E. **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos Cerrados**. IPEA, Brasília, 256 p. 1994

DEDECECK, R.A.; RESCK, D.V.S.; FREITAS JR., E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em diferentes cultivos sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p.265-272.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIKAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina, PR: IAPAR/GTZ, 1991. 272p. (IAPAR/GTZ, Sonderpublikation der GTZ, n.245)

GASSEN, D.N. **Bioecologia dos insetos de solo no sistema plantio direto**. Fundação ABC, Castro, PR. 1993.

GENTIL, L.V.; CONÇALVES, A.L.D.; SILVA, K.B. Comparação agronômica e econômica entre o plantio direto e plantio convencional no cerrado brasileiro. UnB, Brasília, DF 1993. (mimeo).

LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. APDC, Goiânia, GO, 1994.

LANDERS, J.N.; TEIXEIRA, S.M.; MILHOMEM, A. Possíveis impactos da técnica de plantio direto sobre a sustentabilidade da produção na região dos cerrados. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 32. Anais...** Brasília, DF, 1994.

PITOL, C.; BORGES, E.P.; BROCH, D.L.; SIEDE, P.K.; ERBES, E.J. O milheto na integração agricultura-pecuária, 6p. Maracaju, MS, Fundação MS, 1996.

RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. **Dinâmica da matéria orgânica nos solos da região dos Cerrados**, 22p. Planaltina, DF, EMBRAPA-CPAC, 1991. (Documento 36)

REIS, E.M. Interações entre doenças e o plantio direto. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS**. Castro, PR, Fundação ABC.

SANTANA, D.P.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANS, L.M.A.; CRUZ, J.C.; ALVARENGA, R.C. Determinação de perdas de solo e água sob diferentes condições de manejo em um podzólico vermelho amarelo de Sete Lagoas, MG. In: **RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL, EMBRAPA/CNPMS**, p.319-321. 1992. Sete Lagoas, MG.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A. Construção de uma agricultura sustentável, lucrativa e adaptada aos entraves pedoclimáticos das regiões tropicais úmidas. **Informações Agronômicas**, Potafós, Piracicaba, SP, v.74, 1996. (Encarte, 20p.)

SPEHAR, C.R. Prospects for sustainable grain production systems in the cerrados (Brazilian Savannas). In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, 1996, Brasília, Anais do 8º Simpósio Sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e proceedings do 1<sup>st</sup> International Symposium on Tropical Savannas: biodiversity and sustainable production of food and fibers in the Tropical Savannas. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.139-151.

SPEHAR, C.R. Novas espécies de plantas de cobertura para o plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 2. Passo Fundo, RS. 1997. Anais...

O transporte de pesticidas estravés do solo ao ambiente aquas sub-superficiais, ocorre quando estas compõem a fase de infiltração pelo solo. Pouco é conhecido sobre a adsorção na fase de fluxo preferencial (Jury et al., 1986), com poucos estudos em intercambios. Ademais, a condição de adsorção desse tipo de não-equilíbrio em função das camadas de fluxo preferencial (Klute et al., 1991). A magnitude dos perdas anuais de pesticidas por leachação é relacionada ao momento de chuvas, momento a primeira chuva após a aplicação e fluxo total de água pelo solo (Itaya, 1989), mas os autores não pudem mencionar a importância relativa de cada um dos três componentes. A orientação da pesquisa experimental é fundamental: os em processos de transporte de não-equilíbrio (Gruau, 1989), pelo solo e no campo é caracterizada pela envergação predominante de água e pelo efeito de infiltração e drenagem a diferentes intensidades e intervalos de tempo. O objetivo do trabalho foi quantificar o transporte de pesticidas síntesis de coluna interna de solo em dois solos distintos sob plantio direto (um bom e outro mal estruturado), aplicando chuvas de diferentes intensidades e durações e tempo até a primeira chuva.

As variáveis estudadas foram solos, herbicidas e padrões de chuva. Os solos foram Clermont franco siltoso (fine-silt, mixed, mesic, Papic) com 1000 g/m<sup>3</sup> e 13 g/kg<sup>1</sup> de matéria orgânica, mal drenado e mal estruturado. Dourados franco argila siltoso (fine-silt, mixed, mesic, Papic) com 1000 g/m<sup>3</sup> e 60 g/kg<sup>1</sup> de matéria orgânica, mal drenado e bem estruturado. Os herbicidas foram extraídos de solos com plantio direto (10 anos) com rotação milho/soja, na linha de milho e área com 100% de cobertura.

<sup>1</sup> Departamento de Solos, UFSM, Brasil.

<sup>2</sup> Agronomy Department, Purdue University, USA.

<sup>3</sup> Departamento de Defesa Fitossanitária, UFSM, Brasil.

## FLUXO PREFERENCIAL DE HERBICIDAS EM SOLOS SOB PLANTIO DIRETO A DIFERENTES PADRÕES DE CHUVA

José Miguel Reichert<sup>1</sup>

Eileen Kladivko<sup>2</sup>

Ronald Turco<sup>2</sup>

Larry Theller<sup>2</sup>

Elena Blume<sup>3</sup>

O transporte de pesticidas através do solo, até atingir águas subsuperficiais, ocorre quando estes compostos não são atenuados pelo ambiente. Pouco ou nada do pesticida é adsorvido na zona de fluxo preferencial (Jury et al., 1986), como o que ocorre em macroporos, devido a condições de adsorção/dessorção de não-equilíbrio que ocorrem nos caminhos de fluxo preferencial (Kladivko et al., 1991). A magnitude das perdas anuais de pesticidas por lixiviação é relacionada ao número de chuvas, momento da primeira chuva após a aplicação e fluxo total de água pelo solo (Hall et al., 1989), mas os autores não puderam distinguir a importância relativa de cada um dos três componentes. A orientação da pesquisa experimental deveria concentrar-se em processos de transporte de não-equilíbrio (Germann, 1988), pois o transporte no campo é caracterizado pela entrada não constante de água e por ciclos de infiltração e drenagem a diferentes intensidades e intervalos de tempo. O objetivo do trabalho foi quantificar o transporte de pesticidas através de colunas intactas de solo em dois solos distintos sob plantio direto (um bem e outro mal estruturado), aplicando chuvas de diferentes intensidades e durações e tempo até a primeira chuva.

As variáveis estudadas foram solos, herbicidas e padrões de chuva. Os solos foram Clermont franco siltoso (fine-silty, mixed, mesic Typic Ochraqualf), com 13 g.kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, mal drenado e mal estruturado e Drummer franco argilo siltoso (fine-silty, mixed, mesic Typic Haplaquoll), com 60 g.kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, mal drenado e bem estruturado. Os blocos foram extraídos de solos com plantio direto (10 anos) com rotação milho/soja, na linha de milho e área entrelinhas não traçada.

<sup>1</sup> Departamento de Solos, UFSM, Brasil.

<sup>2</sup> Agronomy Department, Purdue University, USA.

<sup>3</sup> Departamento de Defesa Fitossanitária, UFSM, Brasil.

Estes blocos perfizeram um total de 18, com dimensão de 0,3 m x 0,3 m x 0,4 m. Os seguintes produtos químicos foram aplicados à superfície do solo: atrazina e alachlor ( $3,4 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e KBr ( $250 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) dissolvidos em água ( $701 \text{ L.ha}^{-1}$ ). As chuvas foram aplicadas com um microssimulador de chuvas com bico tipo cone. O lixiviado foi coletado continuamente, com um funil colocado sob os blocos envoltos em caixas, durante a chuva (cada 6 min) e até cessar a drenagem. Foram coletadas 1780 amostras. Padrões de chuva: Série A)  $40 \text{ mm.h}^{-1}$  por 1 h, com intervalo da aplicação dos produtos até a primeira chuva de 0 (15-30min após aplicação), 1 e 7 dias; estas chuvas foram aplicadas também passadas 1 e 2 semanas (total de 3 eventos). Série B)  $20 \text{ mm.h}^{-1}$  durante 1 e 2 h e  $40 \text{ mm.h}^{-1}$  durante 1 e 2 h, aplicados 15 a 30 min após a aplicação dos produtos e após passadas 1 e 2 semanas (total de 3 eventos). Os herbicidas foram extraídos com Sep-Park tC18 e determinados por cromatografia gasosa. O brometo foi determinado por colorimetria.

As características dos solos foram: (a) Molisol:  $ds = 1,40$  a  $1,56 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $Ksat = 4,5$  a  $52,3 \text{ mm.h}^{-1}$  e grande quantidade de poros visíveis, e (b) Alfisol:  $ds = 1,43$  a  $1,77 \text{ g.cm}^{-3}$  e  $Ksat = 2,3$  a  $12,2 \text{ mm.h}^{-1}$ . Quanto às curvas de saída de água e produtos, observou-se que: (a) houve grandes diferenças nos tempos até saída de água, fluxo de água e tempo para término da drenagem; estes foram dependentes do bloco e padrão de chuva, e (b) praticamente todas as amostras de lixiviado contiveram pelo menos pequenas concentrações das três substâncias. Quanto ao padrão de perda de brometo e herbicidas observou-se que, embora as perdas tivessem ordens de magnitude distintas, as perdas aumentaram nas primeiras amostras, com diminuição subsequente durante a chuva e posterior aumento no final da drenagem. As concentrações dos produtos diminuíram nos eventos 2 e 3. As perdas totais de atrazina foram, em média, 10 vezes maiores que as de alachlor, tanto para diferentes espaçamentos até a primeira chuva, como para diferentes combinações de intensidade e duração da chuva. Quanto ao efeito de espaçamento até a primeira chuva, observou-se que as maiores perdas, para os dois herbicidas, ocorreram com o espaçamento de 0 dia e as menores com 7 dias. O Alfisol apresentou perdas menores que o Molisol para espaçamentos curtos (0 e 1 dia) e maiores para espaçamento longo (7 dias). Com relação ao efeito de intensidade, duração e total de chuva, verificou-se que para um mesmo volume de chuva, chuvas menos intensas e mais prolongadas produziram maiores perdas, especialmente para atrazina em ambos os solos e para o evento 1. O mesmo ocorreu para brometo nos eventos 2 e 3. As três substâncias, no Molisol, apresentaram a seguinte ordem de perda total: 20

mm.h<sup>-1</sup> por 1 h < 40 mm.h<sup>-1</sup> por 1 h < 20 mm.h<sup>-1</sup> por 2 h < 40 mm.h<sup>-1</sup> por 2 h. No Alfisol, apenas a atrazina seguiu aquela tendência.

Tomando o brometo como elemento traçador, a ocorrência de atrazina e alachlor já nas primeiras amostras indica a ocorrência de fluxo rápido (ou preferencial) dos pesticidas. Portanto, pesticidas aplicados em solos sob plantio direto podem contaminar águas subsuperficiais. As concentrações mais altas no final da drenagem mostram que a matriz do solo esteve contribuindo com a perda de substâncias químicas após a drenagem de água mais limpa dos poros. O rápido movimento de brometo pode ser explicado pelo seu caráter aniónico e alta solubilidade (444 g.L<sup>-1</sup>). As maiores perdas de atrazina (solubilidade = 33 mg.L<sup>-1</sup>, Koc = 149 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>, t<sub>1/2</sub> = 64 dias) comparada ao alachlor (solubilidade = 242 mg.L<sup>-1</sup>, Koc = 190 cm<sup>3</sup>.g<sup>-1</sup>, t<sub>1/2</sub> = 18 dias), em todos os três eventos, deveram-se possivelmente a menor sorção e maior permanência de atrazina no solo. Dever-se-ia esperar maiores perdas de alachlor no evento 1 devido a maior solubilidade e aplicação a solo úmido, mas este efeito, aparentemente, foi sobrepujado pela sua maior sorção. Portanto, a mobilidade nos diferentes eventos foi mais relacionada à sorção que à dissolução química.

### Referências Bibliográficas

GERMANN, P.F. Approaches to rapid and far-reaching hydrologic processes in the vadose zone. *J. Contam. Hydrol.* 3:115-127, 1988.

HALL, J.K.; MURRAY, M.R. & HATWIG, N.L. Herbicide leaching and distribution in tilled and untilled soil. *J. Environ. Qual.* 18:439-445, 1989.

JURY, W.A.; ELABD, H. & RESKET, M. Field study of napropamide movement through unsaturated soil. *Water Resor. Res.* 22:749-755, 1986.

KLADIVKO, E.J.; Van SCOYOC, G.E.; MONKE, E.J.; OATES, K.M. & PASK, W. Pesticide and nutrient movement into subsurface tile drains on a silt loam soil in Indiana. *J. Environ. Qual.* 20:264-270, 1991.

# INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE ALGUNS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM SOLO DE VÁRZEA

Algenor da Silva Gomes<sup>1</sup>

Y.A. Peña<sup>2</sup>

Daniel Niemeyer Gomes<sup>3</sup>

O sistema atual de produção agropecuária predominante nos solos de várzea do RS (arroz irrigado/pecuária de corte), associado a práticas culturais inadequadas, tem contribuído para a degradação do agroecossistema, devido principalmente à compactação e aos seus efeitos negativos sobre os atributos físicos dos solos. A atual situação tem afetado a economicidade da produção e dificultado o uso de culturas de sequeiro no sistema produtivo.

O plantio direto, utilizado com sucesso, também na cultura do arroz irrigado, nos solos de várzea do RS, vem sendo considerado uma alternativa capaz de viabilizar a exploração racional e econômica de culturas de sequeiro, em solos de várzea. Tal expectativa decorre da capacidade do sistema promover melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, além de minimizar os riscos de seca.

Em função do exposto, foi realizado este trabalho com vistas a avaliar o efeito de diferentes sistemas de cultivo, sobre alguns atributos físicos de um solo de várzea (Planossolo), normalmente cultivado com arroz irrigado, em área da Embrapa-CPACT. Utilizou-se um delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de: T<sub>1</sub> - semeadura do arroz irrigado no sistema convencional(SC) + pousio (p); T<sub>2</sub> - plantio direto do arroz(PDA)/ azevém+ p; T<sub>3</sub> - PDA/ trevo + p; T<sub>4</sub> - PDA/ aveia + p; T<sub>5</sub> - PDA/ consorção (azevém e trevo) + p; T<sub>6</sub> - cultivo mínimo(CM) do arroz + p; T<sub>7</sub> - CM da soja + azevém; T<sub>8</sub> - CM da soja + p. Dois períodos de amostragem foram estabelecidos: 1º período - após o preparo do solo e antes da semeadura do arroz e da soja e o 2º período - após à colheita do arroz irrigado e da soja. Os sistemas de cultivo corresponderam às parcelas, com 500 m<sup>2</sup> (10 x 50 m), e os

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Estagiária da Embrapa/CPACT.

<sup>3</sup> Bolsista da Fapergs. Embrapa/CPACT.

períodos de amostragem, no tempo, às subparcelas.

O revolvimento do solo no sistema convencional - SC ( $T_1$ ), independente de análise estatística, proporcionou, inicialmente (1º período), menor Densidade do solo(Ds), maiores Macroporosidade (Mp) e Porosidade total (Pt) e menor microporosidade (mp) (Tabela 1). As condições físicas do solo também foram favorecidas naqueles tratamentos em que o solo sofreu preparo reduzido( $T_6$ ,  $T_7$  e  $T_8$ ), comparativamente aos tratamentos em que não houve nenhum tipo de preparo(  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  e  $T_5$  ). Contudo, no segundo período de amostragem, o favorecimento do estado fisico do solo, constatado no primeiro período, promovido pelo preparo mecanizado, deixou de existir.

A análise dos valores correspondentes à relação mp/Mp (Tabela 1), indica que o preparo convencional ( $T_1$ ) apresentou inicialmente, uma relação de 3:1 (primeiro período). Após a colheita do arroz irrigado (segundo período), a relação passou a ser de 7:1. Por outro lado, os tratamentos correspondentes ao plantio direto ( $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  e  $T_5$ ), praticamente não apresentaram variações na relação mp/Mp, entre os dois períodos, mantendo-se os valores em torno de 4:1, que estão mais próximos à relação de 2:1, considerada ideal a culturas de sequeiro.

Independente de considerações estatísticas, a análise conjunta dos resultados permite constatar que as práticas de cultivo, em geral, promoveram alterações nas condições físicas do solo (Tabela 1). Portanto, contribuíram para aumento da Ds, redução da Mp e da mp e, consequentemente, da Pt. A partir destas alterações pode-se inferir que o solo sofreu um certo grau de compactação, o qual poderá reduzir as trocas gasosas ( $O_2$  e  $CO_2$ ) com a atmosfera, e afetar o desenvolvimento radicular e, consequentemente, o rendimento de culturas de sequeiro, estabelecidas em seqüência à cultura do arroz irrigado.

No verão de 1994/95, foi realizada a determinação da infiltração de água no solo (I) no SC do arroz( $T_1$ ) no PDA/ azevém( $T_2$ ), no PDA/ azevém+trevo ( $T_5$ ) e no CM do arroz sobre vegetação nativa dessecada ( $T_6$ ). Verificou-se, em geral, que a proteção do solo com cobertura vegetal, favoreceu a infiltração de água. Após um período de 64 minutos, o solo sob coberturas de azevém, consociação e flora de sucessão, apresentou infiltrações acumuladas de 24; 19 e 18,7 mm, respectivamente, enquanto o solo sem cobertura vegetal (sistema convencional) apresentou infiltração acumulada de apenas 9 mm (Figura 1). Tais resultados demonstram que o uso de sistemas de cultivo que envolvem a proteção da superfície e o mínimo revolvimento do solo, contribui para aumentar a taxa de infiltração de água no

solo.

A partir dos resultados obtidos, pode-se deduzir que as práticas tradicionais de cultivo, embora possam proporcionar, inicialmente, um condicionamento físico ao solo mais favorável às culturas de sequeiro, em relação aos sistemas conservacionistas (PD e CM); tais benefícios não prevalecem por períodos muito longos, podendo, como no presente caso, contribuírem, após uma safra agrícola, para afetar negativamente o estado físico do solo, o que não se verificou em alguns tratamentos que envolveram o plantio direto. Esta diferença de comportamento se torna mais evidenciada quando se analisa os resultados relacionados à infiltração acumulada (Figura 1).

Tabela 1. Densidade (Ds), macro (Mp) e microporosidade (mp), porosidade total (Pt) e relação mp/Mp do solo, em função de diferentes sistemas de cultivo e de dois períodos de avaliação. Média de três repetições

Período de avaliação	Camada do solo	Tratamentos							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>Ds ( kg/dm<sup>3</sup> )</b>									
1º período	0 - 15	1,33bB*	1,40abB	1,48aA	1,38abB	1,40abA	1,40abB	1,42abB	1,43abB
2º período	0 - 15	1,52aA	1,54aA	1,50aA	1,50aA	1,49aA	1,50aA	1,54aA	1,55aA
<b>Mp ( dm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> )</b>									
1º período	0 - 15	0,13aA	0,09bcA	0,07cA	0,08cA	0,09bcA	0,10abcA	0,11abcA	0,12abA
2º período	0 - 15	0,05aB	0,08aA	0,08aA	0,6aA	0,08aA	0,07aA	0,07aB	0,08aB
<b>mp ( dm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> )</b>									
1º período	0 - 15	0,34aA	0,33aA	0,33aA	0,36aA	0,34aA	0,33aA	0,32aA	0,35aA
2º período	0 - 15	0,33aA	0,30aA	0,29aA	0,30aA	0,32aA	0,32aA	0,30aA	0,29aA
<b>Pt ( dm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> )</b>									
1º período	0 - 15	0,47aA	0,42abA	0,40bA	0,44abA	0,43abA	0,43abA	0,43abA	0,47aA
2º período	0 - 15	0,38aB	0,38aA	0,37aA	0,36aA	0,40aA	0,39aA	0,37aA	0,37aB
<b>Relação mp/Mp</b>									
1º período	0 - 15	3:1	4:1	5:1	4:1	4:1	3:1	3:1	3:1
2º período	0 - 15	7:1	4:1	4:1	5:1	4:1	4:1	4:1	4:1

\* Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na horizontal ou maiúsculas na vertical, diferem significativamente entre si, pelo teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DE UM PLASOLO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTURA E TRÂNSITO DATOMOCRÁTIA COMPUTADORIZADA

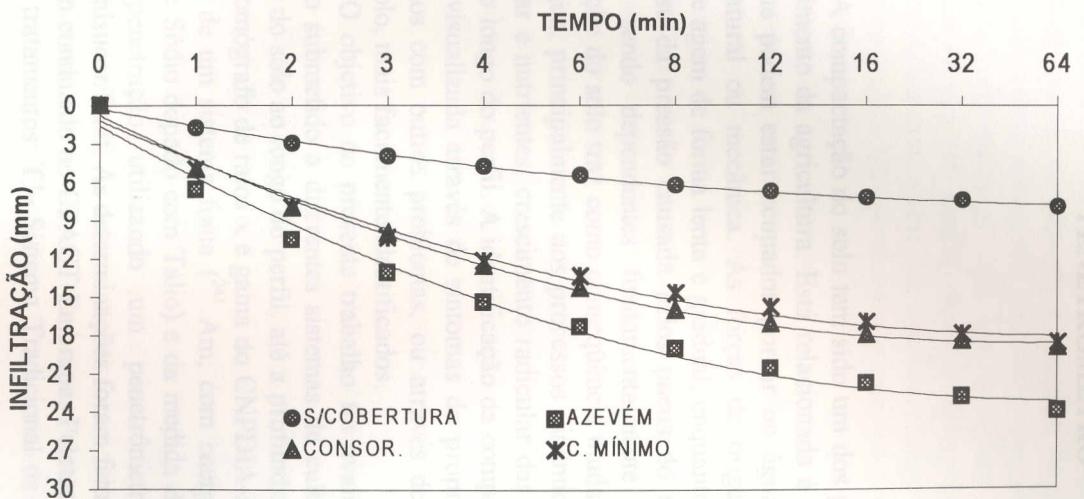


Figura 1. Infiltração acumulada de um solo de várzea cultivado com arroz irrigado, sob diferentes coberturas vegetais.

# AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DE UM PLANOSSOLO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO ATRAVÉS DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E DO PENETRÔMETRO

Eloy Antônio Pauletto<sup>1</sup>

Alceu Pedrotti<sup>2</sup>

Silvio Crestana<sup>3</sup>

A compactação do solo tem sido um dos grandes problemas para o desenvolvimento da agricultura. Está relacionada à diminuição do volume de vazios, que podem estar ocupados por ar ou água, causada por forças de origem natural ou mecânica. As forças de origem natural são de difícil definição e agem de forma lenta e gradual, enquanto que as forças mecânicas originam-se da pressão causada pelos pneus do trator e dos implementos agrícolas, sendo dependentes fundamentalmente do manejo do solo. A compactação do solo traz como consequência mudanças bruscas nas relações solo-ar-água, principalmente nos processos dinâmicos tais como: movimento de água, ar e nutrientes, crescimento radicular das plantas e na difusividade térmica ao longo do perfil. A identificação da compactação do solo no campo pode ser visualizada através de sintomas da própria planta, que podem ser confundidos com outros problemas, ou através de sinais apresentados pelo próprio solo, mais facilmente identificados.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a compactação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo através da medida da densidade do solo ao longo do perfil, até a profundidade de 0,30 m, utilizando um Minitomógrafo de raios x e gama do CNPDIA-Embrapa, São Carlos, SP, composto de um sistema fonte (<sup>241</sup>Am, com energia de 59,6 KeV)-detector (Iodeto de Sódio dopado com Tálio) e da medida da resistência mecânica do solo à penetração utilizando um penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar/Stolf. As determinações foram feitas em um experimento que vem sendo conduzido no CPACT-Embrapa, Pelotas, RS, desde 1985, com os seguintes tratamentos: T1- Sistema Tradicional de cultivo - um ano arroz, 2

<sup>1</sup> FAEM-UFPEL, Caixa Postal 354, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Curso de Pós-Graduação em Solos, UFLA, Lavras, MG.

<sup>3</sup> EMBRAPA-CNPDI, São Carlos, SP.

anos pousio; T2 - Sistema de cultivo contínuo; T3 - Rotação arroz x soja x milho; T4 - Azevém no inverno x arroz no verão em sistema de semeadura direta; T5 - Sucessão soja no sistema de preparo convencional x arroz em semeadura direta e T6 - Testemunha (solo mantido em condições naturais).

As Figuras 01 e 02 mostram a variação da densidade do solo ao longo do perfil determinada pela técnica da tomografia computadorizada e da variação da resistência mecânica do solo à penetração medida pelo penetrômetro, respectivamente. Observa-se (Figura 01) que há uma grande variação nos valores de densidade ao longo do perfil e entre tratamentos, sendo esta variação mais evidente na primeira camada de solo, aproximadamente de 0 a 0,10 m. Nas demais camadas (0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) esta amplitude diminui, porém seus valores são mais altos, chegando a valores acima de 1800 kg/m<sup>3</sup> no tratamento arroz contínuo (T2). Observa-se ainda que os menores valores de densidade na camada superficial são obtidos no sistema de semeadura direta do arroz na resteva do azevém (T4), corroborando com muitos pesquisadores que dizem que com o tempo este sistema favorece a estruturação do solo. Com relação aos valores obtidos da resistência mecânica do solo à penetração (Figura 02), observa-se que os mesmos corroboram com os valores de densidade obtidos pelo método tomográfico, evidenciando desta forma que os tratamentos que adotaram maior ação antrópica são os que apresentam a maior resistência mecânica do solo à penetração, principalmente na camada compreendida entre as profundidades de 0,10 a 0,20 m, mais notadamente no tratamento cultivo contínuo do arroz (T2).

### Referências Bibliográficas

CRESTANA, S. **A Tomografia Computadorizada como um novo método para estudos da física da água no solo.** São Carlos-SP. USP - IFQSC, 1985. 140p. (Tese de Doutorado)

CRESTANA, S. Non-invasive measurements. In.: SPOSITO, G. & REGINATO, R.J. **Opportunities in basic soil science research.** Wisconsin, Soil Science Society of America, Inc. 1º ed., 1992. p. 83-85.

PEDROTTI, A. **Avaliação da Compactação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo.** Pelotas, RS. FAEM-UFPEL. 1996, 84 p. (Dissertação).

VAZ, C.M.P.; CRESTANA, S. & REICHARD, K. Tomografia Computadorizada na avaliação da compactação do solo. **R. Bras. Ci. solo,** Campinas, SP. **16:** 153-159. 1992.

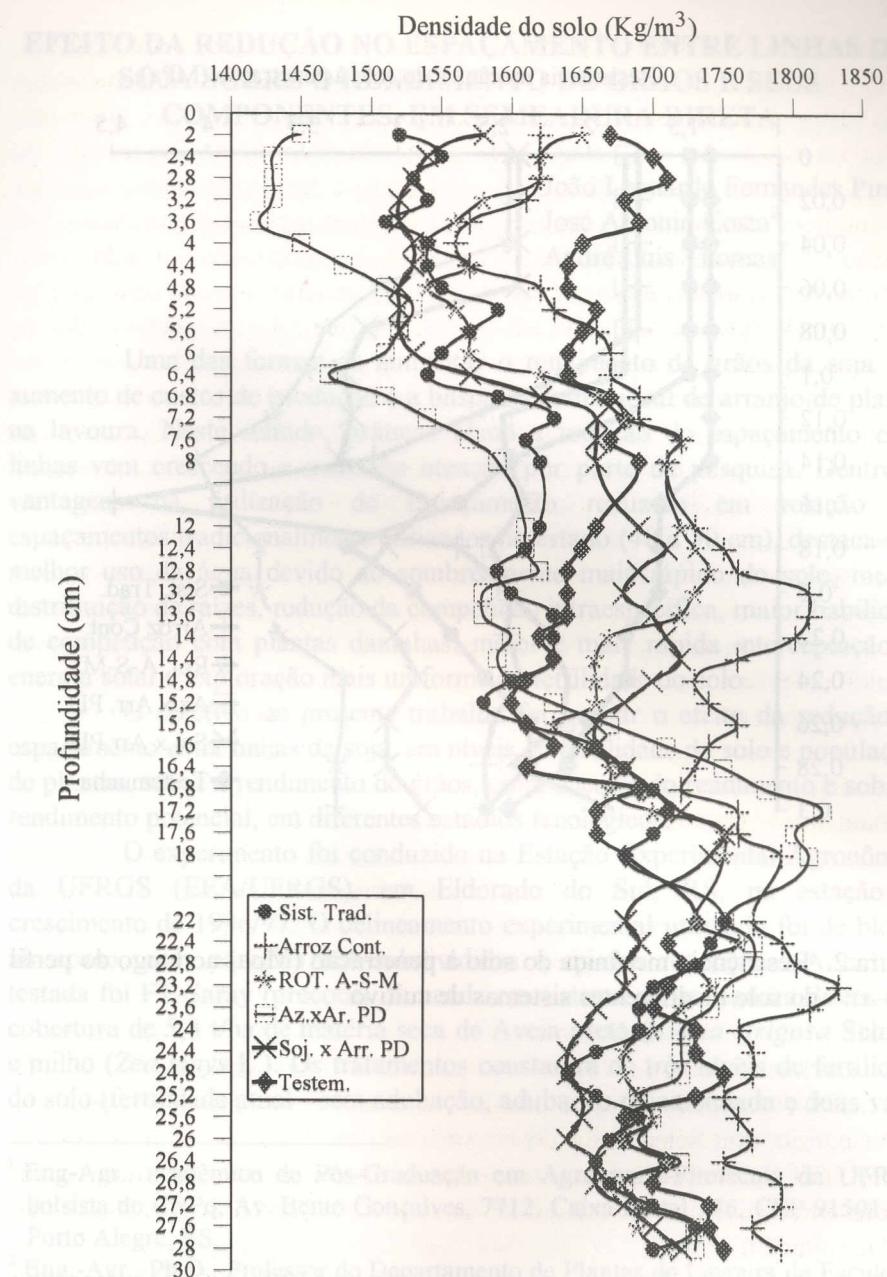


Figura 01. Densidade do Solo ( $\text{Kg/m}^3$ ), determinada pelo método da Tomografia Computadorizada, ao longo do perfil do solo, para diferentes sistemas de cultivo.

### Resistência mecânica do solo à penetração (MPa)

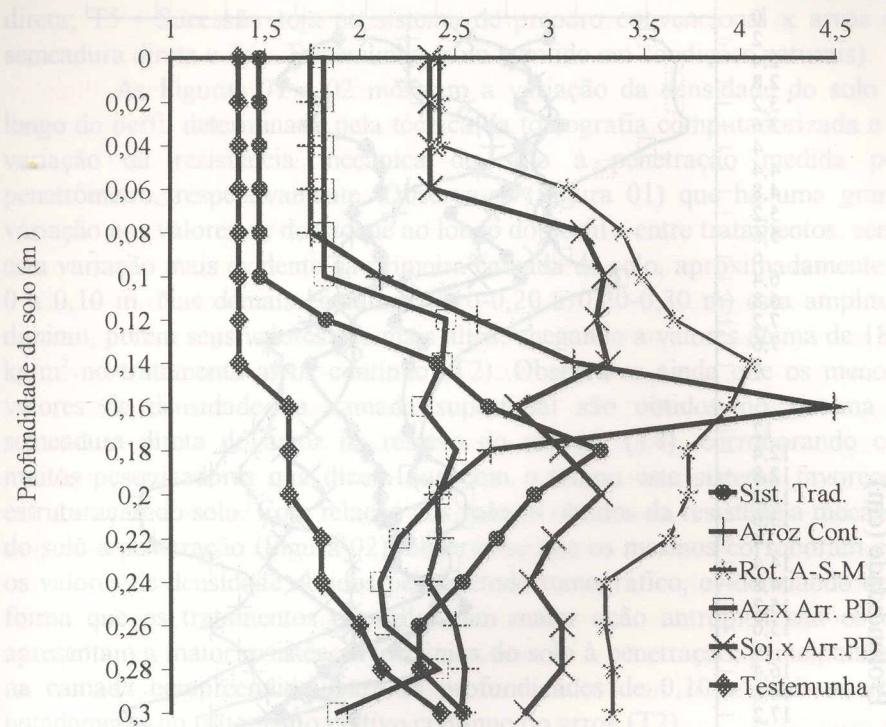


Figura 2. Resistência mecânica do solo à penetração (Mpa) ao longo do perfil do solo os diferentes sistemas de cultivo

## EFEITO DA REDUÇÃO NO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS DA SOJA SOBRE O RENDIMENTO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES, EM SEMEADURA DIRETA

João Leonardo Fernandes Pires<sup>1</sup>

José Antonio Costa<sup>2</sup>

André Luis Thomas<sup>3</sup>

Uma das formas de aumentar o rendimento de grãos da soja sem aumento de custos de produção é a busca da forma ideal de arranjo de plantas na lavoura. Neste sentido, práticas como a redução do espaçamento entre linhas vem crescendo e merecem atenção por parte da pesquisa. Dentre as vantagens na utilização do espaçamento reduzido em relação aos espaçamentos tradicionalmente utilizados no estado (40 a 50 cm), destaca-se o melhor uso da água devido ao sombreamento mais rápido do solo, melhor distribuição de raízes, redução da competição intraespecífica, maior habilidade de competição com plantas daninhas, maior e mais rápida interceptação da energia solar e exploração mais uniforme da fertilidade do solo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da redução no espaçamento entre linhas da soja, em níveis de fertilidade do solo e populações de plantas, sobre o rendimento de grãos, componentes do rendimento e sobre o rendimento potencial, em diferentes estádios fenológicos.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da UFRGS (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS, na estação de crescimento de 1996/97. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas sub-subdivididas e quatro repetições. A cultivar testada foi FT-Saray (precoce), semeada em sistema de semeadura direta com cobertura de 5,8 t/ha de matéria seca de Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e milho (*Zea mays* L.). Os tratamentos constaram de três níveis de fertilidade do solo (fertilidade atual - sem adubação, adubação recomendada e duas vezes

<sup>1</sup> Eng-Agr., acadêmico de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia da UFRGS, bolsista do CNPq, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. E-mail: plantas@hotnet.net.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

a adubação recomendada), locadas na parcela principal; duas populações de plantas (30 e 40 plantas/m<sup>2</sup>) testadas nas subparcelas e dois espaçamentos entre linhas (20 e 40 cm) arranjados nas sub-subparcelas. Para o cálculo dos níveis de adubação utilizou-se as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos (ROLAS). Além das determinações envolvendo os componentes do rendimento, realizou-se também avaliações de características morfo-fisiológicas das plantas em vários estádios. Efetuou-se ainda, a estimativa do rendimento potencial usando cinco plantas marcadas na linha dentro da área útil de cada sub-subparcela, onde foram quantificadas as estruturas reprodutivas nos estádios R2 (florescimento), R5 (início do enchimento de grãos) e R8 (maturação).

O rendimento médio de grãos foi de 4871 kg/ha, sendo influenciado pelo espaçamento entre linhas. O espaçamento reduzido (20 cm) apresentou rendimento de 5420 kg/ha, sendo 1098 kg/ha ou 18 sacos superior ao espaçamento de 40 cm (4322 kg/ha). O componente do rendimento mais afetado pela redução no espaçamento entre linhas foi o número de legumes por m<sup>2</sup>, apresentando valores de 1789 e 1544 legumes/m<sup>2</sup> para os espaçamentos de 20 e 40 cm, respectivamente. Não houve resposta diferencial dos componentes número de grãos por legume e peso de 100 grãos quando modificou-se o espaçamento entre linhas (Tabela 1). Verificou-se, 30 dias após a emergência, que o espaçamento reduzido já proporcionava 72% de fechamento da entre linha, enquanto 40 cm, apenas 55% de fechamento. Neste estádio verificou-se também, maior área foliar e matéria seca por m<sup>2</sup> do espaçamento de 20 cm em relação a 40 cm. Se todas as flores presentes em R2 se transformassem em legumes e chegassem a maturação o rendimento potencial médio seria de 15007 kg/ha. Já, se todos os legumes e flores presentes em R5 chegassem a maturação, o rendimento potencial médio de 10282 kg/ha seria alcançado, sendo este influenciado pelo espaçamento entre linhas, onde em 20 cm se obteve 10962 kg/ha e 40 cm 9602 kg/ha (Tabela 2). O fato que determinou o maior rendimento real em R8 do espaçamento reduzido em relação ao mais amplo, foi o número de legumes por m<sup>2</sup>. No estádio R2, independentemente do tratamento testado, a cultivar FT-Saray apresentava mais de 500 g de matéria seca/m<sup>2</sup>, condição tida como mínima para a obtenção de altos rendimentos. Os tratamentos que constaram de níveis de fertilidade e populações de plantas, embora tenham modificado algumas características morfo-fisiológicas da cultura, durante sua ontogenia, não promoveram diferenças significativas no rendimento de grãos e nos principais componentes do rendimento. Considera-se importante a utilização do espaçamento reduzido associado ao sistema de

semeadura direta devido aos benefícios mencionados anteriormente, e pela possibilidade de aumento no potencial de rendimento da soja, que é fator importante quando se visam altos rendimentos. É necessário, no entanto, que se busque maiores informações sobre questões como implementos, data de semeadura, resposta de cultivares, formas de aplicação de defensivos, doenças; para que esta prática seja difundida entre os produtores de soja.

Tabela 1. Rendimento de grãos e componentes do rendimento da cultivar de soja FT-Saray em dois espaçamentos entre linhas, cultivada em semeadura direta, na média de níveis de fertilidade e populações de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento entre linhas	Rendimento de grãos a 13% de umidade (kg/ha)	Legumes por m <sup>2</sup>	Grãos por legume	Peso de 100 grãos a 13% de umidade (g)
20 cm	5420 a*	1789 a	1,98 ns	17,23 ns
40 cm	4322 b	1544 b	1,96	17,47
Média	4871	1666	1,97	17,35
C.V. (%)	10,9	18,45	6,41	4,81

\* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

ns - não significativo.

Tabela 2. Rendimento potencial e real da cultivar de soja FT-Saray em dois espaçamentos entre linhas, cultivada em semeadura direta, na média de níveis de fertilidade e populações de plantas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento entre linhas	Florescimento **	Início do enchimento de grãos **	Maturação **	
			kg/ha	
20 cm	14908 ns	10962 a*	5633 a	
40 cm	15106	9602 b	5028 b	
Média	15007	10282	5330	
C.V. (%)	27,57	19,53	17,36	

\* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Dados obtidos em cinco plantas.

ns - não significativo.

## RENDIMENTO DE MILHO E SOJA CULTIVADOS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, SOB DIFERENTES COBERTURAS MORTAS, EM UM SOLO DE VÁRZEA

Algenor da Silva Gomes<sup>1</sup>

Francisco de Jesus Vernetti Júnior<sup>1</sup>

Luis Diego Nieto Silveira<sup>2</sup>

No Rio Grande do Sul os solos de várzea abrangem extensas áreas com relevo plano a suave ondulado e se localizam, principalmente, nas regiões fisiográficas da Planície Costeira, da Depressão Central e da Campanha, atingindo aproximadamente 6 milhões de hectares (cerca de 21% da área total do Estado). O atual sistema de produção agropecuário, predominante nestes tipos de solo (arroz irrigado/pecuária de corte), associado a práticas culturais inadequadas, tem contribuído para a degradação do agroecossistema, devido, principalmente, a compactação dos solos, à infestação com plantas daninhas nas áreas cultivadas com arroz (arroz daninho) e à ocorrência de uma flora de sucessão de baixa qualidade, o que vem concorrendo para a redução dos retornos econômicos e para a inviabilização do sistema de produção.

Entre as alternativas disponíveis, na atualidade, que podem ser utilizadas para recuperar, manter ou melhorar a capacidade produtiva dos solos destacam-se os métodos de manejo do solo denominados "sistemas conservacionistas", os quais têm, comprovadamente, contido os processos degradativos de solos. Dentre esses métodos, merece destaque o sistema plantio direto, que preconiza um mínimo de mobilização do solo e a manutenção, na maior parte do tempo, de resíduos culturais sobre a superfície do solo e rotação de culturas.

O sistema plantio direto, utilizado com sucesso desde 1980 na cultura do arroz irrigado, no RS, vem sendo considerado, também, na atualidade, como uma alternativa capaz de viabilizar a exploração racional e econômica de culturas de sequeiro, em solos de várzea. Esta expectativa decorre da capacidade do sistema em promover melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, além de minimizar os riscos de seca.

Outros aspectos favoráveis à agricultura, associados ao plantio

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Estudante de Pós-Graduação FAEM/UFPEL.

direto, dizem respeito à semeadura em épocas mais adequadas, à melhor integração agricultura/pecuária, através da utilização de espécies forrageiras de duplo propósito, que proporcionariam alimentação para os animais, uma boa cobertura do solo para a implantação de cultivos de verão e a redução dos custos de produção. A adoção do sistema plantio direto vem portanto, ao encontro da necessidade de substituição de técnicas tradicionais por outras menos degradantes dos recursos naturais e que viabilizem o desenvolvimento de sistemas produtivos auto-sustentáveis.

O sistema plantio direto vem sendo pesquisado intensamente em solos não hidromórficos; todavia, raros são os estudos desenvolvidos para solos de várzeas envolvendo espécies de sequeiro. Assim, em função do exposto, vem sendo conduzido o presente trabalho, que tem por objetivo avaliar o desempenho de espécies forrageiras de inverno na produção de forragem e na formação de cobertura morta, com vistas ao manejo do sistema plantio direto; seus reflexos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, e o desempenho de espécies de sequeiro, produtoras de grãos.

Esta ação de pesquisa vem sendo conduzida em um Planossolo, na área experimental da Embrapa/CPACT, Pelotas (RS), no delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas, com 3 repetições. Envolve doze tratamentos, os quais correspondem a nove tipos de espécies forrageiras de inverno e três consorciações. Estes tratamentos são localizados nas parcelas, enquanto que os cultivos subsequentes de soja e milho, são localizados nas subparcelas. Tanto as espécies de inverno como as culturas de verão são implantadas no sistema plantio direto. A área de cada parcela corresponde a 120 m<sup>2</sup> (12x10), e a das subparcelas, a 60 m<sup>2</sup> (6x10).

O experimento teve início em junho de 1995, a partir da implantação das forrageiras de inverno. Na safra de verão de 1996/1997 foi implantado mais um tratamento correspondente ao sistema convencional, considerado como testemunha.

Os resultados correspondem a matéria seca (MS) das forrageiras de inverno e ao rendimento de grãos de milho e de soja (safras 95/96 e 96/97). No ano de 1995, as maiores produções de matéria seca (t/ha), das forrageiras de inverno, foram apresentadas pelas gramíneas, consorciações e pelo nabo forrageiro(Tabela 1). Entre estas, merecem ser destacadas o azevém, a aveia preta, a erva-lhaca + azevém, a erva-lhaca + aveia preta e o trevo vesiculoso + aveia preta. As menores produções de MS foram apresentadas pela erva-lhaca, trevo vesiculoso e tremoço azul.

O melhor desempenho, com relação à MS, apresentado pelas

gramíneas em relação às leguminosas, repetiu-se em 1996, como pode ser observado na Tabela 1, destacando-se o triticale, o centeio e a aveia preta. A melhor performance apresentada pelas gramíneas, em relação as leguminosas, está associada, entre outros aspectos, ao desenvolvimento inicial mais rápido o que associa-se a uma melhor adaptação às condições edafoclimáticas adversas.

A maior produção de MS das espécies de inverno, verificada em 1996 em relação a 1995 (Tabela 1), pode ser explicada pelo excesso de precipitação pluviométrica ocorrida logo após a semeadura das forrageiras em 1995, o que ocasionou um atraso no estabelecimento das mesmas, refletindo na produção final. Outro aspecto que deve ser ressaltado, é que algumas espécies de inverno, em 1996, quando amostradas para determinação de MS, já haviam ultrapassado a época pré-determinada, encontrando-se na fase de enchimento de grãos, o que, com certeza, contribuiu também para aumentar a produção de MS.

A partir da análise do rendimentos médios de milho (Tabela 1), constata-se que as produtividades médias foram de 4,6 e 3,9 t/ha, respectivamente, nas safras 95/96 e 96/97. Estes valores assemelham-se àqueles que vêm sendo obtidos por Porto(1996), no sistema convencional, em solos de várzea. Quando se compara os resultados relacionados a tratamentos, verifica-se a existência de diferenças estatísticas entre eles, destacando-se àquelas produtividades obtidas sob os resíduos da consociação ervilhaca + azevém, e do azevém e da aveia preta, seguido pelo centeio, nas duas safras agrícolas. Na safra 96/97, quando implantou-se o sistema convencional, apenas a produtividade obtida sob os resíduos de cevada, mostrou-se diferente estatisticamente daquela observada no sistema convencional.

Em relação a soja (Tabela 1), observa-se que os rendimentos médios de grãos, obtidos em função das diferentes coberturas vegetais do solo, nas safras 95/96 e 96/97, foram, respectivamente, de 2,6 e 2,2 t/ha. Analisando-se os resultados correspondentes aos tratamentos, constata-se que houve diferenças estatísticas entre eles, em ambas as safras. Na safra 95/96, merece ser destacado o rendimento obtido sob resíduo de ervilhaca + azevém, o qual diferiu estatisticamente dos rendimentos obtidos sob os resíduos de tremoço, ervilhaca, nabo forrageiro e cevada. Já na safra seguinte, o maior rendimento foi obtido sob o resíduo de aveia preta, diferindo estatisticamente apenas dos rendimentos verificados sob resíduos de cevada e do obtido no sistema convencional.

No ano agrícola 1996/97, os rendimentos de grãos (t/ha) de milho e

de soja, apresentaram-se mais baixos do que na safra anterior. Este fato deve estar associado à maior deficiência hídrica constatada nesta última safra, quando verificaram-se longos períodos sem precipitação, os quais coincidiram com a época de maior exigência das culturas de verão, principalmente do milho, que, inclusive, sofreu atraso no plantio, em relação à safra anterior, devido também a problemas climáticos.

Tabela 1. Produção de matéria seca (MS) das forrageiras de inverno, e de grãos de milho e soja, em t/ha, nos anos agrícolas de 1995/96 e 1996/97. Pelotas, RS, 1997

Forrageira	MS		Milho		Soja	
	1995*	1996	95/96	96/97	95/96	96/97
Azevém	5,7	7,4 bc**	5,1 ab	3,7 ab	2,4 b	2,4 ab
Aveia P.	5,1	8,9 ab	5,0 ab	4,3 a	2,6 ab	2,5 a
Centeio	4,2	9,6 ab	4,9 abc	4,4 a	2,7 ab	2,3 ab
Cevada	3,5	8,1 bc	3,7 c	2,88 b	2,4 b	2,0 b
Triticale	4,6	11,0 a	4,9 abc	3,8 ab	2,8 ab	2,2 ab
Nabo forr.	5,6	8,4 bc	3,8 bc	4,1 a	2,4 b	2,3 ab
Ervilhaca	2,6	4,7 cd	4,4 abc	4,4 a	2,4 b	2,2 ab
Tremoço	2,1	4,3 cd	4,6 abc	3,7 ab	2,4 b	2,4 ab
Trevo Ves.	2,6	2,5 d	4,7 abc	4,2 a	2,6 ab	2,2 ab
Erv.+Av.P.	4,6	6,1 cd	4,9 abc	3,9 ab	2,5 ab	2,2 ab
Erv.+Azev.	5,3	3,5 d	5,4 a	4,2 a	2,9 a	2,2 ab
T.Ves.+Av.	4,6	6,9 bc	4,2 abc	2,8 ab	2,5 ab	2,3 ab
S.Convenc.	-	-	-	4,4 a	-	1,3 c
Média	4,2	6,8	4,6	3,9	2,6	2,2

\* As amostras colhidas nesta safra foram apenas indicativas da produtividade de MS, não possibilitando análise estatística.

\*\* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

PORTO, M.P.; FRANCO, J.C.B. Desempenho de cultivares de milho, em Planossolo Pelotas, RS. Ano agrícola 1994/95. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 40., REUNIÃO DO SORGO, 23., 1995, Pelotas. Anais... Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1996. p.174-189.

## MANEJO DA RESTEVA DE MILHO PARA O ESTABELECIMENTO DE TRIGO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

José Eloir Denardin<sup>1</sup>

Rainoldo Alberto Kochhann<sup>1</sup>

É postulado pelo sistema plantio direto a rotação de culturas e a cobertura vegetal permanente do solo. A diversidade de espécies, tecnicamente compatíveis e economicamente viáveis de exploração, disponíveis para compor sistemas de rotação de culturas na região produtora de cereais de inverno do sul do Brasil, é limitada. Em função disso, em determinados sistemas de rotação de culturas, o trigo, necessariamente, passa a ser cultivado em seqüência ao milho. Nessa situação, têm se levantado a hipótese de que semeadoras para plantio direto de trigo apresentam problemas operacionais para estabelecer essa cultura com populações de plantas dentro de padrões planejados.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de métodos de manejo da resteva de milho sobre a uniformidade de distribuição de plantas de trigo ao longo da linha de semeadura e sobre os componentes de rendimento da cultura de trigo cultivada em seqüência à cultura de milho, buscando disponibilizar, para o sistema plantio direto, subsídios para a sua condução de forma eficiente, prática e econômica, permitindo que com a sua adoção a rentabilidade da exploração agropecuária do sul do Brasil, que envolve cereais de inverno, seja maximizada. O ensaio, contemplando 3 métodos de manejo de palha de milho durante a colheita (colhedora equipada com picador de palha, colhedora sem o pente de espera do picador de palha e colhedora equipada com espalhador de palha) e 4 métodos de manejo dessa palha após a colheita (trituração, rolagem, gradagem e sem manejo), foi instalado nos Campos Experimentais da Embrapa Trigo, em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico (Unidade de Mapeamento Passo Fundo), nos anos agrícolas de 1995 e 1996. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com parcelas divididas e com 3 repetições. Os métodos de manejo da palha aplicados durante a colheita constituíram as parcelas e os métodos de manejo da palha aplicados após a colheita constituíram as subparcelas, totalizando 12

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: denardin@cnpt.embrapa.br e rainoldo@cnpt.embrapa.br.

tratamentos. Os métodos de manejo após a colheita foram aplicados na entressafra milho/trigo, no dia anterior ao da semeadura da cultura de trigo. A área de cada unidade experimental mediu 60 m<sup>2</sup> (3 m x 20 m). A semeadura de trigo, cultivar EMBRAPA-16, nas unidades experimentais submetidas aos diferentes métodos de manejo de resteva de milho, foi realizada, no ano de 1995, com a semeadora, para plantio direto, modelo SD 513, marca Lavrale, e, no ano de 1996, com o modelo SHM 11, marca Semeato, ambas equipadas com o sistema rompedor de solo tipo discos duplos defasados e reguladas para distribuir 350 sementes aptas por metro quadrado. Foram avaliados a massa de resíduos culturais de milho e o percentual de cobertura de solo no momento da semeadura de trigo, o índice de qualidade de distribuição de plantas de trigo emergidas ao longo da linha de semeadura, mediante a equação [1], a população de plantas emergidas, a densidade de espigas, a massa de mil sementes, a massa do hectolitro e o rendimento de grãos de trigo.

$$I = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - b)^2}{n}} / B - b \quad [1]$$

**I** = índice de qualidade de distribuição de plantas, onde **I** = 1 corresponde à situação ideal, com plantas equidistantes ao longo da linha de semeadura, e **I** = 0 corresponde à pior situação, com plantas mal distribuídas ao longo da linha de semeadura; **a** = distância observada entre as plantas emergidas (cm); **b** = distância esperada entre as plantas, para a população de plantas planejada (cm); **B** = comprimento total da linha de semeadura avaliada (cm); e **n** = número de distâncias observadas entre as plantas ao longo da linha de semeadura avaliada.

A massa de restos culturais de milho, presente na superfície do solo, no momento da semeadura da cultura de trigo, foi de 7,01 t ha<sup>-1</sup>, na safra de 1995, e de 9,88 t ha<sup>-1</sup>, na safra de 1996. Na safra de trigo de 1995, os percentuais de cobertura de solo, promovidos pelos restos culturais de milho, foram afetados, significativamente, apenas pelos métodos de manejo aplicados em pós-colheita. Nessa safra, o triturador proporcionou o maior percentual de cobertura de solo (97,26%) o qual foi, estatisticamente, superior aos percentuais promovidos pelo rolo faca (91,89%) e pela grade (91,44%), contudo, não foi diferente do tratamento sem manejo (94,22%). Na safra de trigo de 1996, os percentuais de cobertura de solo não foram influenciados, significativamente, pelos métodos de manejo da resteva de milho, atingindo

valor médio de 97,80%. Possivelmente, a ausência de efeitos dos métodos de manejo da resteva de milho sobre o percentual de cobertura de solo, no ano de 1996, esteja relacionada com a grande massa de resíduos produzida pela cultura de milho ( $9,88 \text{ t ha}^{-1}$ ) que, independentemente do método de manejo, proporcionou elevados índices de cobertura de solo. Os métodos de manejo da palha de milho, tanto na colheita como em pós-colheita, não influenciaram, significativamente, o índice de qualidade de distribuição de plantas de trigo emergidas e nem os componentes de rendimento dessa cultura, nos dois anos agrícolas da experimentação (Tabela 1). As populações de plantas emergidas, que foram em média 268 plantas  $\text{m}^{-2}$ , no ano de 1995, e 284 plantas  $\text{m}^{-2}$ , no ano de 1996, embora inferiores ao planejado, que era de 350 plantas  $\text{m}^{-2}$ , apresentaram-se uniformemente distribuídas ao longo das linhas de semeadura, conforme comprovado pelos elevados índices de qualidade de distribuição de plantas emergidas, que atingiram valores médios de 0,9965, no ano de 1995, e de 0,9958, no ano de 1996. Esses índices, muito próximos da unidade, indicam que as semeadoras empregadas para a semeadura do trigo não apresentaram problemas operacionais comprometedores para efetuar o corte da resteva de milho e abrir o sulco de semeadura, realizando, consequentemente, uma distribuição uniforme de sementes ao longo da linha de semeadura. Conclui-se, portanto, que a resteva de milho não, necessariamente, constitui um empecilho para o estabelecimento da cultura de trigo cultivado em seqüência, sob o sistema plantio direto.

Tabela 1. Índices de qualidade de distribuição de plantas de trigo ao longo da linha de semeadura e componentes de rendimento da cultura de trigo cultivada em seqüência à cultura de milho, que teve a resteva submetida a diferentes métodos de manejo. Passo Fundo, RS, safras agrícolas de 1995 e de 1996

Safra agrícola	Índice de qualidade de semeadura	População de plantas (plantas m <sup>-2</sup> )	Densidade de espigas (espigas m <sup>-2</sup> )	Massa de mil sementes (g)	Massa do hectolitro (kg)	Rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
1995	0,9965	268	389	28,15	73,80	2.529
1996	0,9958	284	368	32,51	77,54	3.037
Média	0,9962	276	378	30,33	75,67	2.783

Obs.: Valores médios de 12 tratamentos e de 3 repetições.

# ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA PLANTAR CULTURAS ANUAIS SOBRE UMA COBERTURA PERMANENTE DE *ARACHIS PINTOI*

Miguel A. Ayarza<sup>1</sup>  
Estevão A. Pizarro  
Lorival Vilela<sup>2</sup>

## Introdução

*Arachis pintoi* é uma leguminosa forrageira perene que se caracteriza por seu hábito de crescimento estolonífero, excelente qualidade nutritiva e boa capacidade de cobertura do solo. Estes atributos tem sido utilizados para melhorar a produtividade animal em sistemas pecuários (Lascano, 1993; Argel, 1993 e Pizarro & Rincon, 1993) e para controlar a erosão do solo, a incidência de ervas daninhas e nematóides em plantações de café e banana na América tropical (De la Cruz et al., 1993). O potencial desta leguminosa como cobertura permanente em sistemas de plantio direto com culturas anuais em condições de cerrado não tem sido documentado. Além de sua capacidade para proteger o solo e controlar ervas daninhas esta leguminosa poderia aumentar a disponibilidade de nitrogênio para o cultivo e melhorar a qualidade da matéria orgânica no solo desses sistemas. O presente estudo foi realizado para determinar o efeito de várias intensidades de preparo, em combinação com a aplicação de herbicidas, sobre a biomassa de *Arachis*, a intensidade de ervas daninhas e a produção de milho em um experimento montado sobre uma cobertura de três anos de idade.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado sobre uma cobertura de *A. pintoi* BRA 31143, em um LVA de textura arenosa em Uberlândia, M. G. Os tratamentos foram instalados no campo seguindo um desenho de parcelas subdivididas com

<sup>1</sup> Pesquisador do Programa de Trópicos Baixos e do Programa de Forrageiras Tropicais do Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

<sup>2</sup> Pesquisador Sistemas Agropastoris Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Caixa Postal 08.223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Nas parcelas principais estudou-se o efeito de quatro intensidades de preparo: 1) sem preparo; 2) preparação mínima com subsolador; 3) duas passagens de grade; 4) arado e grade. Nas subparcelas comparou-se o efeito combinado da preparo com aplicação de herbicidas. Nas subparcelas sem preparo e nas com preparo mínimo com subsolador aplicou-se Round-up (3lts/ha) + 1% de uréia sobre a cobertura de Arachis duas semanas antes de semear o milho. Nas parcelas com grade e arado aplicou-se Classic (Chlorimurom) na dosagem de 80 g/ha, depois do plantio do milho, para controlar a rebrota da cobertura. Foi medido, em várias épocas de cultivo, o efeito dos tratamentos sobre a biomassa de Arachis, o crescimento de milho e a biomassa de ervas daninhas. Ao final do ciclo de cultivo, avaliou-se a produção de milho e o rebrote da cobertura após a colheita.

## Resultados

As medições realizadas depois de dois plantios de milho mostraram uma redução de 15% na biomassa de Arachis no tratamento com subsolador. Nos tratamentos com grade + arado a redução foi maior que 50%. Avaliações posteriores não mostraram mudanças significativas na cobertura. A redução da cobertura foi acompanhada do incremento da biomassa de ervas daninhas, especialmente nos tratamentos com gradagem e aração, aonde ocorreu remoção temporária da cobertura de Arachis (Tabela 1). A espécie de erva daninha predominante neste tratamento foi o pé-de-galinha (*Eleusine indica*).

A aplicação de Round-up no tratamento sem preparo reduziu a cobertura de Arachis. Efeito similar foi observado no tratamento com subsolador, embora a incidência de ervas daninhas tenha aumentado significativamente. O efeito combinado, do preparo com o herbicida, sobre a cobertura de Arachis, nos tratamentos com grade e grade + arado, resultou numa forte incidência de ervas daninhas.

O desenvolvimento e a produção de milho estiveram relacionados com o grau de controle da cobertura pelo preparo e pelos herbicidas. Na ausência do controle mecânico ou controle químico o crescimento do milho foi severamente reduzido (Figura 1). Este efeito foi totalmente eliminado com a aplicação de Round-up sobre a cobertura. Os melhores rendimentos de milho foram obtidos no tratamento de preparo com subsolador seguido de aplicação de Round-up. A cobertura de Arachis se restabeleceu completamente depois

do ciclo de cultivo. O tempo necessário para atingir uma cobertura completa foi menor no tratamento com subsolador.

## Conclusões

Existem várias estratégias para reduzir temporariamente o efeito competitivo de *Arachis pintoi* e obter bons rendimentos de cultivos plantados sobre coberturas com essa leguminosa. A aplicação de 3 lts/ha de Round-up é suficiente para controlar a cobertura e obter bons rendimentos no sistemas de preparo zero. Rendimentos similares podem ser obtidos com o uso de subsolador sem herbicida. Ester tratamento tem a vantagem de permitir o restabelecimento mais rápido da cobertura de Arachis.

Tabela 1. Efeitos da intensidade de preparo e uso de herbicida no controle de cobertura de *A. pintoi* sobre um Latossolo franco-arenoso em Uberlândia, MG. (Valores médios de três repetições em kg/ha)

Intensidade de Preparo	- Herbicida		+ Herbicida	
	Arachis	Ervas daninhas	Arachis	Ervas daninhas
Sem Preparo	10895	427	602	463
Subsolador	4054	745	86	2168
Grade	2280	3366	2773	7775
Arado	2008	3373	1581	8219

Herbicida: Round-up (3.5 lts/ha) nos Tratamento Sem Preparo e com Subsolador e Classic nos tratamentos com grade e grade+arado.

deslêmos matérias-primas rústicas para elaborar cimento. O resultado da aplicação estudou-se o efeito de quatro tipos de coberturas rústicas com diferentes intensidades de preparação rústica com e sem herbicida.

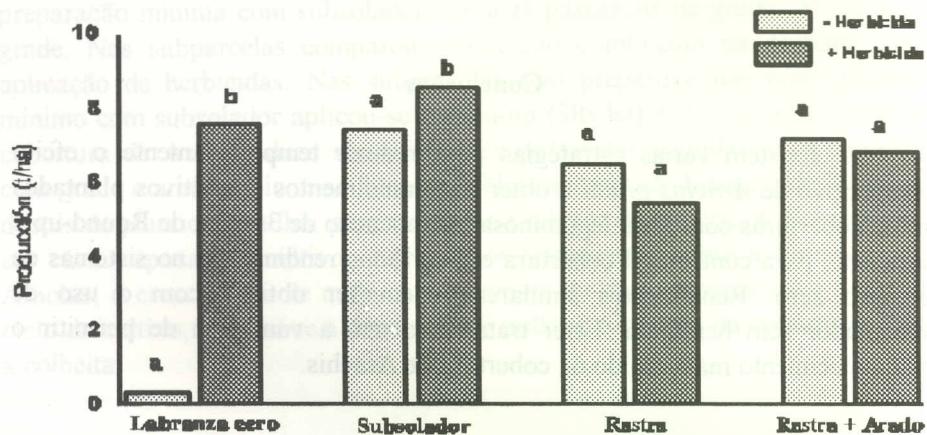


Figura 1. Produção de milho plantado sobre uma cobertura de *A. pintoi* controlada com vários métodos mecânicos e químicos em um Latossolo franco arenoso de Uberlândia, MG, Brasil. Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p<0.05$ ).

O desempenho do milho sobre a cobertura de *A. pintoi* controlada com o grau de preparação rústica mais elevado (subsolador) obteve a maior produção, com significância estatística ( $p<0.05$ ) em comparação com a cobertura de rasteira e rasteira + arado, que obtiveram a mesma forte reação de crescimento.

O desempenho do milho sobre a cobertura de *A. pintoi* controlada com o grau de preparação rústica mais elevado (subsolador) mostrou-se superior ao da cobertura de rasteira + arado, com a aplicação de Round-up, e da rasteira, sem a aplicação de Round-up. A cobertura de rasteira + arado sem a aplicação de Round-up, obteve a menor produção.

## DESEMPENHO DO ARROZ IRRIGADO EM PLANTIO DIRETO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS DO SOLO

Algenor da Silva Gomes<sup>1</sup>

Adão Duarte Dias<sup>2</sup>

Francisco de Jesus Vernetti Júnior<sup>1</sup>

Luis Diego Nieto Silveira<sup>3</sup>

O cultivo do arroz irrigado, no sistema plantio direto, ocupa no RS, uma área em torno de 240 mil hectares. Além de minimizar o problema do arroz daninho, a adoção deste sistema vem proporcionando aos orizicultores gaúchos, entre outras vantagens, uma redução do custo de produção, a semeadura em época mais adequada e uma melhor integração lavoura/pecuária. Embora o azevém seja atualmente a forrageira utilizada com um desempenho razoável em termos de duplo propósito (pastejo e formação de cobertura morta do solo), os orizicultores estão à procura de alternativas mais favoráveis que proporcionem, ao mesmo tempo, melhor desempenho do arroz irrigado e da pecuária de corte.

Em função do exposto, o presente trabalho foi conduzido objetivando avaliar o comportamento do arroz irrigado, no sistema plantio direto, e de forrageiras de inverno, cultivadas em solos de várzea, com o fim de duplo propósito (pastejo e formação de cobertura morta). Para a consecução dos objetivos, foi conduzido, na área física da EMBRAPA/CPACT-EETB, sobre um Planossolo, nas safras 94/95, 95/96 e 96/97, um experimento a nível de campo, delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições,. Os tratamentos avaliados corresponderam a: T1 - Sistema convencional (SC); T2 - Cultivo mínimo (CM); T3 - Plantio direto do arroz (PD)/Azevém; T4 - PD/ Tremoço azul; T5 - PD/Aveia preta; T6 - PD/Trigo; T7 - PD/ Trevo vesiculoso; T8 - PD/Trevo branco; T9 - PD/Ervilhaca; T10 - PD/Azevém + Ervilhaca; T11 - PD/Cornichão; e T12 - PD/Nabo forrageiro. As coberturas vegetais foram dessecadas com Glifosate (4,0 l/ha p.c.). No SC (testemunha) foram efetuados trabalhos de aração, gradagem e aplaínamento. A cultivar de arroz utilizada foi a EMBRAPA 7-Taim, na densidade de 170

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Bolsista da FAPERGS (1995).

<sup>3</sup> Pós-graduando (UFPel).

kg/ha. Os parâmetros avaliados no presente trabalho foram: rendimentos de grãos de arroz e de engenho e de matéria seca da parte aérea das forrageiras (MS).

Os resultados de rendimentos de grãos e de engenho encontram-se na Tabela 1. A partir da análise conjunta, observa-se que a produtividade de grãos, obtida no sistema de PD, foi semelhante ou, em alguns casos, superior em valores absolutos às alcançadas no SC (T1) e CM (T2), merecendo destaque o PD realizado sobre as coberturas mortas formadas por resíduos de cornichão (T11), ervilhaca (T9) e trevo branco (T8). De outra forma, constata-se que o menor rendimento de grãos ocorreu quando o arroz foi cultivado sobre resíduo de trigo (T6), o qual se mostra diferenciado, em termos estatísticos, apenas dos tratamentos T1, T2, T8, T9 e T11. Observa-se, ainda, que a produtividade de grãos apresentou variações significativas em função do efeito ano. Quanto ao rendimento de engenho (% de grãos inteiros), considerando os três anos de condução do experimento (Tabela 1), constata-se que não houve diferenças significativas em função de sistemas de cultivo e de tipos de cobertura vegetal do solo. Por outro lado, quando se comparam as médias em função do ano agrícola, observa-se que o menor rendimento de engenho ocorreu na safra 94/95, o qual foi estatisticamente inferior aos demais.

As forrageiras de inverno, utilizadas para formação de cobertura vegetal do solo, foram avaliadas também quanto à produtividade de matéria seca (MS) da parte aérea, a qual foi determinada no florescimento (Tabela 2). A aveia preta, juntamente com o azevém, a consorção azevém+ervilhaca e o trigo, destacaram-se quanto à produtividade de MS. Entre as demais espécies, destacou-se o nabo forrageiro, seguido do cornichão e da ervilhaca. Faz-se oportuno salientar que nas duas primeiras safras, as forrageiras foram implantadas em solo preparado convencionalmente, enquanto que na safra 96/97, foram semeadas sobre a resteva de arroz, correspondente ao cultivo do ano anterior, com preparo reduzido do solo (uma passagem de grade destravada). Tal procedimento deve ter ocorrido para as baixas produtividades proporcionadas, especialmente pelas gramíneas, naquela safra.

Tabela 1. Rendimentos de grãos (kg/ha) e de engenho (%) de grãos inteiros) da cultivar de arroz EMBRAPA 7-Taim, em função de três sistemas de cultivo e de diferentes coberturas vegetais do solo. EMBRAPA/CPACT, 1997

Trat.	Rend. de grãos (kg/ha)			Média	Rend. de engenho (%)			Média
	94/95	95/96	96/97		94/95	95/96	96/97	
T1	6155	6183	5771	6036 a*	53	63	61	59 a
T2	6342	6040	5682	6021 ab	53	62	60	58 a
T3	6076	3916	6041	5344 bc	55	62	62	60 a
T4	6280	4910	5754	5648 abc	57	63	64	61 a
T5	5825	5170	5954	5650 abc	55	62	64	60 a
T6	6912	3473	5482	5306 c	59	63	60	61 a
T7	6299	4950	6085	5778 abc	58	63	60	60 a
T8	6877	5247	5806	5977 ab	58	63	62	61 a
T9	6198	5506	6423	6042 a	55	61	64	60 a
T10	6012	5319	5768	5700 abc	57	62	67	62 a
T11	6730	5892	6162	6261 a	56	64	63	61 a
T12	6382	5763	5361	5835 abc	57	62	60	60 a
Média	6341 A	5206 C	5835 B		56 B	62 A	62 A	

\* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Produtividade de matéria seca (t/ha), por ocasião da floração, de diferentes espécies de forrageiras de inverno, cultivadas em solo de várzea, com vistas ao pastejo e à cobertura morta, para o plantio direto do arroz. EMBRAPA/CPACT, 1997

Forrageiras	Matéria seca (t/ha)			Média
	94/95	95/96	96/97	
Azevém	5,1	5,8	2,2	4,4
Tremoço azul	1,6	0,5	1,6	1,2
Aveia preta	5,7	6,4	2,0	4,7
Trigo	-	5,8	1,1	3,4
Trevo vesiculoso	1,8	0,5	0,7	1,3
Trevo branco	1,0	0,3	2,4	1,2
Ervilhaca	1,1	0,6	3,0	1,6
Azevém + Ervilhaca	-	6,6	1,8	4,2
Cornichão	1,1	2,4	1,7	1,7
Nabo forrageiro	4,1	2,9	1,2	2,7

## NOVAS ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA PARA O PLANTIO DIRETO

Carlos Roberto Spehar<sup>1</sup>

Roberto L.B. Santos<sup>1</sup>

Plínio Itamar de Mello Souza<sup>1</sup>

O atual sistema de plantio direto (PD) nos Cerrados, baseado no uso de milho, milheto ou sorgo em antecipação ou sucessão aos cultivo principal de soja e milho, é limitado pelo pequeno número de espécies de apenas duas famílias botânicas - as gramíneas e as leguminosas. Essa tendência ao monocultivo é comum em outras partes do Brasil e do mundo, resultado da alta especialização agrícola (Matson et al., 1997). A estreita diversidade resulta em: i) incremento de pragas, doenças e plantas daninhas; ii) perda de matéria orgânica (M.O.) pelo excessivo preparo e a exposição do solo no inverno em regiões com longo período de seca; iii) perda de nutrientes; iv) compactação-erosão do solo, consequência de preparo repetitivo e perda da M.O.; v) aumento do custo de produção no uso excessivo/desbalanceado de defensivos e fertilizantes; vi) redução da produção; vii) impactos negativos ao ambiente (Spehar, 1996). Esses fatores interdependentes ameaçam a sustentabilidade.

A adaptação de novas espécies de plantas ao cultivo anual é de fundamental importância à exploração de longo prazo nos sistemas de produção de grãos. O seu uso eleva a diversidade biológica, possibilita a cobertura do solo, preenche o vazio existente na entressafra, viabiliza a produção mediante renda adicional ao produtor e contribui à estabilidade econômica.

A prioridade na seleção das espécies de cobertura deve basear-se no rápido estabelecimento, tolerância ao déficit hídrico, produção de biomassa, disponibilidade, fertilização e reciclagem de nutrientes e utilização humana e animal (Spehar, 1996). Dentre as espécies com essas características encontram-se os exemplos de: quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranto (*Amaranthus* spp.), guandu (*Cajanus cajan* L.), tef (*Eragrostis tef*) e espécies de *Arachis* anuais. Algumas desconhecidas ou pouco utilizadas na agricultura brasileira, apresentam importância econômica em outras partes do

<sup>1</sup> Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

mundo (Risi, 1989; Spehar & Souza, 1991; Santos, 1996; Spehar & Santos, 1996; Tucker, 1986; Arihara et al., 1991; Tefera et al., 1992).

A Embrapa-Cerrados, diante da necessidade de aprimorar-se o sistema de produção de grãos, proteger-se o solo na entressafra e de intensificar-se o desenvolvimento agroindustrial, pesquisa novas espécies anuais com os seguintes objetivos: i) atender a demanda por alternativas de plantas com multiplicidade de uso que ensejam a transformação em produtos de maior valor (verticalização); ii) caracterizar e manter coleção varietal dessas espécies, com ênfase à produção de grãos e de biomassa/cobertura; iii) aumentar a variabilidade genética para atender experimentos em sistemas de produção das diversas áreas ecológicas; iv) ampliar o banco de germoplasma, com a implementação do intercâmbio interinstitucional para troca de informação e material genético; v) avaliar o efeito das seqüências de cultivo sobre a *biota* e a disponibilidade de nutrientes no solo; vi) desenvolver novos usos e validar tecnologia ao nível do produtor; vii) criar um referencial sobre as espécies menos exploradas com potencial adaptação aos sistemas de produção de grãos.

O trabalho pioneiro concentra-se em quinoa (Spehar & Souza, 1991; Santos, 1996). Na Figura 1 encontram-se os resultados de produção total (kg/ha) e o índice de colheita (IC % x 10) de experimento com 17 genótipos de quinoa, na entressafra, em Planaltina, DF. As maiores produções de biomassa e grãos foram de 6.500 e 2500 kg/ha, respectivamente; o ciclo (número de dias entre a emergência e a maturação fisiológica) variou entre 90 a 120 dias. Portanto, obteve-se cobertura do solo e produção de grãos com perspectiva de utilização econômica.

A ampliação dos trabalhos inclui o amaranto e o tef. A participação dessas novas espécies resulta no incremento de: i) diversidade botânica; ii) adaptabilidade a formas de semeadura; iii) tolerância ao déficit hídrico; iv) colonização do solo; v) proteção (cobertura) do solo, em população apropriada; vi) restos de cultivo persistentes; vii) multiplicidade de uso. Por apresentarem semente pequena, o custo de implantação reduz-se pela quantidade requerida e pela possibilidade de se realizar sobressemeadura (Spehar, 1996). As produções de grãos e total obtidas com essas espécies, em outras partes do mundo, variam entre 3 a 5 e 8 a 11 t/ha de grãos e matéria seca, respectivamente (Wahli, 1990; Rivero, 1994; Tefera et al., 1992). Esses níveis indicam a alta probabilidade de ganho por seleção no material genético em estudo. Além da diversidade, a quinoa e o amaranto apresentam qualidade protéica no grão superior à das gramíneas e leguminosas (Rivero, 1994), o que

possibilita a transformação em produtos de maior valor como carne, leite e ovos.

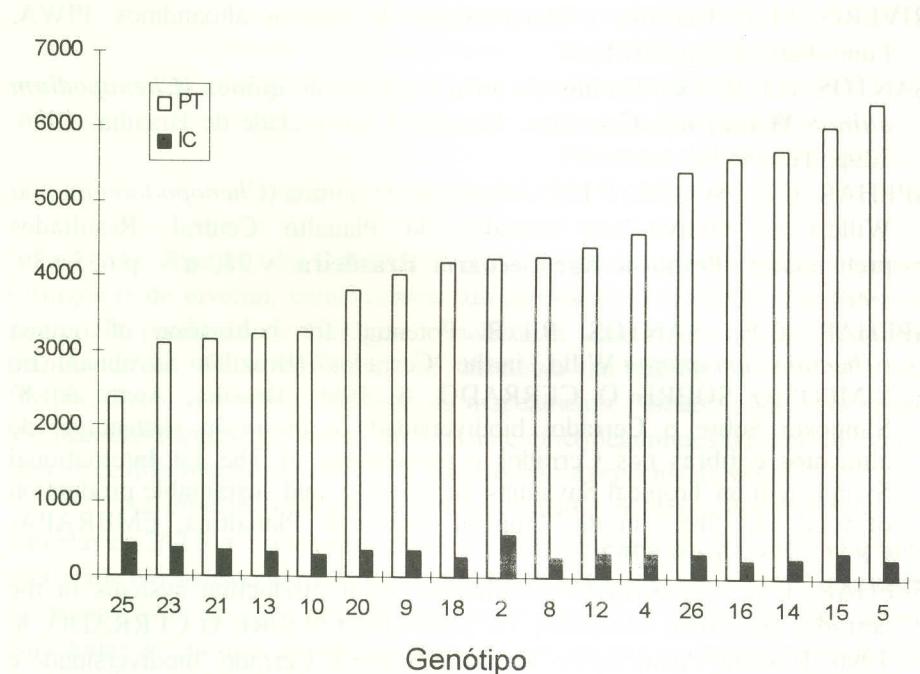


Figura 1. Produção total (PT, kg/ha) e índice de colheita (IC, % x 10) de 17 genótipos de quinoa. Planaltina, DF, 1995.

### Referências Bibliográficas

ARIHARA, J.; AE, N.; OKADA, K. Root development of pigeonpea and chickpea and its significance in different cropping systems. In: JOHANSEN, C.; LEE, K.K.; SAHRAWAT, K.L. (Eds.) Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi-arid tropics. Patancheru, India: ICRISAT. 1991 p.183-194.

MATSON, P.A.; PARTON, W.J.; POWER, A.G.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, v.277, p.504-509. 1997.

RISI, J.J.M.C. **Adaptation of the Andean grain crop quinoa for cultivation in Britain**. Cambridge: University of Cambridge, 1986. 338p. Ph.D. Thesis.

RIVERO, J.L.L. Genética y Mejoramiento de cultivos altoandinos. PIWA, Puno, Peru. 459 p. 1994.

SANTOS, R.L.B. **Estudos iniciais para o cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) nos Cerrados**. Brasília: Universidade de Brasília, 1996. 129p. Tese M.Sc.

SPEHAR, C.R.; SOUZA, P.I.M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: Resultados preliminares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.5, p.635-639. 1993.

SPEHAR, C.R.; SANTOS, R.L.B. Potential for cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the "Cerrados" (Brazilian Savannas). In: **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 8, 1996, Brasília, Anais do 8º Simpósio Sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e proceedings of The 1st International Symposium on Tropical Savannas: biodiversity and sustainable production of food and fibers in the Tropical Savannas. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.290-292.

SPEHAR, C.R. Prospects for sustainable grain production systems in the cerrados (Brazilian Savannas). In: **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 8, 1996, Brasília, Anais do 8º Simpósio Sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e proceedings do 1st International Symposium on Tropical Savannas: biodiversity and sustainable production of food and fibers in the Tropical Savannas. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.139-151.

TEFERA, H.; PEAT, N.S.; CHAPMAN, G.P. 1992, Quantitative genetics in t'ef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter). In: International Symposium on Desertified Grasslands: Their Biology and Management. London: Linean Society Symposium Series n. 13. p. 283-296. 1992.

WAHLI, C. **Quinua - Hacia su cultivo comercial**. Quito, Ecuador : Latinreco S.A. 206 p. 1990.

## DIFERIMENTO DE FORRAGEIRAS DE INVERNO, VISANDO PRODUÇÃO DE FORRAGEM E COBERTURA MORTA PARA O SISTEMA PLANTIO DIRETO

Nelson Lopes da Costa<sup>1</sup>  
Algenor da Silva Gomes<sup>1</sup>  
José Carlos Leite Reis<sup>1</sup>  
Francisco de Jesus Vernetto Jr.<sup>1</sup>

O objetivo do trabalho é o de conhecer o manejo de espécies forrageiras de inverno, com vistas a sua utilização com duplo propósito, ou seja, para produção de forragem e cobertura vegetal morta, para uso em plantio direto. O experimento foi instalado na EETB do CPACT da EMBRAPA, em várzeas, unidade de mapeamento Pelotas, onde vem sendo testadas dez forrageiras (cinco gramíneas e cinco leguminosas), em diferentes épocas de diferimento em relação à semeadura de espécies de verão.

As espécies (Tabela 1) foram semeadas a lanço, em 09/05/96 em parcelas de 292,5 m<sup>2</sup>, adubadas conforme recomendação da ROLAS, em área preparada em sistema convencional num delineamento experimental de blocos ao acaso. A partir deste cultivo, vem sendo adotado o sistema plantio direto para todas as culturas envolvidas, ou seja, forrageiras no inverno e a rotação soja, milho, arroz e arroz no verão. As épocas de diferimento foram definidas de acordo com o desenvolvimento vegetativo das espécies e corresponderam em 1996, a 73 e 48 dias antes da semeadura da soja.

Os cortes para determinação da produção de Matéria seca (M.S.) da forragem e de cobertura morta, bem como o levantamento de invasoras, foram realizados em cinco amostras de 1 m<sup>2</sup>, escolhidas ao acaso, dentro de cada parcela. O primeiro corte, realizado em todas as espécies, foi em 23/09/96, devido a longa estiagem que ocorreu nos meses de maio e junho. O segundo, em 18/10/96 ocorreu somente nas espécies que apresentaram rebrota (Tabela 1).

Após a coleta das amostras do primeiro corte, foram colocados para pastejarem as parcelas, durante cinco dias, 60 animais jovens. Devido ao alto grau de umidade que se encontrava a área no momento do segundo corte das

<sup>1</sup> Pesquisador da EMBRAPA-CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

amostras, não foi possível a colocação de animais. A forragem existente, foi removida através de ceifa manual.

O corte das amostras para medição da cobertura vegetal morta, foi realizado em 29/11/96, sendo em seguida aplicado o herbicida dessecante glifosato, na dose de 3 litros/ha. A semeadura da soja (BR 16), em sistema de plantio direto, foi realizada em 05/12/96, com 73 dias de diferimento em todas as espécies e também, com 48 dias, naquelas que apresentaram rebrota. A adubação para a soja foi de 300 kg/ha da fórmula 5-20-20. A colheita da soja foi realizada mecanicamente em 02/05/97.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados de produção de M.S. de forragem por corte e produção total, a produção de cobertura morta e a percentagem de invasoras. As produções de M.S. de forragem referem-se unicamente às espécies semeadas, não levando em conta as invasoras presentes. No caso da cobertura morta, a produção é a soma das espécies semeadas com as invasoras presentes.

A espécie que mais produziu forragem, foi o trigo. O azevém comum, a aveia preta e o azevém LE 284, foram iguais entre si, e superiores as demais espécies. Entretanto, o trigo e a aveia preta não apresentaram rebrota, (100 % de invasoras - Capim arroz - na cobertura morta). O lotus El Rincon, apresentou a mais baixa produção de forragem e não teve rebrota suficiente para ser novamente utilizado, porém, devido ao seu ciclo vegetativo tardio, foi a espécie que apresentou a maior produção de cobertura morta.

Os resultados da Tabela 2, indicam que os rendimentos de grãos de soja, obtidos sobre as coberturas diferidas aos 73 dias antes da semeadura da soja, em sua maioria foram semelhantes estatisticamente, mostrando-se diferenciado apenas aqueles obtidos sobre aveia preta daqueles sobre trigo e trevo vermelho. Os rendimentos obtidos aos 48 dias de diferimento, foram também em sua maioria estatisticamente iguais, diferenciando-se somente aqueles obtidos sobre trevo persa daqueles sobre trevo vermelho. Embora houvessem diferenças estatísticas nas produções de cobertura morta, dentro de cada época de diferimento, estas diferenças pouco influenciaram no rendimento de grãos de soja.

As gramíneas azevém comum, azevém LE 284 e a leguminosa trevo persa, apresentaram ressemeadura natural, após a colheita da soja, não havendo necessidade de semeá-las em 1997.

Tabela 1. Rendimento médio (três repetições) de M.S. (t/ha) das forrageiras, no período vegetativo (por corte e total), rendimento médio de cobertura morta remanescente (t/ha) após 73 e 48 dias de diferimento e percentagem de invasoras

Espécies forrageiras	M.S. de forragem (t/ha)			M.S. de Cobertura morta (t/ha) e % de Invasoras			
	1º corte	2º corte	Total	73 dias de diferimento		48 dias de diferimento	
				M.S.	% Inv.	M.S.	% Inv.
Lotus cv. El Rincon	0,69	-	0,69 e	1,66 a	11,4	-	-
Trevo vermelho cv. LE 116	1,15	0,27	1,41 d	1,29 b	52,0	0,83 b	61,3
Trevo persa cv. Kyambro	1,89	0,43	2,33 c	1,25 b	41,4	1,00 a	49,5
Azevém cv. LE284	3,20	0,42	3,62 b	1,23 b	2,8	0,86 ab	0,0
Azevém comum	3,57	0,49	4,06 b	1,13 b	21,2	0,65 c	18,3
Ervilhaca	2,33	-	2,33 c	0,91 c	100,0	-	-
Aveia preta	3,71	-	3,71 b	0,72 d	100,0	-	-
Capim lanudo	1,61	0,25	1,87 cd	0,70 d	2,7	0,63 c	6,2
Trigo cv. Embrapa 16	5,27	-	5,27 a	0,70 d	100,0	-	-
Trevo subter. cv. Woogenellup	1,98	0,31	2,28 c	0,59 d	25,6	0,36 d	27,8

Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Rendimento médio (três repetições) de grãos de soja (t/ha), semeada sobre cobertura morta de forrageiras, diferidas 73 e 48 dias antes da semeadura da soja

Espécies forrageiras	Rendimento médio de grãos de soja (t/ha)	
	Com 73 dias de diferimento	Com 48 dias de diferimento
Aveia preta	2,067 a	-
Ervilhaca	1,950 ab	-
Azevém comum	1,899 ab	1,514 ab
Capim lanudo	1,870 ab	1,418 ab
Trevo subterrâneo cv. Woogenellup	1,867 ab	1,383 ab
Trevo persa cv. Kyambro	1,825 ab	1,585 a
Lotus cv. El Rincon	1,738 abc	-
Azevém LE 284	1,717 abc	1,474 ab
Trigo cv. Embrapa 16	1,678 bc	-
Trevo vermelho cv. LE 116	1,496 c	1,289 b

Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Do resultado da Tabela 2 pode-se dizer que, sobre a cobertura morta de forrageiras, o rendimento de grãos de soja, obtidos com 73 dias de diferimento, foram sempre superiores ao diferenciado em 10,7 a 25,7 %, dependendo da espécie de forrageira. A aveia preta, o trevo vermelho, o trevo persa, o azevém comum e o capim lanudo obtiveram rendimentos superiores ao trevo persa, que teve o menor rendimento estatisticamente. No entanto, em cada época, o rendimento de grãos de soja, com 48 dias de diferimento, foi sempre menor que o obtido com 73 dias de diferimento.

As médias de rendimento de grãos de soja, com 48 dias de diferimento, sobre a cobertura morta de forrageiras, foram sempre inferiores ao obtido com 73 dias de diferimento, havendo exceção da aveia preta, que apresentou rendimento similar.

# DESEMPENHO DE TRIGOS E AVEIA PRETA VISANDO DUPLO PROPÓSITO (FORRAGEM E GRÃO) NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Leo de Jesus Antunes Del Duca<sup>1</sup>  
Osmar Rodrigues<sup>1</sup>  
Gilberto Rocca da Cunha<sup>1</sup>  
Eliana Guarienti<sup>1</sup>  
Henrique Pereira dos Santos<sup>1</sup>

Considerações relativas à utilização de trigos e outros cereais de inverno para duplo propósito e os resultados obtidos em ensaios realizados em Passo Fundo, no período 1993-94, foram apresentados no I Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto (Del Duca & Fontaneli, 1995).

O plantio antecipado de trigo, pode evitar perdas de solo e nutrientes e contribuir para a viabilização do plantio direto, ao propiciar cobertura vegetal permanente após as culturas de verão. Além disso, utilizando-se trigos com ciclo apropriado, pode-se favorecer a condução de atividades com integração lavoura-pecuária. Trigos tardio-precoce (com subperíodos semeadura-espigamento longo e espigamento-maturação curto), que possam ser semeados no cedo (abril-maio, conforme a região tritícola), podem fornecer forragem nos meses de inverno e ter maior chance de escape às geadas pelo seu espigamento mais tardio.

Com esses objetivos, um ensaio de corte simulando pastejo foi conduzido na Embrapa Trigo, Passo Fundo, comparando sete trigos com a aveia preta comum: cinco tardio-precoce, com diferenças no subperíodo emergência-floração (IPF 41004, IPF 55204, PF 86247, PF 87451 e PF 940041) e dois trigos precoce utilizados tradicionalmente para a produção de grãos (EMBRAPA 16 e Trigo BR 23).

Com base nas curvas características do Índice Heliotérmico de Geslin, para o subperíodo emergência-espigamento, os trigos tardio-precoce, foram enquadrados no grupo bioclimático semi-tardio. Relativamente às testemunhas (grão), Trigo BR 23 foi classificado como superprecoce e EMBRAPA 16 como precoce.

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

O ensaio foi semeado em plantio direto sobre resteva de soja em 8 de maio de 1996, em um experimento com delineamento em parcelas subdivididas dispostas em blocos casualizados com três repetições. As subparcelas eram compostas de cinco linhas de cinco metros, correspondendo a área útil às três linhas centrais. Cada genótipo foi submetido a cortes que simulavam o pastoreio por bovinos, deixando uma altura de resteva de 5-7 cm. Os cortes iniciais eram ajustados a cada ciclo dos diferentes genótipos testados, antes do início do elongamento, visando otimizar as produções de matéria seca e grão. O segundo corte foi procedido aproximadamente 30 dias após o primeiro.

Na Tabela 1 são fornecidos os rendimentos em kg/ha de matéria seca e grão dos sete trigos, comparados à aveia preta comum, por ser este o cereal de inverno mais cultivado no RS para cobertura do solo e produção de forragem. Semelhantemente, podem ser comparados os efeitos de um e dois cortes relativamente aos tratamentos que não sofreram corte.

As comparações em percentuais foram feitas em relação a EMBRAPA 16 (trigo mais cultivado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Os dados permitem evidenciar vantagens comparativas dos trigos relativamente à aveia preta quanto à produção de forragem e especialmente quando comparados os rendimentos de grãos.

#### Referência Bibliográfica

DEL DUCA, L.J.A. & FONTANELI, R.S. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão) no contexto do sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo, RS. Resumos. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 177-180.

Tabela 1. Rendimentos de matéria seca e grão (kg/ha) e percentuais relativos ao trigo EMBRAPA 16, nos tratamentos sem corte e submetidos a um e dois cortes em genótipos de trigo e na aveia preta comum em Passo Fundo, 1996

Cultivar	Matéria seca				Grãos					
	kg/ha		% EMBRAPA 16		kg/ha			% EMBRAPA 16		
	1C	2C	1C	2C	SC	1C	2C	SC	1C	2C
Trigo IPF 41004	1.189	2.874	90	118	3.949	2.819	1.180	106	152	435
Trigo IPF 55204	1.186	2.481	89	102	4.333	3.473	1.016	117	187	375
Trigo PF 86247	1.046	2.775	79	114	4.648	3.009	327	125	162	121
Trigo PF 87451	1.186	2.381	89	98	3.678	2.613	1.256	99	141	463
Trigo PF 940041	1.152	2.384	87	98	3.587	2.949	577	97	159	213
Trigo BR 23	954	2.211	72	91	3.530	2.813	436	95	151	161
Trigo EMBRAPA 16	1.328	2.427	100	100	3.708	1.858	271	100	100	100
Aveia preta comum	795	2.875	60	118	768	943	173	21	51	64
C.V.%	17,5	13,4			12,6	12,5	13,7			

1C: 1 Corte; 2C: 2 Cortes; SC: Sem corte.

## DECOMPOSIÇÃO DE RESTOS DE SOJA E SOBREVIVÊNCIA DE PATÓGENOS

Leila Maria Costamilan<sup>1</sup>

Julio Cesar Barreneche Lhamby<sup>1</sup>

No sistema plantio direto, os restos culturais na superfície do solo podem beneficiar a sobrevivência de fungos fitopatogênicos. O objetivo deste trabalho é monitorar os períodos de tempo necessários para a decomposição dos resíduos de soja e para a inibição de patógenos nesses resíduos, em condições de semeadura direta, no campo. O experimento foi instalado em maio de 1995, no campo experimental da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), em Passo Fundo, RS, em uma lavoura de soja recém-colhida. A área foi dividida em três parcelas (tratamentos) de 13 m x 14 m, cada uma recebendo coberturas vegetais diferentes no inverno (trigo, aveia ou erva-lhaca) e milho no verão. Mensalmente, foram recolhidos todos os restos de soja de uma superfície de 1 m<sup>2</sup>, sendo sorteadas cinco áreas por tratamento. Os restos culturais foram lavados e deixados secar por 48 horas, após o que foram pesados. De cada resto, foi seccionado um pedaço de 1 cm, que, após assepsia externa, foi plaqueado em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), a fim de se identificar os fungos infectantes. O peso médio dos restos de soja apresentou decréscimo contínuo, variando entre 405,0 e 328,9 g/m<sup>2</sup>, na primeira coleta, e entre 0,6 e 0,2 g/m<sup>2</sup>, na amostragem do mês de agosto de 1997 (Figura 1). Os microorganismos detectados foram *Macrophomina phaseolina* (podridão negra da raiz), *Fusarium* sp. (gênero do agente causal da podridão vermelha da raiz), *Rhizoctonia solani* (tombamento e morte em reboleira) e *Phomopsis* sp. (gênero do agente causal do cancro da haste); *Macrophomina* e *Fusarium* foram mais freqüentes (Figura 2). Observou-se que, após dois anos, ainda foi possível recuperar esses fungos dos restos de soja. Essa constatação é importante no caso de *Phomopsis*, considerando-se esses dados válidos para o controle do cancro da haste através da rotação de culturas.

---

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

## DECOMPOSIÇÃO DE RESTOS DE SOJA E SORGHUM DE VERÃO

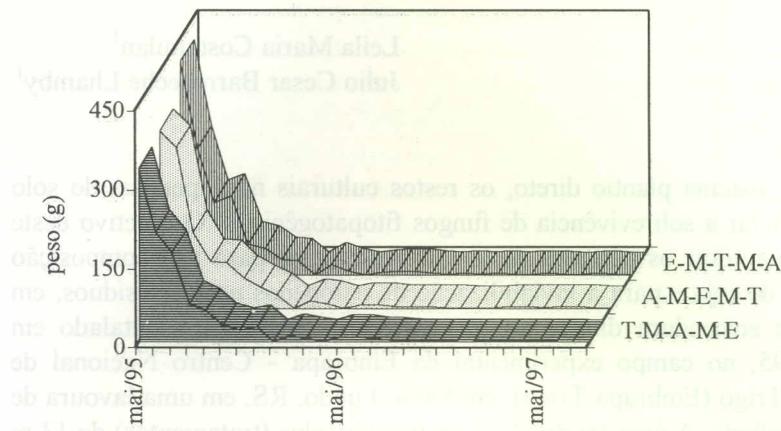
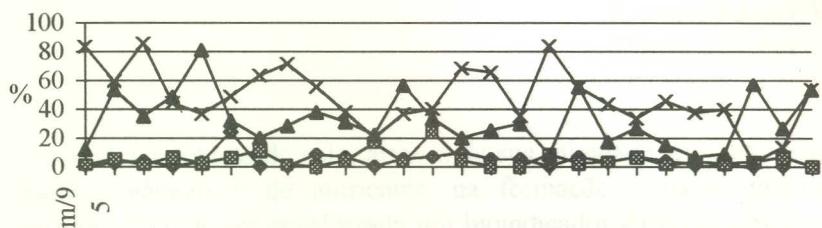
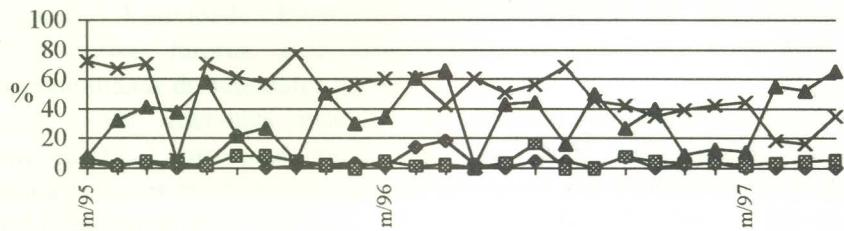


Figura 1. Evolução da decomposição de restos de soja (g) a partir da colheita, sob três coberturas de inverno (trigo - T, aveia preta - A, ervilhaca - E) e sob milho (M), no verão.

após trigo - milho - aveia - milho - ervilhaca



após aveia - milho - ervilhaca - milho - trigo



após ervilhaca - milho - trigo - milho - aveia

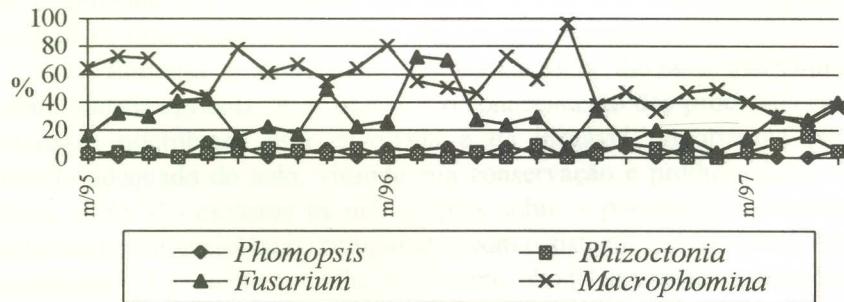


Figura 2. Evolução da incidência (%) de patógenos necrotróficos em restos de soja, sob três seqüências de coberturas vegetais.

## BIOMASSA MICROBIANA E PRODUÇÃO DE C-CO<sub>2</sub> E N<sub>2</sub>O NO SOLO MINERAL EM SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO

Luciano Kayser Vargas<sup>1</sup>  
Dércio Scholles<sup>2</sup>

A microbiota do solo, através de sua atividade, atua na ciclagem de resíduos orgânicos e de nutrientes, na formação e na estabilização de agregados, além de ser considerada um bioindicador da qualidade do solo. O tamanho da população microbiana e a sua atividade determinam a intensidade com que os processos bioquímicos, nos quais a microbiota está envolvida, irão acontecer. A atividade e biomassa microbiana, por sua vez, são influenciadas, entre outros fatores, pela temperatura, a umidade, a aeração e a disponibilidade de substratos no solo.

Os diferentes métodos de preparo de solo, com diferentes características, provocam modificações em todos estes fatores, através da forma como os resíduos das culturas anteriores são depositados e do grau de revolvimento do solo.

Por sua vez, as diferentes espécies vegetais determinam diferenças na quantidade e na qualidade dos componentes dos resíduos, modificando também os fatores que controlam o crescimento microbiano.

Portanto, a população microbiana afeta direta e indiretamente a produtividade agrícola. A avaliação e o conhecimento dos processos em que a biomassa microbiana está envolvida é de inegável importância para um manejo adequado do solo, visando sua conservação e produtividade. Apesar disto, ainda são escassas as informações sobre a população microbiana em sistemas conservacionistas, comparados com o sistema convencional, em solos brasileiros. O presente trabalho teve como objetivos avaliar a biomassa e a atividade microbianas em diferentes sistemas de manejo do solo.

A biomassa e a atividade microbiana do solo foram avaliadas, em quatro épocas, durante doze meses, em diferentes sistemas de manejo de solo, em um experimento de longa duração. Foram avaliados a biomassa e a

<sup>1</sup> Estudante de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, UFRGS, Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFRGS, Caixa Postal 776, Porto Alegre, RS.

atividade microbiana nos preparamos convencional, reduzido e plantio direto e em dois sistemas de sucessões de culturas: aveia preta (*Avena strigosa*)+vica (*Vicia sativa*)/milho (*Zea mays*)+caupi (*Vigna sinensis*) e aveia/milho. As amostras de solo foram coletadas em duas profundidades (0-5 cm e 5-15 cm). O C da biomassa microbiana foi analisado pelo método de fumigação-incubação, enquanto a atividade microbiana foi avaliada pela liberação de C- $\text{CO}_2$  e pela produção de N mineral acumulados após 60 dias de incubação.

O não revolvimento do solo, associado à presença de leguminosas, levaram ao estabelecimento de condições mais propícias ao desenvolvimento microbiano. Isto porque a camada superficial no plantio direto apresenta condições de temperatura e umidade mais adequadas do que a camada superficial do preparo convencional. Além disto, no plantio direto há um acúmulo de matéria orgânica nos primeiros centímetros do solo, o que não é verificado no preparo convencional. Deste modo, a biomassa e a atividade microbiana apresentaram uma distribuição diferenciada nas camadas de 0-5 e 5-15 cm, em função dos manejos. Na camada superficial do solo, os maiores valores de biomassa e de atividade foram observados nos preparamos conservacionistas e no sistema aveia+vaca/milho+caupi. Dentre as variáveis estudadas, a mineralização de N mostrou-se a mais sensível aos sistemas de manejo do solo, à profundidade de amostragem e à época de avaliação (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Nitrogênio mineralizado em 60 dias de incubação ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em diferentes métodos de preparo do solo e em duas profundidades, nas quatro avaliações. Média de três repetições e duas sucessões de culturas

Preparos do solo	Profundidade (cm)	
	0-5	5-15
1 <sup>a</sup> Avaliação		
Plantio direto	29 aA	16 bB
Reduzido	26 aA	19 abB
Convencional	15 bB	23 aA
2 <sup>a</sup> Avaliação		
Plantio direto	43 aA	14 abB
Reduzido	29 bA	13 abB
Convencional	16 cA	16 aA
3 <sup>a</sup> Avaliação		
Plantio direto	53 aA	20 aB
Reduzido	44 aA	22 abB
Convencional	27 bA	27 aA
4 <sup>a</sup> Avaliação		
Plantio direto	41 aA	15 bB
Reduzido	32 bA	17 bB
Convencional	24 cA	23 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Tabela 2. Nitrogênio mineralizado em 60 dias de incubação ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), em sucessões de culturas e em duas profundidades, nas quatro avaliações. Média de três repetições e três preparos do solo

Culturas	Profundidade (cm)			Médias
	0-5	5-15	1 <sup>a</sup> Avaliação	
1 <sup>a</sup> Avaliação				
Aveia/milho	18	17		17 b
Aveia+vica/milho+caupi	28	23		25 a
Médias	24 A	19 B		
2 <sup>a</sup> Avaliação				
Aveia/milho	22 bA	14 aB		18 b
Aveia+vica/milho+caupi	36 aA	14 aB		25 a
Médias	29 A	14 B		
3 <sup>a</sup> Avaliação				
Aveia/milho	32 bA	19 bB		25 b
Aveia+vica/milho+caupi	50 aA	28 aB		39 a
Médias	41 A	23 B		
4 <sup>a</sup> Avaliação				
Aveia/milho	27 bA	18 aB		23 b
Aveia+vica/milho+caupi	37 aA	18 aB		28 a
Médias	32 A	18 B		

Valores seguidos pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

## TWENTY-FIVE YEARS OF BANANA CULTIVATION WITHOUT TILLAGE: PESTICIDES AND MICROBIAL ACTIVITY

Elena Blume<sup>1</sup>  
José Miguel Reichert<sup>1</sup>  
Robert Matlock<sup>2</sup>  
Ramiro de la Cruz<sup>3</sup>

Banana is one of the major export products of many countries in Tropical America, and pesticides have been regularly applied to banana plantations to maintain high productivity. While the effects of pesticides have been studied on microbial activity for temperate soils, little work has been done in banana plantations in the tropics. The objective of this study was to evaluate the soil microbial activity of banana plantations established 20 years prior to sampling, and effects of pesticide management ranging from conventional HNF (H=herbicide; N=nematicide; F=fungicide) to low input F (fungicide only).

Soil microbial activity (respiration) and soil organic matter were measured, in the laboratory, from surface (0-25 cm) soil samples collected from five sampling sites: HF (5 yr), HNF (5 yr), HNF (20 yr), F (5 yr) and F (20 yr). All three 5 year old sites were in the same plantation while the 20 year old sites were in different plantations. Within each site, three replicates of three microhabitats were sampled: the nematicide ring (NR) (an area around the plant where the nematicide is applied), the litter pile (LP) (an area outside the NR where harvested banana plants decompose, and bare area (BA) (an area outside the NR also without decomposing plants). Substrates, glucose and ground banana leaves, were added to all originally unamended soil samples 22 and 30 days, respectively, after the onset of incubation. Statistical analysis of the results showed that only the main effects of sites and microhabitats were statistically significant ( $P=5\%$ ) both for microbial activity and soil organic matter.

Results of organic matter and microbial activity for sites are shown in Table 1 and for microhabitats in Table 2. Organic matter levels varied

<sup>1</sup> UFSM, Brazil.

<sup>2</sup> EARTH/ZENECA, Costa Rica.

<sup>3</sup> EARTH, Costa Rica.

between locations as follows: LP > BA = NR and F (5 yr) >= HF (5 yr) >= F (> 20 yr) > HNF (>20 yr) > HNF (5 yr). For the unamended soil, the microbial activity was very low, perhaps because of the low native organic material biologically available to microbes, since organic matter in volcanic tropical soil is strongly bound to amorphous clays, oxides and metals. The microbial activity in unamended soil was greatest for F (5 yr) and smallest for HF (5 yr) and F (> 20 yr), while no differences were observed among microhabitats. The addition of substrates increased the microbial activity for all sites and microhabitats. With the addition of glucose, a readily degradable substrate, no differences among sites were observed, while NR was the microhabitat with greatest activity, probably because at this microhabitat banana rhizosphere microbes were present, which due to adaptation to root exsudated polyssacharides responded to glucose. Since fertilizers are applied also at this location, it is possible that the inorganic nutrients complement the organic energy source, further increasing the microbial activity. With the amendment of ground banana leaves, the activity was greatest for F (5 yr) and smallest for F (20 yr) among sites, and smallest for NR and greatest for LP among microhabitats, suggesting a selection/adaptation of LP microbes able to degrading more complex organic materials such as cellulose. In conclusion, the microbial activity seems to depend more on the adaptation and/or selection of the microbes to a given microhabitat, which provides specific substrates, and on other management practices and soil type, which affect soil organic matter quantity and quality, rather than on pesticides management.

Table 1. Organic matter content and microbial respiration for five sites with different food amendments.

Treatments	O.M. to sites (%)	Microbial Respiration			
		No addition	Glucose	Banana leaves	Total
F (5 yr)	10.4 a	38.6 a	154.7 a	192.8 a	386.1 a
HF (5 yr)	8.6 ab	25.4 b	151.7 a	177.9 ab	355.1 ab
F (20 yr)	8.5 b	23.6 b	153.2 a	167.9 b	344.7 b
HNF (20 yr)	7.6 b	26.4 ab	151.9 a	189.2 a	367.5 ab
HNF (5 yr)	7.0 b	33.8 ab	154.6 a	192.6 a	381.0 a

Table 2. Organic matter content and microbial respiration for three microhabitats with different food amendments.

Treatments	O.M. -- % --	Microbial Respiration			
		No addition	Glucose	Banana leaves	Total
LP	9.8 a	33.0 a	150.4 b	193.6 a	377.1 a
BA	7.7 b	27.9 a	142.5 b	183.1 ab	353.4 b
NR	7.2 b	27.8 a	166.9 a	175.5 b	370.2 ab

# VALIDAÇÃO DE SEMEADORAS TRAÇÃO ANIMAL EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Itacir José Barreto de Melo<sup>1</sup>

## Introdução

No Rio Grande do Sul, 63% das 497.172 propriedades rurais enquadram-se na estrutura fundiária do estrato de até 20 hectares. Essas propriedades são, historicamente tradicionais, por suas características de uso de tração animal e humana, para a condução das atividades agrícolas, consequentemente, apresentando elevado potencial para o uso de semeadoras de tração animal.

A presente trabalho teve como objetivo, avaliar o desempenho operacional de semeadoras de tração animal para plantio direto, em evidência, atualmente, no sul do país. Participaram do processo de avaliação 30 produtores rurais, 03 pesquisadores e 45 extensionistas rurais que, de maneira integrada e participativa, avaliaram:

- comportamento funcional e operacional das diversas semeadoras, em diferentes situações, na semeadura da cultura de milho, observando condições de adaptabilidade à realidade da agricultura familiar;

- estrutura das semeadoras, analisando, globalmente, os seus respectivos componentes.

Os resultados obtidos foram utilizados como subsídios às empresas fabricantes, buscando maior eficiência e eficácia dos modelos existentes.

As validações foram conduzidas nos municípios de David Canabarro, Maximiliano de Almeida e Viadutos, em solos Litólicos, com declividades variando entre 8 e 35%, na presença e ausência de pedregosidade.

Os tratamentos, em número de 5, foram compostos pelas semeadoras tração animal Fitarelli (TA1), Gralha Azul (TA2), Iadel (TA3), MML Mafrense (TA4) e Ryc (TA5). Cada semeadora, em cada local, foi operada por 10 produtores, totalizando 50 unidades de validação por município. As unidades de validação foram constituídas por duas linhas de semeadura de milho, tendo cada uma 50 m de comprimento, totalizando 1.000 m de linha de

<sup>1</sup> Escritório Regional da Emater-Erechim/RS.

semeadura para cada local.

As avaliações realizadas pelos produtores rurais envolveram 17 parâmetros relativos ao comportamento dos elementos rompedores de solo, sistema de distribuição de fertilizantes e de sementes e entraves operacionais, estruturais e funcionais das semeadoras. Além parâmetros, avaliou-se adaptação e esforço dos operadores e dos animais, bem como, os principais elementos impulsores e restritivos para a adoção do sistema plantio direto com máquinas de tração animal na pequena propriedade rural.

As avaliações realizadas pelos técnicos extensionistas, envolvendo metodologia científica, constou de 16 parâmetros relativos ao comportamento funcional e estrutural das semeadoras, além de ítems, como produção de matéria seca, percentual de cobertura superficial do solo (antes e após a semeadura), densidade do solo e rendimento de grãos de milho das unidades de validação.

**Resultados e Discussão**

As semeadoras testadas apresentaram características e comportamentos diferenciados em muitos parâmetros. A globalização dos resultados, envolvendo parâmetros referentes a aspectos funcionais, estruturais e operacionais, indicou os seguintes percentuais, para cada semeadora, atribuídos à valorização máxima "BOM": TA1 = 83%; TA2 = 58%; TA3 = 51%; TA4 = 78%; e TA5 = 66%.

Como fatores impulsores para a adoção do sistema plantio direto, com semeadora de tração animal na pequena propriedade rural, os produtores validadores indicaram a economia de mão-de-obra e a consequente flexibilização do tempo útil, o controle da erosão, o incremento de renda e a produtividade das culturas.

Os dados relativos à população de plantas, no estádio de maturação fisiológica, para cada semeadora validada, encontram-se na Figura 1.

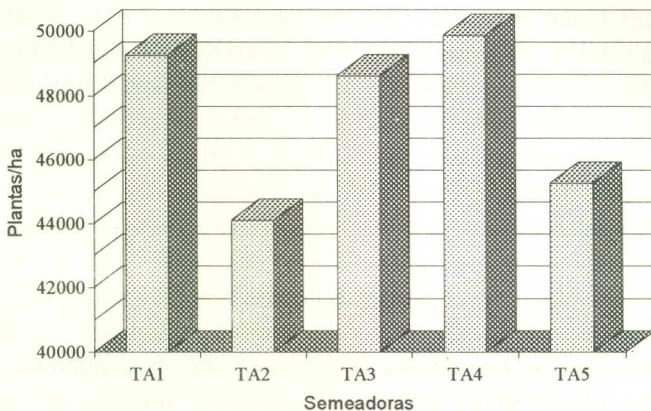


Figura 1. População de plantas por hectare, no estádio de maturação fisiológica, para as semeadoras de tração animal validadas.

Durante o processo da validação detectou-se que, na concepção dos produtores, uma semeadora ideal deve preencher os seguintes requisitos: fácil dirigibilidade e manobrabilidade; mínima transferência de esforço ao operador; eficiência operacional de seus componentes; mínimas interrupções durante o trabalho; simplicidade de regulagens; facilidade na reposição de peças; comodidade operacional; e baixo custo.

### Conclusões

Todas as semeadoras testadas apresentaram, em maior ou menor escala, uma série de pontos fortes e fracos, sendo que, pela análise geral, a melhor semeadora totalizou 83% das notas máximas e a pior semeadora totalizou 51% das notas máximas.

Os pontos fracos foram repassados individualmente para cada indústria e dada a agilidade, característica desse tipo de indústria, vislumbra-se, a curto prazo, uma evolução tecnológica das semeadoras existentes ou mesmo o surgimento de novos modelos.

O plantio direto com semeadoras de tração animal é técnicamente viável na pequena propriedade rural, exceto em áreas com relevo fortemente ondulado e com ocorrência de acentuada pedregosidade, onde a implantação do sistema é recomendável mediante o uso de matraca (saraquá).

# USO DE BARRA NA PULVERIZAÇÃO COSTAL, VISANDO FACILITAR A INTRODUÇÃO DO PLANTIO DIRETO NAS PEQUENAS PROPRIEDADES DE VIADUTOS, RS

Carlos Alberto Angonese<sup>1</sup>  
Antonio Tadeu Pandolfo<sup>1</sup>  
Hernandes Peri Rebelato<sup>1</sup>

## Introdução

O município de Viadutos-RS, é caracterizado por minifundios que exploram a mão-de-obra familiar, topografia variando do acidentado ao ondulado e economia essencialmente agropecuária (85% do valor adicionado bruto). A cultura de milho ocupa 70% dos 11.500 hectares agricultáveis do município, e, em conjunto com a suinocultura, representa 60% das rendas agropecuárias.

O desenvolvimento do plantio direto, mostrou ser, uma prática poupadoura de insumos, mão-de-obra e principalmente do solo. Características estas fundamentais para a sobrevivência da pequena propriedade.

Este extrato de propriedades, geralmente, está situado em áreas de solos férteis, porém de topografia acidentada e com presença freqüente de afloramento de rochas. Estas condições têm dificultado a introdução das práticas que compõe o sistema plantio direto, principalmente aquelas que se relacionam ao manejo das culturas de cobertura, semeadura e ao controle químico de plantas daninhas.

Neste sentido, há preocupações quanto as limitações relacionadas ao manejo químico de coberturas e ao controle químico de plantas daninhas. O sucesso nestas operações dependem da qualidade do produto, da tecnologia de aplicação e de equipamentos adequados. Produtos já existem e possuem boa eficiência para a maioria dos fins desejados no plantio direto, entretanto, a tecnologia de aplicação necessita de uma série de condições ambientais, de conhecimento de produtos e de equipamentos adequados.

Ao nível de mercado existem bons pulverizadores para serem utilizados com tração mecânica, porém poucos são os equipamentos que oferecem condições adequadas para a racionalização das pulverizações

<sup>1</sup> Escritório Regional da Emater-Viadutos/RS.

costais.

Visando oferecer uma alternativa ao pequeno produtor, a equipe da EMATER/RS, Escritório Municipal de Viadutos desenvolveu uma barra para ser adaptada ao pulverizador costal, a qual possibilita facilitar operações de dessecação de culturas de cobertura do solo e controle químico de invasoras.

## Material e Métodos

A adoção do plantio direto em Viadutos foi extremamente rápida naquelas áreas passíveis de mecanização, e muito lenta nas áreas onde a topografia impede a mecanização.

As dificuldades e as limitações enfrentadas pelos pequenos agricultores para adotar e implantar o sistema plantio direto relacionam-se a uma série de fatores, entre eles: a topografia, os afloramentos de rocha, a falta de equipamentos e a falta de capital para investimentos entre outros.

Segundo Ribeiro (1993), em solos com afloramentos rochosos que não permitem o uso de rolo faca, pode-se usar o cultivo mínimo sobre cobertura de ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e chicharo (*Lathyrus sativus* L.), ou ainda, em locais de ocorrência de geada, o cultivo mínimo ou plantio direto sobre cobertura morta de mucuna preta (*Styzolobium aterrimum* Piper et Tracy). Também é possível o plantio direto em coberturas de ervilhaca, chicharo e aveia (*Avena*), mediante o uso de herbicidas para a dessecação.

Segundo Darolt (1995), entre as dificuldades para a condução do sistema plantio direto na pequena propriedade está o baixo nível de conhecimento no uso de herbicidas (preparo de caldas, doses, épocas de aplicação e condições de segurança), além de regulagens da máquina e do manejo de coberturas.

Muitas vezes para evitar a execução de um trabalho com riscos de intoxicação, bastante penoso fisicamente e para compensar a falta de capital, para aquisição de um trator e um pulverizador, o pequeno produtor contrata terceiros para executar o serviço de pulverização. O resultado da operação contratada vai do sucesso ao fracasso, com enorme facilidade. Normalmente porque nas regiões de pequenas propriedades existem um reduzido número de equipamentos de pulverização tratorizada e nem todos prestam serviços a terceiros. Isto determina uma sobrecarga dos que se sujeitam a tais serviços. E, em consequência não são respeitadas as melhores condições para pulverização. Nem mesmo os pulverizadores contam com pontas (bicos) de

pulverização e manutenção adequadas. Quando o fracasso prevalece, o agricultor fica sem o produto e ainda paga pelo serviço prestado.

Estes insucessos têm gerado algumas preocupações nos técnicos e nos agricultores, que para evitá-los, lançam mão de margens de segurança no momento da recomendação ou da aplicação. Neste sentido, Ruedell (1995) salienta que o temor de uma recomendação errada nas dessecações, no sistema plantio direto, ficaria difícil de ser corrigida já que não será possível recorrer ao preparo do solo. Em consequência, normalmente são utilizadas doses maiores do que as necessárias.

Segundo Matthews (1985), os equipamentos de pulverização utilizados na pequena propriedade não diferem muito dos pulverizadores desenvolvidos no século XIX para o controle de doenças nos vinhedos.

Na pequena propriedade, predominam os pulverizadores costais, os quais apresentam pequena faixa útil de aplicação, falta de manutenção, bicos velhos, entre outros, além do aplicador não usar EPI e metodologia adequados na pulverização. Isto determina redução na uniformidade e eficiência das pulverizações, bem como problemas ao meio ambiente e a saúde do aplicador.

Segundo Skora Neto (1995) o baixo rendimento das capinas nas pequenas propriedades levou, a partir de 1980, a um aumento generalizado na aplicação de herbicidas, visando diminuir a necessidade de mão-de-obra.

Conforme Machado (1996), as pulverizações localizadas atrás ou ao lado do aplicador, reduzem em 95% a exposição do aplicador ao agrotóxico. Assim sendo, os aplicadores devem dar preferência a estas posições de aplicação, visando reduzir os riscos de contaminação.

O desenvolvimento da Barra Pulverizadora Viadutos, baseou-se na dificuldade dos produtores em executar a operação de pulverização, e buscando maior segurança ao aplicador. Trata-se de uma barra de pulverização traseira, ou seja com pulverização contrária ao sentido do deslocamento do aplicador. A Barra é composta por um suporte e pela barra de pulverização. O suporte fixa a barra ao pulverizador e confere a mesma uma inclinação tal, que o jato de pulverização seja direcionado para trás, formando um ângulo de 45º com a vertical (prumo). Este efeito distancia o jato do operador e melhora a eficiência da pulverização, podendo ainda possibilitar o aumento, futuramente, no espaçamento entre bicos ou a redução do número de bicos na barra. Estas variações estão sendo avaliadas pela pesquisa e extensão rural.

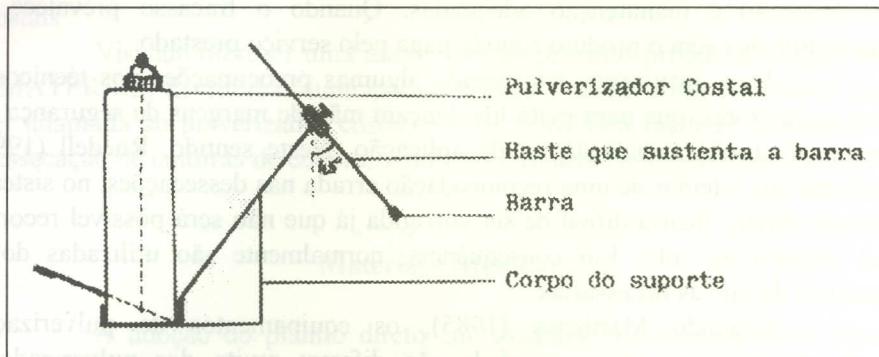


Figura 1. Esquema básico da Barra Pulverizadora Viadutos.

O suporte mantém a barra fixa durante a pulverização, e serve ainda para regular a altura de pulverização, conforme a necessidade da cultura ou alvo de aplicação pessoa.

A Barra Viadutos é composta atualmente por 5 bicos de jato plano ( $110^\circ$ ) distanciados 60 cm e faixa útil de 3,0 m. Para pulverizar um hectare é necessário percorrer 3.333 metros, utilizando em tempo médio de 2 horas.



Figura 2. Vista da Barra Viadutos na operação de pulverização.

## Resultados

As avaliações preliminares têm apresentados resultados promissores,

dentre os quais podemos citar: pulverizações em tempo menor, com menor caminhamento, menor esforço físico, menor quantidade de Ingrediente Ativo e maior uniformidade de pulverização.

A medida que a Barra Viadutos reduz a distância percorrida com o pulverizador nas costas, e o tempo necessário de pulverização/ha, reduz também o esforço físico. É necessário avaliar a viabilidade desta redução de esforço face ao aumento de peso, proporcionado pelas barras ao conjunto de pulverização.

Em relação ao tempo de pulverização e caminhamento os gráficos abaixo possibilitam comparar melhor os desempenhos.

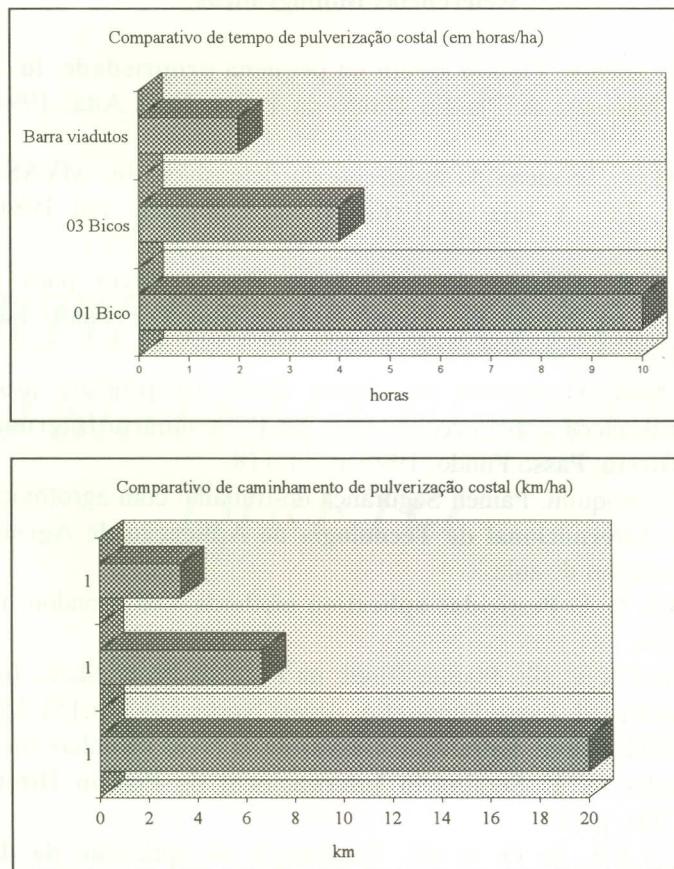


Figura 3. Avaliação de distância percorrida e tempo gasto em pulverizações

Através de balisas que orientam o caminhamento do operador na lavoura podemos obter uma aplicação bastante uniforme e, eliminar as indesejáveis margens de segurança.

Como pontos negativos que o equipamento apresenta podemos citar o aumento de custo e de peso do equipamento (+2.5Kg) além da descomodidade provocada pelas barras nas costas do operador. As quais suprimem a agilidade do aplicador e são suscetíveis a enroscar em tocos, árvores e pessoas próximas ao operador.

### Referências Bibliográficas

CALEGARI, Ademir. **Plantio direto na pequena propriedade**. In: Anais IV Encontro Nacional de Plantio Direto da Palha. Cruz Alta, 1994. p.204-229.

CORREA, H.G. Técnicas de aplicação de defensivos. In: MYASAKA S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. 1.ed. Campinas: Ital 1981 cap.10, p.639-654.

DAROLT, M.R. Difusão do sistema de Plantio direto para pequenos agricultores no Paraná. In: **Plantio Direto** (Revista). Passo Fundo, Ed. Aldeia Norte, Agosto/95. p.24-25.

DAROLT, M.R. O sistema de plantio direto na pequena propriedade: Aspectos técnicos e sócio-econômicos. In: **Iº Seminário Internacional de Plantio Direto**. Passo Fundo, 1995. p. 11-118.

MACHADO, Joaquim. Painel: Segurança do trabalho com agrotóxicos. In: **Iº Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos**. 1996, anotações de aula.

MATTHEWS, G.A. **Pesticidas application methods** 3.ed. London: Longman, 1985. p.336.

RIBEIRO, M.F.S. et alli, Plantio Direto na Pequena Propriedade. In: **Plantio Direto no Brasil**. Passo Fundo, Ed. Aldeia Norte, 1993. p.151-158.

SKORA NETO, F et al. Estratégia de controle de ervas daninhas em pequenas propriedades In: **Iº Seminário Internacional de Plantio Direto**. Passo Fundo, 1995. p.155.

VELLOSO, J.A.R. de O. et alli. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo, EMBRAPA - CNPT, 1984.

MANEJO D-4

## MANEJO DA

## FERTILIDADE DO SOLO

# ENTRENADE DO SÓCIO

## NO SISTEMA PLANTIO

**DIRETO**

# DIRETÓ

## COMO FAZER UMA AMOSTRAGEM DE SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO?

Roberto Luis Salet<sup>1</sup>

Ibanor Anghinoni<sup>1</sup>

Rainoldo Alberto Kochhann<sup>2</sup>

Cláudio Henrique Kray<sup>3</sup>

Elaine Conte<sup>3</sup>

As recomendações de adubação e calagem são feitas de acordo com a fertilidade do solo. A avaliação de fertilidade de uma lavoura é feita através da análise química de uma amostra de solo. A amostra de solo deve representar, com fidelidade, a fertilidade média de uma lavoura. Se a amostragem de solo não for representativa, as recomendações de doses de calcário e fertilizantes podem ser insuficientes ou excessivas e consequentemente, afetar o rendimento das culturas e o lucro do produtor.

Atualmente, só se tem conhecimento de como amostrar uma gleba de solo no sistema convencional. Neste sistema, o solo é revolvido e a heterogeneidade do mesmo deve ser menor que o solo no sistema plantio direto. A concentração de nutrientes na superfície e nas linhas de adubação, aliado a não mobilização do solo, fazem com que a amostragem seja ainda mais crítica no sistema plantio direto. Considerando essa problemática, o objetivo desse trabalho foi de gerar subsídios para um procedimento de amostragem que represente a fertilidade do solo de uma lavoura no sistema plantio direto.

**ESTUDO I:** Os objetivos desse estudo I foram responder algumas questões básicas que envolvem a amostragem de solo, como: Qual a variabilidade espacial das características químicas do solo no sistema plantio direto? Qual o número de subamostras necessárias, retiradas com um trado, para representar o índice de fertilidade de uma lavoura no sistema plantio direto?

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Bolsista Iniciação Científica - UFRGS, Porto Alegre, RS.

Esse estudo foi desenvolvido em três lavouras de produtores com o sistema plantio direto (SPD1, SPD2, SPD3) e uma com o sistema convencional (SC1). As lavouras SPD3 e SC1 apresentavam o mesmo histórico de adubação e de rotação de culturas; as outras lavouras eram distintas nesse aspecto. As lavouras, todas com mais de sete anos submetidas aos sistemas, localizam-se em Passo Fundo - RS, em um latossolo roxo. As amostras foram coletadas em trinta pontos. Em três lavouras a amostragem foi ao acaso, e em uma (SPD2), a amostragem foi dirigida. Neste caso, para cada amostra coletada na linha da cultura anterior, soja, que foi adubada, coletou-se quatro amostras nas entrelinhas da mesma. As amostragens foram feitas no final do inverno de 1995, na profundidade de 0-10 cm.

Os resultados demonstraram que, em geral, as três lavouras no sistema plantio direto têm um maior coeficiente de variação, em relação à lavoura no sistema convencional. Os coeficientes de variação foram baixos para pH e índice SMP (<6,5%) e muito altos para fósforo (26 a 76%) e potássio (34 a 48%), para ambos os sistemas. A alta variabilidade do fósforo no solo está relacionado com as linhas de adubação. A variabilidade do potássio no solo não deve estar relacionada, somente, às linhas de adubação, mas sim, à localização das plantas, pois esse elemento não forma compostos orgânicos no tecido das plantas, sendo facilmente transportado da parte aérea para o solo após a chuva. Desse modo, tende a concentrar maiores teores próximos ao colo da planta e diminui com o afastamento da mesma.

Para obter uma amostra representativa, com trado, no sistema plantio direto com adubação em linha, basta tomar somente duas amostras para avaliações de pH do solo e índice SMP. Entretanto, para avaliações de fósforo e de potássio o número mínimo de subamostras necessárias é muito alto (34 a 170 amostras), para uma variação de 10% em torno da média. Esse número de subamostras, necessárias quando se utiliza um trado, é praticamente impossível de ser feito pelos produtores.

**ESTUDO II:** Os objetivos desse estudo foram: estudar a variabilidade, dos índices de fertilidade do solo, perpendicular às linhas de adubação e determinar a possibilidade de fazer uma amostragem dirigida, com trado, em lavoura no sistema plantio direto.

Foi realizado um mapeamento da fertilidade do solo em duas lavouras no sistema plantio direto, em um latossolo roxo, na região de Passo Fundo - RS. As lavouras apresentavam a cultura do trigo no perfilhamento, após o cultivo de milho no verão. Uma lavoura apresentava um alto teor de

fósforo e outra um teor médio a baixo. As amostras foram constituídas de monólitos de 5 cm de largura, coletadas numa secção de um metro de largura, na profundidade de 0 - 10 cm, perpendicular às linhas de adubação. A linha de adubação do milho ficou no centro da secção perpendicular. A amostragem foi feita em três locais por lavoura.

Os resultados demonstram que a variabilidade horizontal, perpendicular às linhas de adubação foram baixos para o pH, índice SMP e Al trocável e muito alta para fósforo e potássio. As amostras retiradas nas linhas de adubação das culturas de milho (ano anterior) e de trigo (última cultura) apresentaram duas a três vezes mais fósforo e potássio que as amostras da entrelinha. A lavoura com um nível de fósforo mais baixo apresentou uma maior variabilidade perpendicular às linhas de adubação para esse nutriente.

Com base nesses resultados, conclui-se que não é recomendável fazer uma amostragem dirigida, com trado, no sistema plantio direto, devido ao pequeno volume de solo amostrado e a alta variabilidade horizontal resultante das linhas de adubação.

#### Recomendações para amostragem de solo no sistema plantio direto:

Os estudos anteriores e alguns testes experimentais, realizados em lavouras no sistema plantio direto, permitem propor o seguinte procedimento de amostragem:

#### **SISTEMA PLANTIO DIRETO**

##### ADUBAÇÃO A LANÇO

- amostragem com trado ou pá-de-corte em 20 pontos ao acaso na lavoura.

##### ADUBAÇÃO EM LINHA

Depende da fase do sistema e deve ser amostrado com pá-de-corte.

##### FASE DE IMPLANTAÇÃO (até 5 anos)

- amostrar perpendicularmente todo o comprimento da entrelinha da cultura de maior espaçamento do último ano cultivada na lavoura.
- espessura da amostra:  $\pm 5$  cm.
- 10 a 12 pontos.

##### FASE ESTABELECIDA (após 5 anos)

- amostrar perpendicularmente todo o comprimento da entrelinha da última cultura.
- espessura da amostra:  $\pm 5$  cm
- 8 a 10 pontos.

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA SUPERFÍCIE DO SOLO SOBRE FATORES DE ACIDEZ EM CAMPO NATURAL

José Renato Ben<sup>1</sup>

Delmar Pöttker<sup>1</sup>

Renato Serena Fontaneli<sup>1</sup>

Sírio Wiethölter<sup>1</sup>

Os campos naturais do Rio Grande do Sul ocupam uma área estimada entre 12 e 16 milhões de hectares e são responsáveis, praticamente, pela produção pecuária do estado. Esses campos apresentam pastagens naturais de ciclo estival, com produtividade razoável de forragens nas épocas quentes do ano e oferta insuficiente nas épocas frias, proporcionando, consequentemente, baixos índices de produtividade da produção animal. A utilização de parte dessa área para a produção de grãos, em semeadura direta, ou para a produção pecuária intensiva, através da introdução de forrageiras de estação fria sobre a pastagem natural, tem entre os fatores limitantes a acidez e a deficiência de nutrientes do solo.

Este trabalho objetiva estudar o efeito de calcário aplicado na superfície em julho de 1993 sobre os fatores de acidez, em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, com 26% de argila, localizado no município de Passo Fundo, RS. O clima da região é subtropical úmido, Cfa pela classificação de Köppen.

Na área experimental, foi introduzida no primeiro cultivo, em semeadura direta sobre a pastagem natural, sem dessecação por herbicidas, a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), e no segundo cultivo aveia preta, trevo e cornichão. A adubação foi feita na linha de semeadura da aveia preta, nas quantidades indicadas pela análise de solo. O estudo foi realizado determinando-se o pH em água e os teores de alumínio, de cálcio e de magnésio trocáveis em amostras de solo coletadas nas camadas 0-2 cm, 2-4 cm, 4-6 cm, 6-8 cm e 8-10 cm, dois anos após a aplicação de calcário. Foram determinados também os valores de matéria orgânica e de fósforo e potássio disponíveis (Dados não apresentados). Os tratamentos amostrados foram: 0, 1/8, 1/4, 1/2 e 1 SMP para elevar o pH do solo a 6,0, aplicados na superfície, e 1 SMP incorporado na camada 0-20 cm.

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

**0031** Na ausência de calcário, observaram-se valores mais elevados de pH, de cálcio e de magnésio e menor teor de alumínio na camada 0-2 cm, quando comparados com os verificados nas camadas mais profundas (Tabela 1). Também a matéria orgânica apresentou valores mais elevados na camada de solo 0-2 cm, decrescendo com o aumento da profundidade (dados não apresentados). A aplicação na superfície das doses 1/8 SMP e 1/4 SMP elevou o pH do solo de 4,7 para 5,2 e 5,4, respectivamente, neutralizando o alumínio tóxico na camada 0-2 cm. Na camada de solo 2-4 cm, o efeito do calcário nesses níveis não foi suficiente para neutralizar o alumínio tóxico, mostrando, entretanto, valores inferiores aos verificados nas camadas mais profundas do solo. A neutralização da acidez atingiu camadas de maior profundidade quando foram aplicadas doses mais elevadas de calcário (1/2 SMP e 1 SMP). O efeito da aplicação de calcário na superfície, entretanto, ficou limitado aos primeiros centímetros, tendo-se a presença de alumínio em valores acima de 1,0 cmol/L na camada 4-6 cm, mesmo nas doses mais altas de calcário. A incorporação de calcário na dose 1 SMP a 20 cm de profundidade corrigiu os fatores de acidez em todas as camadas estudadas. Os valores observados para cálcio e para magnésio, de modo geral, apresentaram nos diferentes tratamentos estudados, comportamento inverso ao verificado para o alumínio. A prática de aplicação de calcário na superfície do solo mostrou-se, apesar de corrigir o solo superficialmente, uma alternativa à calagem tradicional para o cultivo de culturas anuais como a soja, trigo e milho ou para a introdução de forrageiras de estação fria em sistema de semeadura direta sobre campo natural.

Tabela 1. Efeito da aplicação de calcário na superfície do solo em campo natural e incorporada na camada 0-20 sobre os valores de pH em água, de alumínio, de cálcio e de magnésio trocáveis, no perfil da camada de solo 0-10 cm

Variável	Camada cm	Calcário					Incorporado 1 SMP	
		Aplicação superficial						
		0 SMP	1/8 SMP	1/4 SMP	1/2 SMP	1 SMP		
pH (H <sub>2</sub> O)	0 - 2	4,68 A e	5,22 A d	5,42 A cd	6,10 A b	6,60 A a	5,62 C c	
	2 - 4	4,48 B b	4,72 B b	4,82 B b	5,50 B a	5,48 B a	5,75 BC a	
	4 - 6	4,45 BC c	4,62 B bc	4,58 C c	5,00 C b	5,00 C b	6,02 A a	
	6 - 8	4,45 BC b	4,60 B b	4,50 C b	4,82 D b	4,85 C b	5,98 AB a	
	8 - 10	4,40 C c	4,52 B bc	4,48 C bc	4,78 D b	4,78 C b	5,78 BC a	
Al <sup>3+</sup> cmol <sub>0</sub> /L	0 - 2	1,80 C a	0,27 D b	0,19 C bc	0,01 C c	0,00 C c	0,02 A bc	
	2 - 4	2,90 B a	1,57 C b	1,39 C b	0,20 C c	0,46 C c	0,09 A c	
	4 - 6	2,88 B a	2,18 B b	2,34 B b	1,23 B c	1,44 B c	0,05 A d	
	6 - 8	3,16 A a	2,55 AB b	2,55 B b	2,02 A c	2,06 A c	0,10 A d	
	8 - 10	3,21 A a	2,91 A a	2,97 A a	2,24 A b	2,44 A b	0,16 A c	
Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>0</sub> /L	0 - 2	1,59 A e	3,41 A d	4,29 A cd	5,82 A ab	6,61 A a	4,80 A bc	
	2 - 4	1,10 B b	1,84 B b	1,76 B b	4,10 B a	3,98 B a	4,87 A a	
	4 - 6	0,86 C c	1,20 BC c	1,31 BC c	2,37 C b	2,09 C b	5,16 A a	
	6 - 8	0,74 D c	1,07 C bc	0,96 BC bc	1,52 D b	1,47 CD bc	4,71 A a	
	8 - 10	0,66 D b	0,73 C b	0,75 C b	1,24 D b	1,01 D b	3,98 B a	
Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>0</sub> /L	0 - 2	1,34 A d	2,89 A c	3,82 A b	5,01 A a	5,19 A a	3,84 A b	
	2 - 4	0,87 B c	1,74 B bc	2,05 B b	3,77 B a	3,28 B a	3,57 A a	
	4 - 6	0,58 C d	1,14 C c	1,26 C c	2,23 C b	1,62 C c	3,82 A a	
	6 - 8	0,49 CD d	0,89 C cd	0,86 CD cd	1,50 D b	1,24 CD bc	3,76 A a	
	8 - 10	0,41 D c	0,66 C c	0,70 D c	1,18 D b	0,81 D bc	3,52 A a	

As letras maiúsculas comparam médias na vertical dentro de cada camada, e as minúsculas comparam médias na horizontal, pelo teste de Duncan a 5 %.

## MANEJO DA CALAGEM NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, EM SOLO DE VÁRZEA, SOB CONDIÇÕES NATURAIS

Algenor da Silva Gomes<sup>1</sup>

Francisco de Jesus Vernetti Júnior<sup>1</sup>

Luis Diego Nieto Silveira<sup>2</sup>

O Rio grande do Sul possui de 12 a 15 milhões de hectares ocupados por pastagens naturais, conhecidas como áreas de "campos nativos", que apresentam, em determinadas regiões, severas limitações quanto à acidez do solo. Este problema, aliado à baixos níveis de fertilidade natural do solo, exige cuidados especiais quando se pretende implantar uma agricultura rentável, notadamente, quando o sistema de manejo utilizado for o plantio direto, face a limitações de conhecimento existentes.

Os sistemas de cultivo convencional e plantio direto proporcionam comportamentos distintos em relação a fertilidade do solo. No preparo convencional do solo o estudo do modo de aplicação dos corretivos e fertilizantes foi intenso no últimos anos, disponibilizando, na atualidade, recomendações que viabilizam uma adequada aplicação, com vistas à obtenção de bons níveis de produtividade das culturas. Por outro lado, os estudos a respeito do manejo da calagem e de fertilizantes, no sistema plantio direto, são recentes. SÁ (1993), ao estudar o modo de aplicação de calcário no plantio direto, encontrou resposta positiva, no rendimento de grãos de duas cultivares de soja, ao calcário aplicado na superfície do solo; sendo, inclusive, as produtividades obtidas no sistema maiores que as obtidas no preparo convencional.

No plantio direto o horizonte superficial do solo é enriquecido pelos resíduos orgânicos que alteram a dinâmica da matéria orgânica e a liberação de nutrientes no solo. Com a acumulação de resíduos vegetais na superfície e consequente aumento da atividade biológica, as reações de mineralização dos compostos orgânicos, principalmente dos aminoácidos são intensas. Essas reações, mais as aplicações de fertilizantes nitrogenados, no sistema plantio direto, provocam a acidez na camada superficial do solo. A calagem é a prática usual para corrigir as camadas acidificadas, favorecendo, dessa forma,

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Estudante de Pós-Graduação FAEM/UFPEL.

o uso eficiente dos fertilizantes pelas plantas.

A aplicação de calcário na superfície do solo poderá ser uma prática eficiente no controle da acidez superficial, mas devido a baixa solubilidade do produto, as camadas mais profundas do perfil podem ser prejudicadas pela ausência do corretivo. Atualmente, a aplicação de calcário na superfície do solo vem proporcionando ótimos resultados no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Este manejo, embora se adotado por produtores daquela região e estudado por centros de pesquisa, naquele ecossistema, ainda não oferece resultados consistentes que possam ser adotados em outras regiões do RS. Em vista disso, vem sendo conduzido este trabalho que objetiva, em termos gerais, avaliar o manejo da calagem, em solos de várzea, sob condições de campo nativo, no contexto do sistema plantio direto, voltado à correção da acidez do solo, via aplicação superficial de corretivos da acidez.

Em termos específicos, o estudo objetiva :a) avaliar o efeito de doses de calcário aplicadas na superfície do solo, em campo nativo, na produção de matéria seca de forrageiras de inverno e no rendimento de grãos de milho e soja em sistema de plantio direto; b) avaliar a disponibilidade e distribuição de nutrientes, no perfil do solo, sob o sistema plantio direto; e c) avaliar a evolução das principais características físicas, em profundidade, do solo sob plantio direto.

O trabalho vem sendo conduzido em um Planossolo, na área experimental da Embrapa/CPACT, Pelotas (RS), em blocos ao acaso, com 4 repetições, sendo aplicados nas parcelas (3x10m) seis tratamentos: 1) dose de 1,0 SMP de calcário incorporado; 2) dose de 1,0 SMP de calcário aplicado na superfície do solo; 3) dose de 3/4 SMP de calcário aplicado na superfície; 4) dose de 2/4 SMP de calcário aplicado na superfície; 5) dose de 1/4 SMP de calcário aplicado na superfície; e 6) Zero de calcário (testemunha absoluta). As doses de calcário(t/ha) aplicadas seguiram a recomendação técnica da tabela da ROLAS pelo índice SMP, segundo a análise de solo. O experimento teve início em maio de 1996, a partir da aplicação das doses de calcário às respectivas unidades experimentais.

Os resultados a seguir apresentados e discutidos (safra 96/97), correspondem a matéria seca (MS) das forrageiras de inverno e ao rendimento de grãos de milho e de soja. A partir da análise dos mesmos (Tabela 1), pode-se constatar que as produtividades de MS da parte aérea, das espécies utilizadas para formação de cobertura morta, , de maneira geral, não foram elevadas, em decorrência, possivelmente, das condições climáticas desfavoráveis que ocorreram durante o início do desenvolvimento das

forrageiras, e por terem sido estas implantadas em condições de campo natural, no sistema plantio direto. Os valores de produção de MS, de cada forrageira (Tabela 1), não diferiram estatisticamente, em função dos tratamentos. Porém, pode-se observar que a aveia proporcionou, em valores absolutos, maiores rendimentos no tratamento 2/4SMP aplicado na superfície (0,88 t/ha) e a ervilhaca, nos tratamentos 1SMP e 3/4SMP, ambos, também, aplicados na superfície (0,82 t/ha).

Em relação a soja (Tabela 1) constata-se que os rendimentos de grãos, obtidos em função dos diferentes modos e doses de aplicação de calcário, não se mostraram estatisticamente diferenciados. Todavia, deve-se ressaltar que houve problemas na emergência da soja, proporcionados pelo excesso de precipitação, ocorrido logo após o plantio da mesma, o que provocou a necessidade de ressemeadura, ocorrendo esta em época já desfavorável para a cultura. Tais circunstâncias concorreram para reduzir a produtividade da soja. Em termos de rendimento de milho (Tabela 1), também não foi constatado diferenças significativas em função dos tratamentos. Entretanto, as produtividades observadas, independente dos tratamentos, foram bastante elevadas, merecendo destaque a obtida no tratamento 1SMP incorporado (8,99 t/ha).

Tabela 1. Rendimentos de matéria seca (MS), produzidos pela aveia e ervilhaca, e de grãos de milho e soja, em t/ha. Média de 4 repetições

Tratamentos (SMP)	Matéria seca (t/ha)		Rendimento de grãos (t/ha)	
	Aveia	Ervilhaca	Milho	Soja
Calcário incorp. (100%)	0,72 a*	0,53 a	8,99 a	1,20 a
Calcário superf. (100%)	0,68 a	0,82 a	8,10 a	1,11 a
3/4 Superf. (75%)	0,83 a	0,82 a	8,41 a	1,00 a
2/4 Superf. (50%)	0,88 a	0,62 a	8,63 a	1,02 a
1/4 Superf. (25%)	0,64 a	0,57 a	8,12 a	1,45 a
Zero calcário (0)	0,64 a	0,52 a	8,12 a	1,06 a

\* Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan a 5%.

Os resultados apresentados neste trabalho são preliminares, necessitando-se, portanto, de um período maior de estudo para uma melhor avaliação, principalmente do efeito residual dos tratamentos.

## Referência Bibliográfica

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: PLANTIO DIRETO NO BRASIL. CNPT-EMBRAPA, FUNDACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte, 1993. p.37-60.

## **POR QUE A DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO É MENOR NO SISTEMA PLANTIO DIRETO?**

Roberto Luis Salet<sup>1</sup>  
Luciano Kayser Vargas<sup>1</sup>

Ibanor Anghinoni<sup>1</sup>

Rainoldo Alberto Kochhann<sup>2</sup>

José Eloir Denardin<sup>2</sup>

Elaine Conte<sup>3</sup>

Os cereais têm uma menor absorção de nitrogênio no sistema plantio direto, em relação ao sistema convencional. As causas da menor disponibilidade de nitrogênio podem ser as maiores perdas por lixiviação de nitratos, maior desnitrificação, menor mineralização dos resíduos da cultura anterior, maior volatilização de amônia da uréia ou a maior imobilização microbiana do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura.

As recomendações técnicas só podem ser feitas a partir do momento em que se conhecem as causas deste problema. Com isto, o objetivo do presente trabalho foi identificar a(s) causa(s) que mais influencia(m) na menor disponibilidade de nitrogênio no sistema plantio direto estabelecido ( $> 5$  anos). Para atingir este objetivo foram desenvolvidos três estudos:

**Estudo I:** Foi avaliada a dinâmica do nitrogênio ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura de milho, em um experimento a campo com oito anos, nos sistemas plantio direto e convencional, com rotação de culturas, em um latossolo vermelho-escuro. Analisou-se, em seis épocas da cultura, o teor de nitrogênio mineral na solução de solo e na fase sólida (0-5 e 5-15 cm), o acúmulo de nitrogênio na parte aérea e a produção de matéria seca.

O teor de N total no solo foi maior no sistema plantio direto, em relação ao sistema convencional. Este fator, aliado ao aumento da atividade microbiana, determinaram uma maior concentração de N na solução de solo do sistema plantio direto antes da semeadura e, também, no estádio 2 (27 dias após a emergência). Este resultado auxilia na rejeição da hipótese de que a

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Caixa Postal 776, CEP 90001-970, Porto Alegre, RS

<sup>2</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Científica-UFRGS, Porto Alegre, RS.

menor mineralização dos resíduos da cultura anterior é a responsável pela menor absorção de nitrogênio pelos cereais no sistema plantio direto estabelecido.

Após as aplicações de fertilizante nitrogenado (uréia) em cobertura (aos 30 e 47 dias após a emergência), o teor de nitrogênio mineral na solução de solo aumentou no sistema convencional, enquanto no sistema plantio direto ocorreu uma diminuição no teor. A partir deste momento o sistema convencional apresentou um teor de N mineral maior na solução de solo, em relação ao sistema plantio direto. Para onde foi o N do fertilizante no sistema plantio direto? Análises do teor de  $\text{N}-\text{NH}_4^+$  deslocado do solo e o não acréscimo de  $\text{K}^+$  na solução de solo descartaram a hipótese de que o N esteja retido na superfície de troca do solo. O nitrogênio no sistema plantio direto poderia ter sido volatilizado, lixiviado, desnitrificado ou imobilizado.

Estudo II: Foi realizado com amostras de solo indeformadas, em condições controladas, em casa de vegetação, com a finalidade de evitar as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia da uréia, por lixiviação de nitratos e por desnitrificação. A uréia foi dissolvida e incorporada com uma lâmina de 10 mm de água e a umidade do solo foi controlada diariamente pelo peso dos vasos. Analisou-se, semanalmente, o teor de nitrogênio mineral na solução de solo dos vasos. Os resultados foram iguais aos verificados no Estudo I, deste modo descartaram-se as hipóteses de que a menor disponibilidade de N no sistema plantio direto, após a aplicação de N fertilizante, seja devida às maiores perdas por volatilização, lixiviação ou desnitrificação.

Estudo III: Avaliou-se o teor de nitrogênio na biomassa microbiana em parcelas com e sem aplicação de nitrogênio em cobertura ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), nas restas das culturas de sorgo e soja. O experimento de campo estava sendo conduzido há sete anos nos sistemas plantio direto e convencional em um latossolo vermelho-escuro. A profundidade de amostragem foi de 0-8 cm e a determinação do N na biomassa microbiana foi realizada através do método de fumigação-extracção. Os resultados demonstraram que o teor de N na biomassa microbiana, nas parcelas com restas de sorgo e sem aplicação de N fertilizante, foi 1,3 vezes maior no sistema plantio direto, em relação ao sistema convencional. Com a aplicação de N, o teor de N na biomassa microbiana foi 7,1 vezes maior no sistema plantio direto, em comparação com o sistema convencional. Na restava de soja, o teor de N na biomassa no sistema plantio direto foi 2,1 vezes maior na ausência de N fertilizante e 3,1 vezes maior quando o fertilizante foi aplicado. O teor de N na biomassa

microbiana, nas parcelas com fertilizante nitrogenado, foi de 67 e 65 kg ha<sup>-1</sup> na resteva de sorgo e soja, respectivamente, no sistema plantio direto, na camada de 0-8 cm de solo.

Os resultados dos três estudos indicam que a principal causa da menor disponibilidade de N, no sistema plantio direto estabelecido, é a **imobilização microbiana do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura**.

Como pode-se diminuir esta imobilização microbiana do fertilizante? Incorporando o fertilizante nitrogenado abaixo da camada superficial imobilizadora, seja pelo aumento nas doses de N na semeadura, aplicadas logo abaixo da semente, ou pela incorporação, por máquinas adaptadas, do fertilizante de cobertura 3 centímetros abaixo da superfície do solo.

Para concluir esta análise sobre a disponibilidade de N no solo, é preciso mencionar que, nos anos de 1994, 1995 e 1996, foram realizadas experiências com sorgo e milho, em sistema plantio direto, com e sem fertilizante nitrogenado, e manejadas no sistema de manejo de solo, com e sem adubação, como Latossolo, com e sem adubação, e com e sem Peso Fundo, apresentando resultados que mostraram o aumento no rendimento de grãos dos cultivos, com a aplicação de fertilizante [1]. Verificou-se que, no sistema de plantio direto, a aplicação de semente com (Y<sub>1</sub>) e de milho (Y<sub>2</sub>) pode ser feita com a adubação.

Tabela 1. Rendimento de milho (kg ha<sup>-1</sup>) - Média, 1994-1996

Sistema de manejo de solo	Aplicação de fertilizante N (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento de milho (kg ha <sup>-1</sup> )	
		Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Latossolo	0	3 300	3 300
Latossolo	100	3 300	3 300
Latossolo	200	3 300	3 300
Latossolo	300	3 300	3 300
Latossolo	400	3 300	3 300
Latossolo	500	3 300	3 300
Latossolo	600	3 300	3 300
Latossolo	700	3 300	3 300
Latossolo	800	3 300	3 300
Latossolo	900	3 300	3 300
Latossolo	1 000	3 300	3 300
Latossolo	1 100	3 300	3 300
Latossolo	1 200	3 300	3 300
Latossolo	1 300	3 300	3 300
Latossolo	1 400	3 300	3 300
Latossolo	1 500	3 300	3 300
Latossolo	1 600	3 300	3 300
Latossolo	1 700	3 300	3 300
Latossolo	1 800	3 300	3 300
Latossolo	1 900	3 300	3 300
Latossolo	2 000	3 300	3 300
Latossolo	2 100	3 300	3 300
Latossolo	2 200	3 300	3 300
Latossolo	2 300	3 300	3 300
Latossolo	2 400	3 300	3 300
Latossolo	2 500	3 300	3 300
Latossolo	2 600	3 300	3 300
Latossolo	2 700	3 300	3 300
Latossolo	2 800	3 300	3 300
Latossolo	2 900	3 300	3 300
Latossolo	3 000	3 300	3 300
Latossolo	3 100	3 300	3 300
Latossolo	3 200	3 300	3 300
Latossolo	3 300	3 300	3 300
Latossolo	3 400	3 300	3 300
Latossolo	3 500	3 300	3 300
Latossolo	3 600	3 300	3 300
Latossolo	3 700	3 300	3 300
Latossolo	3 800	3 300	3 300
Latossolo	3 900	3 300	3 300
Latossolo	4 000	3 300	3 300
Latossolo	4 100	3 300	3 300
Latossolo	4 200	3 300	3 300
Latossolo	4 300	3 300	3 300
Latossolo	4 400	3 300	3 300
Latossolo	4 500	3 300	3 300
Latossolo	4 600	3 300	3 300
Latossolo	4 700	3 300	3 300
Latossolo	4 800	3 300	3 300
Latossolo	4 900	3 300	3 300
Latossolo	5 000	3 300	3 300
Latossolo	5 100	3 300	3 300
Latossolo	5 200	3 300	3 300
Latossolo	5 300	3 300	3 300
Latossolo	5 400	3 300	3 300
Latossolo	5 500	3 300	3 300
Latossolo	5 600	3 300	3 300
Latossolo	5 700	3 300	3 300
Latossolo	5 800	3 300	3 300
Latossolo	5 900	3 300	3 300
Latossolo	6 000	3 300	3 300
Latossolo	6 100	3 300	3 300
Latossolo	6 200	3 300	3 300
Latossolo	6 300	3 300	3 300
Latossolo	6 400	3 300	3 300
Latossolo	6 500	3 300	3 300
Latossolo	6 600	3 300	3 300
Latossolo	6 700	3 300	3 300
Latossolo	6 800	3 300	3 300
Latossolo	6 900	3 300	3 300
Latossolo	7 000	3 300	3 300
Latossolo	7 100	3 300	3 300
Latossolo	7 200	3 300	3 300
Latossolo	7 300	3 300	3 300
Latossolo	7 400	3 300	3 300
Latossolo	7 500	3 300	3 300
Latossolo	7 600	3 300	3 300
Latossolo	7 700	3 300	3 300
Latossolo	7 800	3 300	3 300
Latossolo	7 900	3 300	3 300
Latossolo	8 000	3 300	3 300
Latossolo	8 100	3 300	3 300
Latossolo	8 200	3 300	3 300
Latossolo	8 300	3 300	3 300
Latossolo	8 400	3 300	3 300
Latossolo	8 500	3 300	3 300
Latossolo	8 600	3 300	3 300
Latossolo	8 700	3 300	3 300
Latossolo	8 800	3 300	3 300
Latossolo	8 900	3 300	3 300
Latossolo	9 000	3 300	3 300
Latossolo	9 100	3 300	3 300
Latossolo	9 200	3 300	3 300
Latossolo	9 300	3 300	3 300
Latossolo	9 400	3 300	3 300
Latossolo	9 500	3 300	3 300
Latossolo	9 600	3 300	3 300
Latossolo	9 700	3 300	3 300
Latossolo	9 800	3 300	3 300
Latossolo	9 900	3 300	3 300
Latossolo	10 000	3 300	3 300
Latossolo	10 100	3 300	3 300
Latossolo	10 200	3 300	3 300
Latossolo	10 300	3 300	3 300
Latossolo	10 400	3 300	3 300
Latossolo	10 500	3 300	3 300
Latossolo	10 600	3 300	3 300
Latossolo	10 700	3 300	3 300
Latossolo	10 800	3 300	3 300
Latossolo	10 900	3 300	3 300
Latossolo	11 000	3 300	3 300
Latossolo	11 100	3 300	3 300
Latossolo	11 200	3 300	3 300
Latossolo	11 300	3 300	3 300
Latossolo	11 400	3 300	3 300
Latossolo	11 500	3 300	3 300
Latossolo	11 600	3 300	3 300
Latossolo	11 700	3 300	3 300
Latossolo	11 800	3 300	3 300
Latossolo	11 900	3 300	3 300
Latossolo	12 000	3 300	3 300
Latossolo	12 100	3 300	3 300
Latossolo	12 200	3 300	3 300
Latossolo	12 300	3 300	3 300
Latossolo	12 400	3 300	3 300
Latossolo	12 500	3 300	3 300
Latossolo	12 600	3 300	3 300
Latossolo	12 700	3 300	3 300
Latossolo	12 800	3 300	3 300
Latossolo	12 900	3 300	3 300
Latossolo	13 000	3 300	3 300
Latossolo	13 100	3 300	3 300
Latossolo	13 200	3 300	3 300
Latossolo	13 300	3 300	3 300
Latossolo	13 400	3 300	3 300
Latossolo	13 500	3 300	3 300
Latossolo	13 600	3 300	3 300
Latossolo	13 700	3 300	3 300
Latossolo	13 800	3 300	3 300
Latossolo	13 900	3 300	3 300
Latossolo	14 000	3 300	3 300
Latossolo	14 100	3 300	3 300
Latossolo	14 200	3 300	3 300
Latossolo	14 300	3 300	3 300
Latossolo	14 400	3 300	3 300
Latossolo	14 500	3 300	3 300
Latossolo	14 600	3 300	3 300
Latossolo	14 700	3 300	3 300
Latossolo	14 800	3 300	3 300
Latossolo	14 900	3 300	3 300
Latossolo	15 000	3 300	3 300
Latossolo	15 100	3 300	3 300
Latossolo	15 200	3 300	3 300
Latossolo	15 300	3 300	3 300
Latossolo	15 400	3 300	3 300
Latossolo	15 500	3 300	3 300
Latossolo	15 600	3 300	3 300
Latossolo	15 700	3 300	3 300
Latossolo	15 800	3 300	3 300
Latossolo	15 900	3 300	3 300
Latossolo	16 000	3 300	3 300
Latossolo	16 100	3 300	3 300
Latossolo	16 200	3 300	3 300
Latossolo	16 300	3 300	3 300
Latossolo	16 400	3 300	3 300
Latossolo	16 500	3 300	3 300
Latossolo	16 600	3 300	3 300
Latossolo	16 700	3 300	3 300
Latossolo	16 800	3 300	3 300
Latossolo	16 900	3 300	3 300
Latossolo	17 000	3 300	3 300
Latossolo	17 100	3 300	3 300
Latossolo	17 200	3 300	3 300
Latossolo	17 300	3 300	3 300
Latossolo	17 400	3 300	3 300
Latossolo	17 500	3 300	3 300
Latossolo	17 600	3 300	3 300
Latossolo	17 700	3 300	3 300
Latossolo	17 800	3 300	3 300
Latossolo	17 900	3 300	3 300
Latossolo	18 000	3 300	3 300
Latossolo	18 100	3 300	3 300
Latossolo	18 200	3 300	3 300
Latossolo	18 300	3 300	3 300
Latossolo	18 400	3 300	3 300
Latossolo	18 500	3 300	3 300
Latossolo	18 600	3 300	3 300
Latossolo	18 700	3 300	3 300
Latossolo	18 800	3 300	3 300
Latossolo	18 900	3 300	3 300
Latossolo	19 000	3 300	3 300
Latossolo	19 100	3 300	3 300
Latossolo	19 200	3 300	3 300
Latossolo	19 300	3 300	3 300
Latossolo	19 400	3 300	3 300
Latossolo	19 500	3 300	3 300
Latossolo	19 600	3 300	3 300
Latossolo	19 700	3 300	3 300
Latossolo	19 800	3 300	3 300
Latossolo	19 900	3 300	3 300
Latossolo	20 000	3 300	3 300
Latossolo	20 100	3 300	3 300
Latossolo	20 200	3 300	3 300
Latossolo	20 300	3 300	3 300
Latossolo	20 400	3 300	3 300
Latossolo	20 500	3 300	3 300
Latossolo	20 600	3 300	3 300
Latossolo	20 700	3 300	3 300
Latossolo	20 800	3 300	3 300
Latossolo	20 900	3 300	3 300
Latossolo	21 000	3 300	3 300
Latossolo	21 100	3 300	3 300
Latossolo	21 200	3 300	3 300
Latossolo	21 300	3 300	3 300
Latossolo	21 400	3 300	3 300
Latossolo	21 500	3 300	3 300
Latossolo	21 600	3 300	3 300
Latossolo	21 700	3 300	3 300
Latossolo	21 800	3 300	3 300
Latossolo	21 900	3 300	3 300
Latossolo	22 000	3 300	3 300
Latossolo	22 100	3 300	3 300
Latossolo	22 200	3 300	3 300
Latossolo	22 300	3 300	3 300
Latossolo	22 400	3 300	3 300
Latossolo	22 500	3 300	3 300
Latossolo	22 600	3 300	3 300
Latossolo	22 700	3 300	3 300
Latossolo	22 800	3 300	3 300
Latossolo	22 900	3 300	3 300
Latossolo	23 000	3 300	3 300
Latossolo	23 100	3 300	3 300
Latossolo	23 200	3 300	3 300
Latossolo	23 300	3 300	3 300
Latossolo	23 400	3 300	3 300
Latossolo	23 500	3 300	3 300
Latossolo	23 600	3 300	3 300
Latossolo	23 700	3 300	3 300
Latossolo	23 800	3 300	3 300
Latossolo	23 900	3 300	3 300
Latossolo	24 000	3 300	3 300
Latossolo	24 100	3 300	3 300
Latossolo	24 200	3 300	3 300
Latossolo	24 300	3 300	3 300
Latossolo	24 400	3 300	3 300
Latossolo	24 500	3 300	3 300
Latossolo	24 600	3 300	3 300
Latossolo	24 700	3 300	3 300
Latossolo	24 800	3 300	3 300
Latossolo	24 900	3 300	3 300
Latossolo	25 000	3 300	3 300
Latossolo	25 100	3 300	3 300
Latossolo	25 200	3 300	3 300
Latossolo	25 300	3 300	3 300
Latossolo	25 400	3 300	3 300
Latossolo	25 500	3 300	3 300
Latossolo	25 600	3 300	3 300
Latossolo	25 700	3 300	3 300
Latossolo	25 800	3 300	3 300
Latossolo	25 900	3 300	3 300
Latossolo	26 000	3 300	3 300
Latossolo	26 100	3 300	3 300
Latossolo	26 200	3 300	3 300
Latossolo	26 300	3 300	3 300
Latossolo	26 400	3 300	3 300
Latossolo	26 500	3 300	3 300
Latossolo	26 600	3	

# ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA TRIGO CULTIVADO APÓS AS CULTURAS DE SOJA E DE MILHO, EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Sírio Wiethölter<sup>1</sup>

A quantidade de nitrogênio (N) mineral disponível na maioria dos solos é insuficiente para o pleno desenvolvimento de trigo e de outros cereais. Isso se deve à baixa capacidade de suprimento de N dos solos e à imobilização temporária de N em resíduos culturais, bem como por esse elemento ser um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas referidas culturas. Objetivou-se realizar uma análise conjunta de dados de rendimento de grãos de trigo obtidos nos anos de 1994, 1995 e 1996, em função de doses de N aplicadas na base ( $N_b$ ) e em cobertura ( $N_c$ ). Foram conduzidos seis experimentos no sistema plantio direto, sobre restas de soja e de milho, em áreas contíguas e manejadas no sistema plantio direto há mais de 4 anos. O solo é classificado como Latossolo vermelho escuro distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo, apresentando cerca de 3 % de matéria orgânica. Os dados de rendimento de grãos dos experimentos foram ajustados através da Equação [1]. Verificou-se que, no conjunto, o rendimento de trigo após as culturas de soja ( $Y_s$ ) e de milho ( $Y_m$ ) poderia ser estimado pelas Equações [2] a [7]:

$$\text{Rendimento}_{\text{ajustado}} = (\text{Média}_{\text{geral}} - \text{Média}_{\text{experimento}}) + \text{Rendimento} \quad [1]$$

## Efeito geral simples de $N_b$ e $N_c$ :

$$Y_s = 2977 + 2,31N_b + 3,13N_c \quad r^2 = 0,31 \quad [2]$$

$$Y_m = 2536 + 5,40N_b + 6,77N_c \quad r^2 = 0,66 \quad [3]$$

## Efeito geral de $N_c$ :

$$Y_s = 2920 + 12,49N_c + 0,059N_c^2 \quad r^2 = 0,41 \quad [4]$$

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

$$Y_m = 2640 + 16,06N_c + 0,059N_c^2 \quad r^2 = 0,57 \quad [5]$$

### Efeito geral de $N_b$ e $N_c$ :

$$Y_s = 2585 + 6,38N_b + 15,16N_c - 0,049N_bN_c - 0,060N_c^2 \quad r^2 = 0,60 \quad [6]$$

$$Y_m = 2146 + 9,39N_b + 18,76N_c - 0,051N_bN_c - 0,059N_c^2 \quad r^2 = 0,80 \quad [7]$$

A contribuição das variáveis nas Equações [2] a [7] foi altamente significativa (probabilidade  $\leq 0,004$ ), exceto a variável  $N_b$  da Equação [2], que apresentou probabilidade igual a 0,03.

Com base nas Equações [2] e [3], verificou-se que, sem aplicação de N, o rendimento de trigo foi 441 kg/ha maior quando cultivado sobre palha de soja do que sobre palha de milho. De outra parte, a aplicação de N em cobertura ( $N_c$ ) foi mais importante para a formação de grãos do que a aplicação de N na base ( $N_b$ ), pois os coeficientes de  $N_c$  foram maiores que os de  $N_b$ .

Usando as Equações [4] e [5] (efeito médio das doses de N aplicadas na base) e uma relação de preços (R\$ por kg de N/R\$ por kg de grãos) igual a 5, as doses de N aplicadas em cobertura ( $N_c$ ) que proporcionariam retorno máximo seriam iguais a 63 e 94 kg/ha, respectivamente, para as restevas de soja e de milho. Dessa forma, a resteva de soja conferiria uma economia de 31 kg N/ha.

Considerando o efeito da interação do N aplicado na base ( $N_b$ ) e em cobertura ( $N_c$ ) no rendimento de trigo (Equações [6] e [7]) e uma relação de preços igual a 5, as doses de  $N_c$  de máximo retorno, para as diversas doses de N aplicadas na base, podem ser calculadas através das Equações [8] e [9], respectivamente para as restevas de soja ( $N_{cs}$ ) e de milho ( $N_{cm}$ ), cujos valores constam na Tabela 1.

$$N_{cs} = (10,17 - 0,049N_b)/0,119. \quad [8]$$

$$N_{cm} = (13,76 - 0,051N_b)/0,118. \quad [9]$$

Com base nas Equações [8] e [9] e para  $N_b$  igual a 0, 20, 40 e 60 kg/ha, a diferença média entre as restevas de soja e de milho para  $N_c$  foi igual a 31 kg/ha (Tabela 1), cujo valor está dentro da amplitude de economia de N

proporcionada pela soja e estimada para trigo por Halvorson et al. (1987), que é de 25 a 45 kg N/ha. A título de exemplo, na dose zero para  $N_b$ , os rendimentos de trigo (Equações [6] e [7]) que seriam obtidos com  $N_c$  igual a 85 e 117 kg/ha, respectivamente para as restevas de soja e de milho, são 3440 e 3533 kg/ha, cuja diferença constitui somente 93 kg grãos/ha. Dessa forma, com base na análise conjunta dos dados, o trigo poderia ser cultivado na resteva de soja empregando cerca de 30 kg N/ha a menos do que se cultivado após a cultura de milho, obtendo-se, neste caso, rendimentos semelhantes.

Em termos de rendimento de grãos, a diferença média entre os experimentos conduzidos sobre resteva de soja e de milho foi de 385 kg grãos/ha (Tabela 2). No entanto, considerando doses de N de tratamentos específicos e largamente praticados em escala de lavoura (40 a 50 kg N/ha, aplicados somente em cobertura), a diferença média de rendimento de trigo observada foi de 720 kg/ha.

Com base nas observações acima, poder-se-ia cultivar trigo em sistema plantio direto, preferencialmente em áreas cultivadas na safra anterior com a cultura de soja e com a aplicação, para o solo em estudo (3 % de matéria orgânica), de no mínimo 40 kg N/ha, objetivando, assim, obter rendimentos elevados e reduzir os custos de produção por unidade de grão produzido.

### Referência Bibliográfica

HALVORSON, A.D.; ALLEY, M.M.; MURPHY, L.S. Nutrient requirements and fertilizer use. In: HEYNE, E.G. Wheat and wheat improvement. 2.ed. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1987. p.345-383.

Tabela 1. Dose de N a aplicar em cobertura ( $N_c$ ) em função da dose de N aplicada na base ( $N_b$ ) em trigo cultivado sobre resíduos de soja e de milho. EMBRAPA-CNPT, 1994, 1995 e 1996

N na base kg N <sub>b</sub> /ha	Resteva	
	Soja kg N <sub>c</sub> /ha	Milho kg N <sub>c</sub> /ha
0	85	117
20	77	108
40	69	99
60	61	91
Média	73	104

Valores calculados com base nas Equações [8] e [9]). Doses de  $N_c$  são de máximo retorno.

Tabela 2. Diferença no rendimento médio de trigo em função da cultura anterior. EMBRAPA-CNPT

Ano	Resteva		Diferença <sup>(1)</sup>	
	Soja	Milho	Média	Tratamento específico
kg/ha				
1994	2632	2320	312	386 <sup>(2)</sup>
1995	3418	2995	423	639 <sup>(3)</sup>
1996	4591	4172	419	1135 <sup>(4)</sup>
Média	3547	3162	385	720

<sup>(1)</sup>Soja menos milho.

<sup>(2)</sup>50 kg N/ha em cobertura.

<sup>(3)</sup>40 kg N/ha em cobertura.

<sup>(4)</sup>40 kg N/ha em cobertura.

# MANEJO DO NITROGÊNIO EM MILHO IMPLANTADO EM SUCESSÃO A COBERTURAS DE INVERNO. I - ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO

Gilber Argenta<sup>1</sup>

Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>2</sup>

Mauro Antônio Rizzardi<sup>3</sup>

Marcos João Baruffi<sup>4</sup>

## Introdução

Alguns estudos constataram menor absorção de N pelas plantas de milho no sistema de semeadura direta, principalmente quando em sucessão a gramíneas. Neste aspecto, a aplicação de doses mais elevadas de N na semeadura poderia compensar a imobilização inicial causada pelos microorganismos, liberando este nutriente mais rapidamente para o solo e permitindo maior absorção pelas plantas. A escolha da época de semeadura de milho após a dessecação pode ser outra estratégia importante de manejo, pois quanto mais distante do momento da dessecação, haverá, provavelmente, maior redução da relação C/N dos restos culturais e, com isto, maior liberação de N.

A avaliação da quantidade de N absorvida pelas plantas de milho torna-se uma determinação importante visto que permitirá fazer um diagnóstico do estado nutricional das plantas em função dos tratamentos aplicados.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar, em dois ambientes, o efeito de duas espécies de coberturas de inverno, de duas épocas de implantação de milho após a dessecação e de quatro sistemas de manejo de N.

<sup>1</sup> Eng.-Agr., Estudante do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS. Bolsista da CAPES. Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Professor Adjunto do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M.S., Professor do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UPF.

<sup>4</sup> Acadêmico da Faculdade de Agronomia da UPF. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

sobre a absorção de nitrogênio pelas plantas de milho.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido a campo em dois locais, sendo um na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do estado do RS, a uma altitude de 46 m. O segundo experimento foi conduzido no Centro de Extensão e Pesquisa Agronômica (CEPAGRO) da Faculdade de Agronomia da UPF, localizado na região fisiográfica do Planalto Médio do estado do RS, a uma altitude de 709 m.

Nos dois locais, os tratamentos constaram de duas coberturas de inverno (aveia preta (*Avena strigosa* Scheib) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.)) e do pousio como testemunha, duas épocas de semeadura do milho após a dessecação (1 e aos 20 dias) e de quatro sistemas de manejo de N (sem N na semeadura e em cobertura; sem N na semeadura e 160 kg/ha de N em cobertura; 30 kg/ha de N na semeadura e 130 kg/ha de N em cobertura; e 60 kg/ha de N na semeadura e 100 kg/ha de N em cobertura). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, dispostos em parcelas sub-subdivididas.

A análise do solo realizada antes da implantação dos experimentos indicou, respectivamente para Eldorado do Sul e Passo Fundo, 38% e 59% de argila, 9 mg L<sup>-1</sup> e 5 mg L<sup>-1</sup> de fósforo, 167 mg L<sup>-1</sup> e 95 mg L<sup>-1</sup> de potássio, e 2,2% e 3,4% de M.O. As duas áreas onde foram locados os experimentos, estavam sendo cultivadas em sistema de semeadura direta há três anos.

## Resultados e Discussão

As produções obtidas de massa seca da parte aérea das coberturas de solo no inverno foram de: 6,5 e 5,8 t/ha de aveia preta, 2,1 e 4,3 t/ha de ervilhaca comum e 0 e 2,9 t/ha no pousio, em Eldorado do Sul e Passo Fundo, respectivamente.

Houve efeito significativo da interação tríplice entre locais, épocas de semeadura após a dessecação e sistemas de manejo de N para a quantidade de N total absorvida por planta de milho no estádio de 3-4 folhas.

Nos dois locais, na semeadura de 1 dia após a dessecação, os

sistemas sem aplicação de N na semeadura proporcionaram menor absorção de N por planta de milho em relação aos sistemas com aplicação de N (Tabela 1). Já na segunda época de semeadura, em Eldorado do Sul obteve-se a mesma resposta que na primeira época, enquanto que em Passo Fundo o tratamento com aplicação de 30 kg/ha de N na semeadura proporcionou maior acúmulo de N em relação aos demais. Na primeira época de semeadura de milho não houve resposta diferencial entre locais na absorção de N em função dos sistemas de manejo de N. Porém, na semeadura aos 20 dias após a dessecação, obteve-se maior acúmulo de N em Passo Fundo em comparação a Eldorado do Sul, com exceção do tratamento com aplicação de 60 kg/ha de N na semeadura. A maior absorção de N verificada em Passo Fundo na semeadura 20 dias após a dessecação das coberturas em relação a Eldorado do Sul, pode ser atribuída principalmente a maior produção de massa seca de ervilhaca comum em Passo Fundo, fornecendo maiores quantidades de N para a cultura do milho nesta época e, também a menor imobilização do N pela cultura da aveia preta na segunda época em relação a primeira época.

### Conclusões

Na semeadura 1 dia após a dessecação, nos dois locais, a aplicação de N na semeadura proporcionou maiores acúmulos de N total por planta de milho, em relação aos sistemas sem N na semeadura, independente da cobertura de inverno.

Em geral, na semeadura 20 dias após a dessecação os maiores acúmulos de N por planta de milho foram verificados em Passo Fundo em relação a Eldorado do Sul.

Tabela 1. Análise conjunta da quantidade de nitrogênio (N) total absorvida por planta de milho em dois locais do estado do RS, no estádio de 3-4 folhas, em duas épocas de semeadura após a dessecação das coberturas e sob quatro sistemas de manejo de N, na média dos sistemas de cobertura de solo no inverno. 1996/97

Semeadura	Cobertura <sup>1</sup>	Quantidade de N absorvida pelo milho			
		Semeadura 1 dia após dessecação		Semeadura 20 dias após dessecação	
		Eldorado do Sul	Passo Fundo	Eldorado do Sul	Passo Fundo
-----mg/planta-----					
0	0	a A 35 c <sup>2</sup>	B A 37 c	a B 38 b	A 79 bc
0	160	a A 41 c	B A 37 c	a B 39 b	A 71 c
30	130	a A 76 b	B A 82 b	a B 84 a	A 103 a
60	100	A 97 a	A 93 a	A 93 a	A 87 b

<sup>1</sup> Aplicado, em duas doses iguais, nos estádios de 3-4 folhas e de 6-7 folhas completamente desenvolvidas de milho.

<sup>2</sup> Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha compararam locais dentro de épocas de implantação após a dessecação; letras minúsculas na coluna compararam sistemas de nitrogênio dentro locais; letras minúscula em superescrito compararam épocas de implantação após a dessecação dentro de Eldorado do Sul, e maiúscula dentro de Passo Fundo, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

# MANEJO DO NITROGÊNIO EM MILHO IMPLANTADO EM SUCESSÃO A COBERTURAS DE INVERNO. II - RENDIMENTO DE GRÃOS

Gilber Argenta<sup>1</sup>

Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>2</sup>

Mauro Antônio Rizzardi<sup>3</sup>

Marcos João Baruffi<sup>4</sup>

## Introdução

A liberação de nutrientes de restos culturais é função da temperatura do ar, umidade do solo, atividade microbólica e da relação C/N. A cultura do milho quando semeada após gramíneas, apresenta menor rendimento de grãos em relação a sua implantação após leguminosas. Esta redução é atribuída a maior relação C/N de seus restos culturais, que proporciona aos microorganismos quimiorganotróficos uma multiplicação gradativa, imobilizando praticamente todo o nitrogênio (N). Neste sentido, o aumento da dose de N na semeadura do milho poderá compensar a imobilização inicial causada pelos microorganismos, liberando mais rapidamente este nutriente ao solo.

Além da constituição dos resíduos, a relação entre imobilização e mineralização é influenciada pela temperatura do ar, precipitação pluvial, quantidade de radiação e pelas características do solo. Assim, as respostas da cultura do milho ao manejo do N podem ser alteradas em função do ambiente.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar, em dois ambientes, o efeito de duas espécies de coberturas de inverno, de duas épocas de implantação de milho após a dessecação e de quatro sistemas de manejo de N

<sup>1</sup> Eng.-Agr., Estudante do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS. Bolsista da CAPES. Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Ph.D., Professor Adjunto do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M.S., Professor do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UPF.

<sup>4</sup> Acadêmico da Faculdade de Agronomia da UPF. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

sobre o rendimento de grãos de milho em sucessão.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido a campo em dois locais, sendo um na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude média de 46 m. O segundo experimento foi conduzido no Centro de Extensão e Pesquisa Agronômica (CEPAGRO) da Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, localizado na região fisiográfica do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude média de 709 m.

Nos dois locais, os tratamentos constaram de duas coberturas de inverno (aveia preta (*Avena strigosa* Scheib) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.)) e do pousio como testemunha, duas épocas de semeadura do milho após a dessecação (1 e aos 20 dias) e de quatro sistemas de manejo de N (sem N na semeadura e em cobertura; sem N na semeadura e 160 kg/ha de N em cobertura; 30 kg/ha de N na semeadura e 130 kg/ha de N em cobertura; e 60 kg/ha de N na semeadura e 100 kg/ha de N em cobertura). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, dispostos em parcelas sub-subdivididas.

## Resultados e Discussão

Para rendimento de grãos houve efeito significativo das interações tríplices entre locais, coberturas de solo no inverno e épocas de semeadura após a dessecação e entre locais, épocas de semeadura após a dessecação e sistemas de manejo de N.

Em Eldorado do Sul, nas duas épocas de semeadura do milho após a dessecação das coberturas, maiores rendimentos de grãos foram obtidos em sucessão à ervilhaca comum e ao pousio do que em sucessão à aveia preta (Tabela 1). Já, no experimento conduzido em Passo Fundo, na semeadura do milho 1 dia após a dessecação, os maiores rendimentos foram obtidos em sucessão à ervilhaca comum, e na de 20 dias, em sucessão à ervilhaca comum e à aveia preta.

As diferenças entre épocas de semeadura para rendimento de grãos

de milho só se manifestaram quando em sucessão à aveia preta e à ervilhaca comum, em Eldorado do Sul, e em sucessão à ervilhaca comum, em Passo Fundo sendo respectivamente, 34% e 7% superior, e 14% inferior na segunda época em relação à primeira época.

Em Eldorado do Sul, nas duas épocas de semeadura após a dessecação os maiores rendimentos de grãos foram obtidos nos sistemas com aplicação de N na semeadura em relação aos tratamentos sem aplicação de N (Tabela 2). Já em Passo Fundo, na semeadura 1 dia após a dessecação das coberturas, o tratamento com aplicação total de N em cobertura, proporcionou maior rendimento de grãos do que os demais sistemas de manejo, enquanto que na segunda época de semeadura não houve resposta diferencial entre os sistemas com N.

### Conclusões

O atraso de 20 dias na implantação de milho após a dessecação aumentou o rendimento de grãos em sucessão à aveia preta somente no experimento conduzido em Eldorado do Sul.

Em Passo Fundo, na semeadura 1 dia após a dessecação das coberturas, a aplicação total de N em cobertura foi mais eficiente que a aplicação parcelada.

Só houve vantagem da aplicação de N na semeadura no rendimento de grãos de milho nas condições de Eldorado do Sul, em que os teores de matéria orgânica no solo eram mais baixos do que os de Passo Fundo.

Tabela 1. Análise conjunta do rendimento de grãos de milho em dois locais do estado do RS, em sucessão à aveia preta, à ervilhaca comum e ao pousio e em duas épocas de semeadura após a dessecação das coberturas, na média dos sistemas de manejo de nitrogênio. 1996/97

Época de semeadura após dessecação	Aveia		Ervilhaca		Pousio	
	Eldorado do Sul	Passo Fundo	Eldorado do Sul	Passo Fundo	Eldorado do Sul	Passo Fundo
----- kg/ha -----						
1 dia	b B 5311 b <sup>1</sup>	B A 8017 a	a B 8294 b	A A 9428 a	a A 8495 a	B B 7472 a
20 dias	b B 7136 a	A A 8125 a	a A 8844 a	A B 8076 b	a A 8368 a	B B 7084 a

<sup>1</sup> Médias que são antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha comparam coberturas de inverno e pousio dentro de local; letras minúsculas na coluna comparam épocas de semeadura após dessecação das coberturas dentro de local; letras minúsculas em superescrito comparam locais dentro de aveia e pousio, e maiúscula dentro de ervilhaca e não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Análise conjunta do rendimento de grãos de milho em dois locais do estado do RS, em duas épocas de semeadura após a dessecação das coberturas e sob quatro sistemas de manejo de N, na média dos sistemas de cobertura de solo no inverno. 1996/97

Doses de N (kg/ha)		Rendimento de grãos de milho			
		Semeadura 1 dia após dessecação		Semeadura 20 dias após dessecação	
Semeadura	Cobertura <sup>1</sup>	Eldorado do Sul	Passo Fundo	Eldorado do Sul	Passo Fundo
		kg/ha			
0	0	a A 4338 c <sup>2</sup>	A A 4822 c	a A 4704 c	A A 5133 b
		a B 8078 b	A A 9840 a	a A 8406 b	B A 8554 a
0	160	b B 8511 a	A A 9234 b	a A 9514 a	B B 8487 a
		b B 8540 a	A A 9326 b	a A 9840 a	B B 8871 a

<sup>1</sup> Aplicado, em duas doses iguais, nos estádios de 3-4 folhas e de 6-7 folhas completamente desenvolvidas de milho.

<sup>2</sup> Médias que são antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha compararam locais dentro de épocas de implantação após a dessecação; letras minúsculas na coluna compararam sistemas de nitrogênio dentro de locais; letras minúscula em superescrito compararam épocas de implantação após a dessecação no local de Eldorado do Sul, e maiúscula no local de Passo Fundo e não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

# POSSIBILIDADES DE MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO EM SUCESSÃO A AVEIA PRETA, SOB PLANTIO DIRETO

Carlos Alberto Ceretta<sup>1</sup>

Cláudio José Basso<sup>1</sup>

Jeferson Diekon<sup>1</sup>

Alberto Luis Marcolan<sup>1</sup>

Aldo Roberto Tissot<sup>1</sup>

Com o advento do Sistema Plantio Direto, grande ênfase é dada ao emprego de sistemas de cultura que contemplem a produção de grãos e também a cobertura do solo. Neste sentido, o emprego da aveia preta como cultura de inverno para cobertura de solo antecedendo o milho, tem sido muito difundida na região sul do Brasil. As principais causas dessa difusão, são principalmente em virtude das vantagens que ela apresenta como: elevada produção de massa seca, a facilidade de aquisição de sementes e implantação do cultivo, sua rusticidade (Sá, 1996) e rapidez na cobertura do solo (Da Ros, 1993). No entanto, por apresentar elevada relação C/N, 38:1 a 42:1 (Aita et al., 1994), a decomposição de seu resíduo condiciona a imobilização do nitrogênio do solo, diminuindo a disponibilidade deste para o milho, nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Neste sentido, vem sendo conduzidos trabalhos de antecipação da adubação nitrogenada do milho, quando este é cultivado sobre resíduos de gramíneas com alta relação C/N, afim de se evitar os aspectos negativos da imobilização de nitrogênio do solo (Sá, 1995). Além disso, a aplicação antecipada de nitrogênio na pré-semeadura do milho, sob os aspectos práticos, apresenta um série de vantagens em relação a aplicação convencional (na semeadura e cobertura), tais como: melhor eficiência operacional e racionalidade de uso das máquinas ao longo do ano; melhor utilização da mão-de-obra, redução de custos e maior flexibilidade do período de aplicação do nitrogênio, um vez que este não está mais condicionado a fatores climáticos e aos estágios de desenvolvimento da cultura, que permitam a entrada de máquinas no cultivo.

<sup>1</sup> Departamento de Solos, UFSM, Camobi, CEP 97105-900 Santa Maria, RS.  
E-mail: ceretta@creta.ccr.ufsm.br.

Visando ampliar as informações desta tendência de manejo, em outros tipos de solos, instalou-se no ano agrícola 1996/97, dois experimentos em campo cultivado com milho, sobre resíduo de aveia preta, nos municípios de Santa Maria e Itaara - RS. Em Santa Maria, o experimento foi conduzido num Podzólico vermelho-amarelo, com dois anos de plantio direto, com 11% de argila e 1.9% de matéria orgânica; e em Itaara numa Terra Bruna Estruturada, com 8 anos de plantio direto e apresentando 42% de argila e 3,2% de matéria orgânica. O delineamento foi de blocos ao acaso e os tratamentos se constituiram de diferentes manejos de aplicação da adubação nitrogenada (na forma de ureia), distribuída em pré-semeadura, na semeadura e em cobertura do milho (Tabelas 1 e 2).

Os resultados obtidos em Itaara demonstram um efeito dos manejos da adubação nitrogenada sobre a altura de plantas. Em aplicações de nitrogênio concentradas na pré-semeadura, a estatura de plantas foi maior, comparado aos tratamentos com aplicações concentradas na cobertura (Tabela 1).

O rendimento de grãos de milho não respondeu aos diferentes manejos da adubação nitrogenada, no experimento de Itaara (Tabela 1). No entanto, em Santa Maria observou-se efeito significativo dos diferentes manejos, sendo os maiores rendimentos de grãos observados quando a aplicação de nitrogênio foi concentrada na pré-semeadura (Tabela 2).

Portanto, os resultados preliminares demonstram, que no milho cultivado após aveia preta, é possível tecnicamente a aplicação de nitrogênio em pré-semeadura e na semeadura do milho, suprimindo, parcial ou totalmente a adubação de cobertura do milho em lavouras de plantio direto.

### Referências Bibliográficas

AITA, C. et al. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 18:101-108, 1994.

DA ROS, C.O. Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. Santa Maria, UFSM, Faculdade de Agronomia, 1993. 85p (Tese de Mestrado).

SÁ, J.C. de M. Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto. Passo Fundo, Aldeia Norte Editora, 1996, 24p.

Tabela 1. Rendimento de grãos e características agronômicas do milho, em sucessão a aveia preta afetados por diferentes manejos da adubação nitrogenada. UFSM. Itaara, RS

Épocas de aplicação de N <sup>1</sup> kg de N ha <sup>-1</sup>		Altura de plantas <sup>2</sup> (cm)	Inserção de espiga <sup>2</sup> (cm)	Rendimento de grãos <sup>2</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )
Pré-Sem.	Semead.	Cobert.		
120	30	00	210 a	6479 a
80	30	40	209 ab	6422 a
40	30	80	207 ab	6206 a
00	30	120	200 bc	6482 a
00	00	00	197 c	4886 b
CV (%)		2.8	3.0	8.9

<sup>1</sup> Pré-semeadura a lanço, (8 dias antes da semeadura); Semeadura (na linha): Cobertura (7 - 8 folhas).

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Rendimento de grãos de milho em sucessão a aveia preta, afetados por diferentes manejos da adubação nitrogenada. UFSM. Santa Maria, RS

Épocas de aplicação de N <sup>1</sup> kg de N ha <sup>-1</sup>		Rendimento de grãos <sup>2</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	
Pré-sem	Semead.	Cobert.	
90	30	00	7230 ab
60	30	30	7756 a
30	30	60	6867 bc
00	30	90	6805 c
00	00	00	5616 d
CV (%)		4.6	

<sup>1</sup> Pré-semeadura (27 dias antes da semeadura); Semeadura (na linha): Cobertura (4-6 folhas).

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DO AZEVÉM SOBRE O ARROZ SUBSEQUENTE

José Ricardo da Rosa Couto<sup>1</sup>

Ledemar Carlos Vahl<sup>2</sup>

Marcia Aparecida Simonete<sup>1</sup>

Com os objetivos de avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca do azevém e o efeito residual dessa adubação sobre o arroz subsequente, foi conduzido um experimento de campo no Centro Agropecuário da Palma-UFPel, num Planossolo pertencente a unidade de mapeamento Pelotas, com teor de M. O.= 1,7 %.

Os tratamentos foram constituídos por três níveis de nitrogênio aplicados no azevém, equivalentes a zero, meia e uma vez a dose recomendada de 140 kg N/ha segundo análise de solo (Comissão de Fertilidade do Solo, 1995), sobre cada um dos quais foram aplicados quatro níveis de nitrogênio no arroz, cultivado após o azevém equivalentes a zero, um terço, dois terços e uma vez a dose recomendada de 90 kg N/ha.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições, as unidades experimentais foram constituídas por parcelas de 3x6 m. O azevém foi semeado a lanço, na densidade de 32 kg de sementes viáveis/ha e incorporado com ancinho. A fonte de nitrogênio foi a uréia, aplicada conforme os tratamentos e a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo (1995), sendo as doses de fósforo e potássio as mesmas em todas as parcelas. No final do ciclo do azevém foram determinados os teores de nitrogênio mineral no solo de cada parcela em duas profundidades: 0 - 5 e 5 - 20 cm. Na parte aérea do azevém foi avaliado o rendimento e o teor total de N em amostras de 0,188 m<sup>2</sup> / parcela. Em novembro foi aplicado dessecante sobre o azevém e então feita a adubação de base (N, P e K). No dia 5 de dezembro o arroz foi cultivado no sistema de plantio direto com espaçamento entre linhas de 17,5 cm. Após 30 dias da emergência das plantas foi iniciada a irrigação por alagamento da cultura. Durante a floração plena foram coletadas

<sup>1</sup> Eng.-Agr., estudante de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Solos, UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

20 folhas bandeira por parcela e determinados os teores totais de N e, também foram coletadas 3 amostras de 50 cm/linha de cada parcela da parte aérea do arroz para determinação da produção de massa seca e teores totais de N, P e K. No final do ciclo foi determinado o rendimento de grãos. As análises químicas foram realizadas segundo as metodologias descritas por Tedesco et al. (1985).

Houve resposta significativa do azevém ao nitrogênio aplicado em termos de rendimento de matéria seca da parte aérea (Tabela 1). O maior rendimento foi obtido com a dose de N recomendada pela Comissão de Fertilidade do Solo (1995). No nível zero de N aplicado foi obtido apenas 30% do rendimento máximo. Esta alta resposta ao N observada significa que a adubação nitrogenada é uma das principais práticas agronômicas para a obtenção de altas produções de matéria seca de azevém nos planossolos e o consequente controle de plantas daninhas, que é um dos objetivos almejados com o uso desta cobertura de inverno. A quantidade de nitrogênio acumulado pela parte aérea da cultura também aumentou acentuadamente com a adubação nitrogenada (Tabela 1). O aproveitamento do N aplicado, entretanto, foi baixo. Comparando o N acumulado na parte aérea no maior nível de N aplicado com o acumulado no nível zero, houve um aumento de 51,8 kg/ha de N devido à adubação nitrogenada, o que equivale a apenas 37% do N aplicado ao solo, que é um aproveitamento muito baixo. Dos 63% restantes do N, parte pode estar retido pelas raízes, parte pode ter sido perdido do solo por vários processos e parte pode ter sido imobilizado. Como o N mineral ( $N-NH_4 + N-NO_3$ ) do solo no final do ciclo do azevém não foi afetado pela adubação (Tabela 1), o efeito residual do N aplicado no azevém sobre o arroz, restringe-se ao N contido nas raízes e na palha da parte aérea do azevém e a fração que pode ter sido imobilizada pela matéria orgânica do solo. A liberação de qualquer destas possíveis fontes para o arroz dependerá da taxa de mineralização.

Tabela 1. Rendimento de matéria seca e acumulação de nitrogênio pela parte aérea do azevém e teores de nitrogênio mineral no solo no final do ciclo da cultura em função dos níveis de adubação nitrogenada

Níveis de N aplicados (kg/ha de N)	Matéria Seca Parte Aérea (t/ha)	N acumulado na parte aérea (kg/ha de N)	N mineral no solo após o azevém		
			0 - 5 cm (mg/dm <sup>3</sup> )	5 - 20 cm (mg/dm <sup>3</sup> )	média
0	2,32c	14,5c	26 <sup>a</sup>	27a	27a
70	6,37b	41,6b	28 <sup>a</sup>	27a	27a
140	7,74a	66,3a	28 <sup>a</sup>	25a	26a

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Não houve resposta do arroz ao nitrogênio em termos de rendimento de grãos e dos teores de N na folha bandeira. O N acumulado na parte aérea, entretanto, aumentou com a adubação do azevém até o nível equivalente a 70 kg/ha de N e com a adubação do arroz até o nível de 40 kg/ha de N (Tabela 2). O maior acúmulo de N na parte aérea ocorreu com a combinação de 70 kg/ha de N aplicado no azevém com 40 kg/ha de N aplicado no arroz. Em média, a dose de 70 kg/ha de N aplicado no azevém promoveu um aumento na acumulação de N pelo arroz, em relação à testemunha, de 10 kg/ha. Assim, os dados revelam que embora a cultura do arroz não tenha respondido ao N em rendimento de grãos há efeito residual do N aplicado no azevém sobre o arroz, embora pequeno. Numa situação em que houvesse resposta do arroz ao N haveria, portanto, resposta a este residual de N aplicado no azevém. Se tal efeito residual é suficiente ou não para nutrir adequadamente o arroz depende da exigência do elemento pela cultura, que varia anualmente.

Tabela 2. Resposta do arroz irrigado cultivar CHUÍ a doses de N aplicadas ao azevém antecedente e ao arroz em sistema de plantio direto

Nitrogênio aplicado no azevém	Nitrogênio aplicado no arroz (kg/ha N)				Média
	0	20	40	60	
(kg/ha N)	N acumulado na parte aérea (kg/ha)				
0	50,1	50,0	54,6	59,9	53,6a
70	56,2	60,7	72,6	66,0	63,9b
140	52,9	64,0	68,7	69,7	63,8b
Média	53,1	58,2	65,3	65,2	

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

### Referências Bibliográficas

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul. 1995. 224p.

TEDESCO, M. J., VOLKWEISS, S. J., BOHNEN, H., GIANELLO, C. & BISSANI, C.A. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1997. 215p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

# COMPORTAMENTO DAS CULTURAS DE TRIGO, SOJA E MILHO À ADUBAÇÃO FOSFATADA NOS SISTEMAS PLANTIO DIRETO E PREPARO CONVENCIONAL

Rainoldo Alberto Kochhann<sup>1</sup>

José Elioir Denardin<sup>1</sup>

A mudança no sistema de manejo de solo, do preparo convencional para o sistema plantio direto, além dos benefícios relacionados aos aspectos de conservação do solo, à racionalização do uso de máquinas e à economia de mão-de-obra, de hora-máquina e de combustível, questiona a eficiência dos corretivos e dos fertilizantes na resposta das culturas. Dentre esses questionamentos destaca-se a adubação fosfatada pela sua elevada participação nos custos de produção das culturas anuais produtoras de grãos no sul do Brasil.

Objetivando avaliar o comportamento das culturas de trigo, de soja e de milho, em termos de resposta à adubação fosfatada, comparou-se doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo), aplicadas no sulco de semeadura, entre o sistema plantio direto (0, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) e o preparo convencional (40 kg ha<sup>-1</sup>), em sistemas de produção com e sem rotação de culturas. O experimento foi instalado no campo experimental da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, sobre um Latossolo vermelho escuro distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo, e foi conduzido no período de 1985 a 1991, perfazendo sete cultivos de inverno e sete cultivos de verão. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com dez tratamentos (cinco doses de fósforo e dois sistemas de produção) e três repetições.

O sistema de produção, com e sem rotação de culturas, afetou o rendimento das culturas de trigo e de soja, tanto no sistema plantio direto como no preparo convencional (Tabela 1). A produtividade de trigo cultivado no sistema de produção com rotação de culturas (trigo/soja, linho/soja e aveia preta+ervilhaca/milho) foi, em média, cerca de 10 % superior a do cultivado no sistema de produção com sucessão de culturas (trigo/soja). De forma equivalente, a produtividade de soja cultivada no sistema com rotação de culturas (trigo/soja, linho/soja e aveia preta+ervilhaca/milho) foi, em média,

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E.mail: denardin@cnpt.embrapa.br e rainoldo@cnpt.embrapa.br.

cerca de 30 % superior a da cultivada no sistema sem rotação (trigo/soja).

As respostas das culturas de trigo, de soja e de milho às doses de fósforo, dentro do sistema plantio direto, foram pequenas (Tabela 1), visto que o solo apresentava teor de fósforo próximo ao nível de suficiência (Tabela 2).

Contrastando os sistemas de manejo de solo, constatou-se que, a exceção do milho, as respostas das demais culturas à dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no preparo convencional foram equivalentes à dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sistema plantio direto (Tabela 1). Esses resultados denotam que a adubação fosfatada mostra-se mais eficiente no sistema plantio direto do que no preparo convencional, constatando-se, desta forma, potencialidade para redução das doses de fósforo no sistema plantio direto, em relação às recomendadas para o preparo convencional, pelo menos nos solos com teores médios de fósforo. Uma das causas dessa maior eficiência certamente é explicada pela redução das perdas por erosão. Contudo, uma justificativa de relevância está associada a menor fixação desse nutriente pelo solo, devido ao não revolvimento da camada arável, fato esse comprovado pela maior concentração desse elemento nos primeiros centímetros da camada arável no sistema plantio direto (Tabela 2).

Tabela 1. Respostas das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada nos sistemas de manejo de solo, preparo convencional e plantio direto, no período de 1985 a 1991

Dose de $P_2O_5^1$	Trigo em sucessão <sup>2</sup>	Trigo em rotação <sup>3</sup>	Soja em sucessão <sup>4</sup>	Soja em rotação <sup>5</sup>	Milho em rotação <sup>6</sup>
kg ha <sup>-1</sup>					
<b>Plantio direto</b>					
0	2.588	2.743	1.692	2.091	4.624
20	2.686	2.964	1.793	2.276	4.750
40	2.874	3.059	1.751	2.370	5.262
80	2.994	3.226	1.884	2.383	5.380
<b>Convencional</b>					
40	2.636	3.000	1.705	2.241	5.208
Média	2.756	2.998	1.766	2.272	5.045

<sup>1</sup> Aplicado a cada cultura, no sulco de semeadura.

<sup>2</sup> Trigo cultivado em sucessão a soja. Valores médios de 7 cultivos.

<sup>3</sup> Trigo cultivado em rotação: trigo/soja, linho/soja, aveia preta+ervilhaca/milho. Valores médios de 7 cultivos.

<sup>4</sup> Soja cultivada em sucessão a trigo. Valores médios de 5 cultivos.

<sup>5</sup> Soja cultivada em rotação: trigo/soja, linho/soja, aveia preta+ervilhaca/milho. Valores médios de 5 cultivos.

<sup>6</sup> Milho cultivado em rotação: trigo/soja, linho/soja, aveia preta+ervilhaca/milho. Valores médios de 7 cultivos.

Tabela 2. Teores de fósforo no solo em função de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas no sulco de semeadura das culturas componentes dos dois sistemas de produção, no período de 1985<sup>1</sup> a 1991

Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>	Profundidade cm	P mg dm <sup>-3</sup>
<b>Plantio direto</b>		
0	0-5	13,5
0	5-10	10,7
0	10-20	10,9
20	0-5	18,4
20	5-10	11,6
20	10-20	11,1
40	0-5	23,0
40	5-10	12,3
40	10-20	10,5
80	0-5	33,0
80	5-10	15,9
80	10-20	13,4
<b>Convencional</b>		
40	0-5	22,8
40	5-10	16,9
40	10-20	13,8

<sup>1</sup>Teor inicial de fósforo no solo (Mehlich-I): 10 mg dm<sup>-3</sup>.

## MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO EM PLANTIO DIRETO<sup>1</sup>

Delmar Pöttker<sup>1</sup>

Diversos trabalhos foram realizados para avaliar modos de aplicação de fósforo sob o sistema convencional de preparo do solo (aração + gradagens). A mesma ênfase não tem sido observada para o sistema plantio direto (SPD). No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina recomenda-se (ROLAS, 1995) aos agricultores, antes de adotarem o sistema de cultivo mínimo ou o SPD, aplicarem os fertilizantes fosfatados e potássicos a lanço, fazendo a incorporação dos mesmos na camada arável. As aplicações posteriores podem então serem feitas nas linhas de semeadura ou a lanço, na superfície do solo. No entanto, essa última recomendação carece de informações técnicas, uma vez que não se considera o teor de P, ou de K, disponível no solo. Assim, é lícito imaginar, que a eficiência desses dois modos de aplicação de  $P_2O_5$  deve variar de acordo com a disponibilidade de P no solo. Para comprovar essa hipótese, dois experimentos foram iniciados em 1994, um em solo com teor alto de P (Passo Fundo, 13,6 mg P/dm<sup>3</sup> de solo) e outro em solo com teor médio de P (Marau, 4,3 mg P/dm<sup>3</sup> de solo), sendo que o primeiro apresenta 420 g de argila/kg de solo e o segundo apresenta 630 g de argila/kg de solo. Os experimentos foram conduzidos com uma única dose de  $P_2O_5$ , que, em dois cultivos, não foi a mesma para os dois locais. Nitrogênio e potássio também foram aplicados em todos os cultivos. Foi possível observar que no solo com alto teor de P não houve resposta a aplicação de  $P_2O_5$  nas culturas de trigo, soja, aveia e milho (1995/96), havendo efeito negativo da aplicação de  $P_2O_5$  nas linhas de plantio do milho, em 1996/97, motivadas por deficiência de zinco (Tabela 1). O experimento mostrou que é possível realizar vários cultivos sem a aplicação de  $P_2O_5$ , o que resulta em redução dos custos de produção. O experimento conduzido em solo com teor médio de P (Marau) mostrou que tanto a aplicação de  $P_2O_5$  em linha como a lanço aumentou o rendimento de grãos de trigo, sendo a aplicação em linha mais eficiente que a aplicação a lanço. Soja e aveia mostraram resposta a aplicação de  $P_2O_5$ , sem apresentarem diferenças, no rendimento de grãos,

<sup>1</sup> Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

quanto aos modos de aplicação (Tabela 2). Os cultivos de milho (1995/96 e 1996/97) em Marau foram perdidos devido as secas ocorridas nos dois anos. No entanto, foi possível observar, que pela matéria seca produzida em 1996/97, a aplicação nas linhas de semeadura foi mais eficiente que a aplicação a lanço.

Tabela 1. Rendimentos de grãos das culturas de trigo, soja, aveia branca e milho em resposta a diferentes modos de aplicação de fósforo, em Passo Fundo, RS

Tratamento	Rendimento de grãos				
	Trigo	Soja	Aveia	Milho	Milho
----- kg/ha -----					
1. Sem fósforo	1536	2684	2124	5260	8319
2. Fósforo em linha em todos os cultivos	1517	2793	2153	5734	7763
3. Fósforo a lanço em todos os cultivos	1463	2660	2182	5381	8504
4. Fósforo em linha no inverno e a lanço no verão	1462	2598	2110	5310	8239
5. Fósforo a lanço no inverno e em linha no verão	1422	2813	2181	5684	7853
6. Fósforo a lanço no trigo, soja e aveia e em linha no milho	1512	2722	2116	5528	7980
F	0,54	2,81	0,26	1,30	2,20
C.V. (%)	7,89	3,58	5,95	6,32	4,82

Tabela 2. Rendimentos de grãos das culturas de trigo, soja e aveia em resposta a diferentes modos de aplicação de fósforo, em Marau, RS

Tratamento	Rendimento de grãos				Matéria seca kg/ha
	Trigo	Soja	Aveia	Milho	
1. Sem fósforo	861 c	2036 b	1140 b	7387 d	
2. Fósforo em linha em todos os cultivos	1977 a	2808 a	2008 a	16786 ab	
3. Fósforo a lanço em todos os cultivos	1642 b	2945 a	2021 a	14948 c	
4. Fósforo em linha no inverno e a lanço no verão	2023 a	2809 a	2173 a	15300 bc	
5. Fósforo a lanço no inverno e em linha no verão	1685 b	2797 a	2030 a	16713 abc	
6. Fósforo a lanço no trigo, soja e aveia e em linha no milho	1681 b	2844 a	2116 a	17136 a	
F	26,38**	9,88**	19,43**	38,61**	
C.V. (%)	9,88	7,82	9,12	8,08	

## MANEJO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, EM SOLO DE VÁRZEA, SOB CONDIÇÕES DE CAMPO NATIVO

Luis Diego Nieto Silveira<sup>1</sup>

Algenor da Silva Gomes<sup>2</sup>

Francisco de Jesus Vernetti Júnior<sup>2</sup>

Difundido no meio agrícola, inicialmente como uma prática com vistas ao controle da erosão, mais do que como um sistema de cultivo propriamente dito, o plantio direto apresentou em sua implantação sérios problemas, resultantes da falta de informações básicas capazes de orientarem os agricultores, de forma segura, quanto à sua utilização. Resultados sobre o manejo das culturas, o controle fitossanitário, e o manejo da fertilidade do solo, no sistema plantio direto, são ainda escassos, notadamente quando se trata do agroecossistema "terrás baixas" do estado do RS.

A fertilidade do solo, quando se pensa na agricultura como um negócio, assume um papel preponderante. Assim, um sistema de cultivo que promove uma mínima mobilização do solo e possibilita a permanência de resíduos vegetais em sua superfície, poderá proporcionar a manutenção de maiores teores de umidade na superfície e menores amplitudes de variação na temperatura superficial do solo, que podem resultar em alterações na dinâmica dos nutrientes, com reflexos na absorção pelas plantas. No sistema plantio direto o nitrogênio e o enxofre são menos mobilizados e, consequentemente, sofrem menores perdas por lixiviação devido aos movimentos descendentes da água no solo. Quanto ao fósforo, que normalmente possui baixa mobilidade e é altamente fixado pelos sítios de adsorção, tem sido beneficiado pelo não revolvimento do solo, no plantio direto, permanecendo dessa maneira, na forma lábil ligado aos colóides orgânicos.

Entre as diferentes fontes de fósforo, encontram-se os fosfatos naturais reativos, os quais foram muito utilizados como corretivos do solo para fósforo. Sua aplicação era feita a lanço e incorporado na camada arável no sistema convencional de preparo do solo. Em passado recente, estes fosfatos foram objeto de inúmeras pesquisas, para verificar a sua

<sup>1</sup> Estudante de Pós-Graduação FAEM/UFPEL.

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa/CPACT, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

eficiência como fonte fosfatada para as plantas. Os trabalhos de RAIJ et al. (1982) e de outros, citados por KOCHHANN et al. (1982), comprovaram que o fosfato de Gafsa, em pó, aplicado a lanço e incorporado ao solo, teve eficiência equivalente ao do superfosfato triplo, quando aplicado nas culturas de trigo e de soja. Hoje, devido ao seu preço ser inferior ao das formas solúveis encontradas no mercado, está se intensificando o seu uso, sendo aplicado na cultura do milho e em forrageiras na Encosta do Planalto Sul-rio-grandense.

A aplicação de fosfatos naturais reativos na superfície do solo, devido a liberação gradativa do fósforo disponível para as plantas, poderá ser um método racional e mais econômico de adubação fosfatada para o sistema plantio direto. Em vista disso, vem sendo conduzido um experimento a nível de campo, na área física da Embrapa/CPACT, Pelotas (RS), objetivando avaliar o efeito de diferentes fontes de fósforo na produção de matéria seca da ervilhaca e no rendimento de grãos de milho, no sistema plantio direto.

Os tratamentos constituem-se de fontes (Superfosfato triplo, Fosfato de Gafsa e Fosfato de Arad) e de doses de fósforo(0; 80 ; 160 e 320 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), aplicadas na superfície do solo, em campo nativo, segundo um delineamento experimental em blocos ao acaso, com combinação dos tratamentos num Fatorial 3x4 e 4 repetições.

A análise da variância (F-teste) dos resultados de rendimento de matéria seca da parte aérea (MS) da ervilhaca, apresentados na Tabela 1, mostrou diferenças significativas somente para doses, sendo a função linear  $Y=0,5787+0,004X$  ( $r^2=0,97$ ), a que melhor expressa a relação entre o rendimento em kg/ha de MS(Y) e a dose de fósforo em kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (X), independente das fontes testadas. Pode ser observado, também na Tabela 1, que os rendimentos médios de MS produzidos pela ervilhaca, independente de tratamentos, foram relativamente baixos, provavelmente, por esta ter sido semeada sobre campo nativo, além de ocorrerem condições edafoclimáticas adversas durante o seu ciclo.

Os resultados de rendimento de grãos de milho podem ser observados na Tabela 2. Com base na análise da variância (F-teste) dos mesmos, observou-se diferenças significativas somente para o fator fontes de fósforo, sendo que o superfosfato triplo foi superior ao fosfatos naturais reativos (Duncan, 5%); ressaltando-se entretanto, que na dose mais elevada(320Kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), não houve diferença significativa entre fontes. Deve-se salientar que no caso do fosfato de ARAD, duas repetições das doses de 0, 80 e 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram prejudicadas pelo excesso de umidade

verificado nas mesmas, o que explica o baixo rendimento médio desses tratamentos (Tabela 2) e não permite que se proceda uma avaliação adequada dos resultados observados, para esta fonte. Para as fontes superfosfato triplo e fosfato de Gafsa, a análise de regressão evidenciou que foi significativo o efeito quadrático para doses (X) conforme as funções de produção  $Y=3531+9,71X-0,018X^2$  ( $r^2=0,89$ ) e  $Y=3027+7,54X-0,017X^2$  ( $r^2=0,81$ ), respectivamente.

Diante disso, estimaram-se as doses correspondentes à máxima eficiência técnica (MET), sendo equivalentes a 270 kg/ha de  $P_2O_5$  total para o superfosfato triplo, que correspondeu à produtividade máxima de 4841 Kg/ha de grãos; e a 222 kg/ha de  $P_2O_5$  total para o fosfato de Gafsa, correspondendo ao rendimento máximo de 3863 Kg/ha de grãos.

Como se trata de resultados de apenas um ano de pesquisa e, portanto, ainda preliminares, pretende-se dar continuidade a esse experimento, a fim de se obter melhor definição sobre o comportamento dos tratamentos em estudo.

### Referência Bibliográfica

KOCHHANN, R.; ANGHINONI, I.; MIELNICZUK, J. Adubação fosfatada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: OLIVEIRA, A.G.; LOUREÇO, S.; GOEDERT, W.J. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília. 1982. 326 p. (EMBRAPA-DID Documentos, 21).

Quando da sementeira, o solo era o azevinho, que havia sido semeados no final de outubro. O azevinho foi semeado a tempo em muretas de argamassa com densidade de 32Kg/ha de sementes incorporadas ao solo com encincho. Os adubos foram incorporados previamente na camada superficial de 0-6cm. Uma semana após o florescimento pleno do azevinho foram determinados o rendimento de matéria seca da parte seca e os teores de N, P e K no solo. No final do ciclo desta cultura, foram determinados também os teores de P no solo em cada parcela pelo método de Mehlich em duas profundidades (0-3cm e 3-20cm), em amostras coletadas com roçadeira de róscia em 10 pontos por parcela.

Em 2 de novembro foi aplicado dessecante no azevinho, e em 5 de dezembro foi semeado o arroz (cultivar CHU) em sistema de semeadura

<sup>1</sup> Eng. Agr. \* Estudante da Pós-Graduação em Solos.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Solos-UFSC, Bolsista do CNPq. Ex. P. 354  
CEP 96001-970 Pelotas, RS.

Tabela 1. Rendimentos de matéria seca (MS) da ervilhaca, em t/ha. Média de 4 repetições. Embrapa/CPACT, 1997

Tratamentos	GAFSA	ARAD	ST	Média
0	0,82	0,33	0,76	0,65
80	0,91	0,94	0,83	0,90
160	1,21	0,87	1,17	1,08
320	1,77	1,77	2,24	1,86
Média	1,18	0,98	1,25	

Tabela 2. Rendimentos de grãos de milho, em t/ha. Média de 4 repetições. Embrapa/CPACT, 1997

Tratamento	GAFSA	ARAD	ST
0	3,11	1,91	3,63
80	3,31	1,99	3,94
160	3,95	2,06	4,80
320	3,65	4,01	4,72
Média	3,51 b*	2,49 c	4,27 a

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Duncan, 5%).

Os resultados de rendimento de grãos de milho podem ser observados na Tabela 2. Com base na análise da variância (F-teste) dos meios, observaram-se diferenças significativas somente para o fator fontes de fósforo, sendo que o superfosfato triplo foi superior ao fosfato natural (Duncan, 5%), ressaltando-se entretanto, que na dose mais elevada (320Kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), não houve diferença significativa entre fontes. Deve-se salientar que no caso do fosfato de ARAD, duas repetições das doses de 0, 80 e 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram prejudicadas pelo excesso de umidade.

## EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA DO AZEVÉM SOBRE O ARROZ SUBSEQUENTE

Rosiméri Trêcha Fabres<sup>1</sup>

Ledemar Carlos Vahl<sup>2</sup>

Márcia Aparecida Simonetti<sup>1</sup>

Com o objetivo de avaliar a resposta do azevém a adubação fosfatada e, quantificar o efeito residual desta adubação no arroz irrigado por alagamento que sucede o azevém, foi instalado um experimento em Planossolo (ano 1996), unidade de mapeamento Pelotas, UFPel. Os tratamentos foram fatoriais constituídos pela combinação de três níveis de fósforo (P) aplicados no azevém, equivalentes a zero, 0,5 e 1 vez a dose recomendada pela análise de solo e 4 níveis de P para o arroz após o azevém equivalentes a zero, 0,5, 1 e 1,5 vez a dose recomendada pela análise, resultando num total de 12 tratamentos. Antes da instalação do experimento o teor de fósforo era de 3,7mg dm<sup>-3</sup>, classificado como muito baixo, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo (1995). Para esta classe, a dose de P recomendada para o azevém é 100Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e para o arroz 40Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A fonte de fósforo foi o superfosfato triplo, aplicado nas quantidades calculadas para cada tratamento de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo (1995) baseado na análise prévia do solo; em todas as parcelas foram aplicadas doses iguais de nitrogênio e potássio. O azevém foi semeado a lanço em maio/96, na densidade de 32Kg/ha de semente incorporadas ac solo com ancinho. Os adubos foram incorporados previamente na camada superficial de 0-5cm. Uma semana após o florescimento pleno do azevém foram determinados o rendimento de matéria seca da parte aérea e os teores de N, P e K no tecido. No final do ciclo desta cultura, foram determinados também os teores de P no solo em cada parcela pelo método de Mehlich em duas profundidades (0-5cm e 5-20cm), em amostras coletadas com trado de rosca em 10 pontos por parcela.

Em 2 de novembro foi aplicado dessecante no azevém, e em 5 de dezembro foi semeado o arroz (cultivar CHUÍ) em sistema de semeadura

<sup>1</sup> Eng º Agr º Estudante de Pós-Graduação em Solos,

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Solos-UFPel, Bolsista do CNPq. Cx. P. 354 CEP 96001-970 Pelotas, RS.

direta, em linhas de 17,5cm. Antes da semeadura foi feita a adubação à lanço na forma de uréia (30Kg/ha de N), superfosfato triplo nas dosagens de acordo com os tratamentos e cloreto de potássio (60Kg/ha de K<sub>2</sub>O). Aos 30 dias após a emergência foi iniciada a irrigação por inundação. Na diferenciação do primórdio floral foram aplicados 30Kg/ha de N na forma de uréia. Durante a floração plena foram coletadas 20 folhas bandeiras por parcela para se determinar o teor de P. Uma semana após o florescimento foram coletadas 3 amostras de 50cm/linha de cada parcela da parte aérea do arroz para determinação da produção de massa seca e teores totais de N, P e K. No final do ciclo foi determinado o rendimento de grãos.

Tabela 1. Rendimento de matéria seca, acumulação de fósforo pela parte aérea do azevém e teores de fósforo no solo no final do ciclo da cultura em função dos níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Níveis de P aplicado (Kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Matéria seca parte aérea (t ha <sup>-1</sup> )	P acumulado na parte aérea (Kg ha <sup>-1</sup> )	Teores de P no solo após o azevém (0-5cm) (mg dm <sup>-3</sup> )
0	4,46 b	2,68 b	8 c
50	10,48 a	13,62 a	12 b
100	9,90 a	14,85 a	16 a

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Houve resposta significativa do azevém à adubação fosfatada somente até 50Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 1), equivalente à metade da dose recomendada pela Comissão de Fertilidade do Solo (1995) em função da análise inicial do solo.

Na tabela 1 observa-se que o teor de P no solo após o azevém aumentou com a adubação fosfatada na camada superficial de 0 a 5cm de profundidade e que o P acumulado pela parte aérea aumentou significativamente apenas entre zero e 50Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado. O rendimento sem P foi de apenas 42% do máximo.

Não houve resposta do arroz ao P aplicado no azevém nem no P aplicado no arroz em termos de rendimento de grãos, o que está de acordo com o esperado pois mesmo no tratamento zero o teor de P no solo após o azevém

foi maior que o nível crítico esperado para o arroz, que é de 6mg dm<sup>-3</sup> (Comissão de Fertilidade do Solo, 1995). É interessante notar que o teor inicial de P (antes do azevém) era de 3,7mg dm<sup>-3</sup>. Houve, portanto, aumento de P no solo durante o cultivo de azevém, o que indica haver variação sazonal do P no solo.

Tabela 2. Resposta do arroz cultivar CHUÍ a doses de P aplicadas ao azevém antecedente e ao arroz em sistema de plantio direto

Fósforo aplicado no azevém (Kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Fósforo aplicado no arroz (Kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )				Média
	0	20	40	60	
----- Teor de P na folha bandeira (g/100g) -----					
0	0,18	0,20	0,21	0,21	0,20
50	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21
100	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21
Média	0,20	0,21	0,21	0,21	

Os teores de P na folha bandeira por ocasião do florescimento (Tabela 2) no tratamento zero estava no limite crítico para o arroz. Com a aplicação de 20 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> antes do arroz o teor aumentou para 0,2%, o mesmo que foi obtido com a aplicação de 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> antes do azevém. Isto significa que, mesmo não havendo resposta em produção de grãos, o estado nutricional das plantas quanto ao P estava no limite sem adubação fosfatada. O efeito residual de P aplicado antes do azevém foi suficiente para melhorar o estado nutricional das plantas para patamares mais seguros.

Destes resultados pode-se concluir, portanto, que nos Planossolos o azevém apresenta alta resposta ao P, mas os máximos rendimentos são obtidos com dosagem muito menor do que atualmente recomendada pela ROLAS devido à maior eficiência dos adubos fosfatados nestes solos e que o efeito residual da adubação fosfatada do azevém é suficiente para nutrir adequadamente o arroz cultivado após o azevém no sistema de semeadura direta.

<sup>1</sup> E-mail: gparuca@cap.ufrgs.br

<sup>2</sup> E-mail: gparuca@cap.ufrgs.br

## Referência Bibliográfica

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, RS/SC. Recomendação de adubação e calagem para os Estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

## AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DOS FOSFATOS NATURAIS REATIVOS DE ARAD E DE GAFSA

Geraldino Peruzzo<sup>1</sup>

Delmar Pöttker<sup>2</sup>

Sírio Wiethölter<sup>2</sup>

O custo elevado dos fertilizantes fosfatados solúveis proporcionou o surgimento no mercado de novas opções, como fonte de fósforo (P), para culturas anuais. Os fosfatos naturais reativos tornaram-se atrativos no mercado de fertilizantes, no Sul do Brasil, tendo seu consumo aumentado consideravelmente nos últimos anos, principalmente os fosfatos de Arad e de Gafsa, oriundos, respectivamente, de Israel e da Tunísia. São de origem sedimentar, encontrados em áreas desérticas de clima seco, onde predominam apatitas com alto grau de substituições isomórficas de fosfato por carbonato, resultando em cristais imperfeitos, porosos, podendo ser facilmente hidrolizados, e, por isso, conhecidos como fosfatos moles. A sua utilização, no solo, para culturas anuais, necessita ser pesquisada. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agronômica dos fosfatos naturais de Arad e de Gafsa, comparativamente ao superfosfato triplo (SFT), em termos de efeito imediato e residual, nas culturas de soja, de trigo e de milho. O experimento foi conduzido no campo, sendo as doses de P (Tabela 1) aplicadas a lanço e incorporadas antes da semeadura das culturas, na seqüência: soja (novembro/94), trigo (julho/95) e milho (novembro/95). Os efeitos imediato e residual do P aplicado foram avaliados em parcelas distintas, para cada cultura. O efeito imediato foi avaliado para as três culturas e o efeito residual foi avaliado apenas com as culturas de trigo (2º cultivo) e de milho (3º cultivo), conduzidas sob sistema plantio direto. Os rendimentos de grãos de soja foram semelhantes, para as três fontes de P. Para a cultura de trigo (efeito imediato e residual) constatou-se rendimentos semelhantes, com os fosfatos naturais, mas inferiores ao SFT. Os rendimentos de milho (efeito imediato) foram semelhantes com os fosfatos naturais, sendo estatisticamente inferiores aos obtidos com o SFT. Da mesma forma, para o efeito residual,

<sup>1</sup> Embrapa Trigo, Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: gperuzzo@cnpt.embrapa.br.

<sup>2</sup> Embrapa Trigo.

não houve diferença, no rendimento de milho, entre as fontes de P aplicadas em trigo. Na Tabela 2 consta o somatório médio das produções das três culturas obtidas ao longo dos cultivos, com as três fontes de fósforo testadas. Os rendimentos de grãos foram 3,7 % e 2,7 % inferiores, respectivamente, para os fosfatos de Arad e de Gafsa, em relação ao superfosfato triplo. Se os preços desses fosfatos naturais, por tonelada de produto (Arad, 33% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, e Gafsa, 29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), forem menores que 67% ao preço do superfosfato triplo (45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), essas fontes poderão tornar-se alternativas economicamente viáveis, para as lavouras de soja, de trigo e de milho.

**Tabela 1.** Fontes e doses de fósforo para soja, trigo e milho. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 1994

Nº do tratamento	Fonte de P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total kg ha <sup>-1</sup>	Forma de aplicação
1	-	0	-
2	Arad/Israel <sup>a</sup>	50	lanço/incorporado
3	Gafsa/Tunísia <sup>b</sup>	50	lanço/incorporado
4	SFT <sup>c</sup>	50	lanço/incorporado
5	Arad/Israel	100	lanço/incorporado
6	Gafsa/Tunísia	100	lanço/incorporado
7	SFT	100	lanço/incorporado
8	Arad/Israel	200	lanço/incorporado
9	Gafsa/Tunísia	200	lanço/incorporado
10	SFT	200	lanço/incorporado

<sup>a</sup>33 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.

<sup>b</sup>29 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total.

<sup>c</sup>Superfosfato triplo.

Tabela 2. Somatório de efeitos médios imediato e residual dos fosfatos de Arad e de Gafsa e do superfosfato triplo, no rendimento das culturas de trigo, de soja e de milho. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 1994-1996

Fonte de P	Rendimento de grãos	
	kg ha <sup>-1</sup>	
ARAD	3.189	
GAFSA	3.219	
SFT	3.307	Com os objetivos de achar a resposta

potássio e o efeito residual dessa adubação, sobre o rendimento da cultura subsecundária, foi conduzido um experimento no campo da Embrapa, estação experimental de ensaio Peñitas - UFPel, em 1996, com taxa inicial de  $K = 50$  mg dm<sup>-3</sup>. Os tratamentos foram constituídos por 3 níveis de K aplicados no azevém, equivalentes a 0, 0,5 e 1 vez a dose recomendada de 70kg/ha de K, ou segundo a análise de solo, sobre cada um dos níveis foram aplicados 4 níveis de K no arroz, cultivado após o azevém, equivalente a 0, 0,5, 1 e 1,5 vez a dose recomendada de 40kg/ha, também segundo a análise de solo. No arroz, os tratamentos foram fatores resultantes da combinação dos 3 níveis aplicados no azevém com os 4 níveis aplicados no arroz. A taxa de K foi direta de potássio, aplicado conforme os tratamentos, sendo as doses de P e N as mesmas em todas as parcelas de acordo com as recomendações da Comissão da Fertilidade do Solo (1995). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições, com parcelas de 3x6m. O azevém foi semeado a lanço, os adubos foram incorporados previamente à camada superficial de 0-5cm. Uma semana após o florescimento do azevém foram colhidas 3 amostras de 0,0625m<sup>2</sup>/parcela da parte aérea para determinação da produção de matéria seca e do teor total de K. No final do ciclo do azevém foi determinado o teor de K do solo em cada parcela nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm. Em 2 de novembro foi arado e dessecado sobre o azevém e em 03 de novembro o arroz (cultivo U-100) foi semeado em sistema de semeadura direta, em fileiras espacadas entre si de 17,5cm. Aos 45 dias após a emergência das plantas foi iniciada a irrigação por aspersão. Durante a floração, plantas foram colhidas amostras da folha madura (20

<sup>1</sup> Eng.-Agr., graduado no Pós-Graduação em Agroecologia, Departamento de Sóis da UFPel, Caxias do Sul, RS, 2000, 270 Páginas, RS.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Física da UFPel, RS.

## EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA DO AZEVÉM SOBRE O ARROZ SUBSEQUENTE

Márcia Aparecida Simonete<sup>1</sup>

Ledemar Carlos Vahl<sup>2</sup>

Rosiméri Trêcha Fabres<sup>1</sup>

José Ricardo da Rosa Couto<sup>1</sup>

Com os objetivos de avaliar a resposta do azevém à adubação potássica e o efeito residual dessa adubação sobre o cultivo do arroz subsequente, foi conduzido um experimento de campo num Planossolo, unidade de mapeamento Pelotas - UFPel, em 1996, com teor inicial de K = 50 mg dm<sup>-3</sup>. Os tratamentos foram constituídos por 3 níveis de K aplicados no azevém, equivalentes a 0, 0,5 e 1 vez a dose recomendada de 70kg/ha de K<sub>2</sub>O segundo a análise de solo, sobre cada um dos quais foram aplicados 4 níveis de K no arroz, cultivado após o azevém, equivalentes a 0, 0,5, 1 e 1,5 vezes a dose recomendada de 40kg/ha, também segundo a análise de solo. No arroz, os tratamentos foram fatoriais resultantes da combinação dos 3 níveis aplicados no azevém com os 4 níveis aplicados no arroz. A fonte de K foi cloreto de potássio, aplicado conforme os tratamentos, sendo as doses de P e N as mesmas em todas as parcelas de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo (1995). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições, com parcelas de 3x6m. O azevém foi semeado a lanço, os adubos foram incorporados previamente na camada superficiais de 0-5cm. Uma semana após o florescimento do azevém foram coletadas 3 amostras de 0,0625m<sup>2</sup> /parcela da parte aérea para determinação da produção de matéria seca e do teor total de K. No final do ciclo do azevém foi determinado o teor de K no solo em cada parcela nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm. Em 2 novembro foi aplicado o dessecante sobre o azevém e em 05 de novembro o arroz (cultivar Chui) foi semeado em sistema de semeadura direta, em linhas espaçadas entre si de 17,5cm. Aos 30 dias após a emergência das plantas foi iniciada a irrigação por alagamento. Durante a floração plena foram coletadas amostras da folha bandeira (20

<sup>1</sup> Eng.-Agr., estudante de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Solos, UFPel.

folhas/parcela) para determinação do teor total de K. Uma semana após o florescimento foram coletadas 3 amostras de 50cm/linha de cada parcela da parte aérea do arroz e determinada a produção de matéria seca e teor total de K. No final do ciclo foi determinado o rendimento de grãos e o teor de K no solo em cada parcela nas profundidades de 0-5 e 5-20cm.

Não houve resposta significativa do azevém à adubação potássica em termos de rendimento de matéria seca da parte aérea, embora este tenha sido alto (Tabela 1). No nível zero de K aplicado, o rendimento de matéria seca correspondeu a 92% do máximo, obtido com a dose recomendada pela Comissão de Fertilidade do Solo (1995), equivalente a 70kg/ha de K<sub>2</sub>O. A acumulação de K pela parte aérea, entretanto, aumentou significativamente com a adubação potássica (Tabela 1). O K acumulado relacionou-se de forma linear com a dose aplicada, aumentando em média 0,69kg/ha de K para cada kg/ha de K aplicado como adubo. Isto significa que 69% do K do adubo foi acumulado na matéria seca da parte aérea do azevém, no final do ciclo da cultura, independente da dose. Os teores de K-trocável na camada arável do solo após o cultivo do azevém não foram afetados pela adubação potássica (Tabela 1). Considerando que a parte aérea continha 69% do K aplicado, a fração restante de 31% pode ter tomado três destinos: retida pelas raízes, perdida da camada arável (0 a 20cm) por lixiviação, ou transformada para formas não trocáveis e, portanto, não extraíveis pelo método de Mehlich usado nas análises. Comparando o teor inicial de K trocável de 50 mg.dm<sup>-3</sup> na camada arável com teor médio de 34mg.kg<sup>-1</sup> no nível zero de K aplicado (Tabela 1), verificado no final do ciclo da cultura, houve uma diminuição do K trocável equivalente a 32 kg/ha de K. O K acumulado pela parte aérea neste tratamento foi equivalente a 66 kg/ha de K (Tabela 1) e, portanto, 34 kg/ha a mais do que a diminuição do K trocável no solo. Isto significa que aproximadamente metade do K acumulado pela parte aérea da cultura na ausência de adubação potássica foi proveniente de formas de K inicialmente não trocáveis. Em função destes resultados pode-se inferir que o efeito residual da adubação potássica do azevém sobre o arroz cultivado logo após resume-se ao K contido na palha do azevém. Em sistemas em que esta palha é mantida no solo, como é o caso do sistema proposto neste experimento, o K da palha poderá ser liberado para o arroz.

Tabela 1. Rendimento de Matéria seca e acumulação de K pela parte aérea do azevém e teores de K trocável no solo no final do ciclo da cultura em função dos níveis de K aplicados

Níveis de K aplicados (kg ha <sup>-1</sup> de K)	Matéria Seca Parte Aérea (t ha <sup>-1</sup> )	K acumulado na parte aérea (kg ha <sup>-1</sup> de K)	Teores de K-trocável no solo após o azevém		
			0 - 5 cm (mg dm <sup>-3</sup> )	5 - 20 cm (mg dm <sup>-3</sup> )	média
0	9,23a	65,5b	44a	30a	34a
29	9,32a	82,9b	47a	30a	34a
58	10,02a	105,2a	51a	28a	34a

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Não houve resposta do arroz ao K aplicado no azevém, nem ao aplicado no arroz em termos de rendimento de grãos. O teor de K na folha bandeira foi praticamente o mesmo, tanto para a dose zero como para a dose de 60kg/ha K<sub>2</sub>O. Isso significa que mesmo sem adubação potássica a planta conseguiu absorver a mesma quantidade de K com a dose recomendada.

Tabela 2. Resposta do arroz irrigado cultivar CHUÍ a níveis de K aplicados ao azevém antecedente e ao arroz em sistema de plantio direto

Potássio aplicado no azevém (kg/ha K <sub>2</sub> O)	Potássio aplicado no arroz (kg/ha K <sub>2</sub> O)				
	0	20	40	60	Média
K acumulado na parte aérea (kg/ha)					
0	104	98	95	109	102
35	102	111	94	117	106
70	103	111	124	114	113
Média	103	107	104	113	

Um fato importante é que ao contrário do azevém que mesmo não sendo respondido em produção acumulou K na parte aérea equivalente a 69% do aplicado, o arroz não aumentou a absorção do elemento com a adubação. Tal acúmulo de K pelo azevém junto com a sua capacidade de extração de K

não trocável constatada neste experimento indicam alta capacidade de reciclagem do K por esta cultura (Tabela 2). Como o K contido no tecido das plantas é prontamente disponível para as culturas seguintes, pois a sua liberação não depende da decomposição dos restos vegetais, pode-se inferir que mesmo em condições em que o solo seja deficiente em K, situação em poderia haver resposta do azevém à adubação patássica, o K contido na parte aérea do azevém seria suficiente para nutrir adequadamente o arroz cultivado imediatamente após no sistema de semeadura direta.

## Referência Bibliográfica

**COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, RS/SC.** Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3. ed. Passo Fundo, SBCS - Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

# *PLANTIO DIRETO EM CAMPO NATURAL*

## DESSECAÇÃO DO CAMPO NATIVO PARA SEMEADURA DIRETA DA CULTURA DA SOJA

Marcio José da Silveira<sup>1</sup>

Flávio Luiz Foleto Eltz<sup>2</sup>

Miguel Vicente Weiss Ferri<sup>3</sup>

Cristiano André Pott<sup>1</sup>

Os campos nativos apresentam uma grande diversidade de espécies, com predomínio das rizomatosas e estoloníferas, segundo MOHRDIECK (1980). A vegetação predominante em cada área varia em função de condições edafo-climáticas, alterando as espécies que predominam em cada local (PILLAR et al., 1992). A adequação do campo nativo ao sistema produtivo de grãos, via a semeadura direta, reduz a possibilidade de erosão nestas áreas. Entretanto, são escassas as informações sobre o comportamento do glyphosate sobre as espécies presentes em campo nativo. Com objetivo de estudar doses do herbicida glyphosate, isolado ou em mistura com 2,4-D éster, na dessecação do campo nativo.

Com objetivo de avaliar doses do glyphosate, isolado ou misturado com 2,4-D, na dessecação do campo nativo para semeadura direta de soja, foi conduzido um experimento no campus da UFSM. Os tratamentos foram: glyphosate à 360, 720 e 1080g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido, isolado ou em mistura com 200g ha<sup>-1</sup> de 2,4-D éster, aspergidos em dois volumes de calda (50 e 2001 ha<sup>-1</sup>), além de testemunha sem controle. Na aspersão dos herbicidas utilizou-se pulverizador costal pressurizado à CO<sub>2</sub>, munido de pontas leque tipo XR Teejet 110.01 VS a pressão constante de 15 lb pol<sup>-2</sup> e XR Teejet 110.03 à pressão de 35 lb pol<sup>-2</sup>, para os volumes de calda de 50 e 2001 ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para avaliação do efeito dos tratamentos foi adotando o método quantitativo, caracterizado por avaliações visuais, baseado em escalas arbitrárias preconizadas por BURRILL et al. (1976), com leituras diretas a campo, onde o efeito dos tratamentos foi expresso em porcentagem de controle usando como referência, para análise do efeito dos tratamentos, a testemunha sem controle. Foram realizadas avaliações aos 7, 14, 21 e 30 dias da

<sup>1</sup> Acadêmico Agronomia, Bolsista CNPq, UFSM, CEP 97105-900 Santa Maria, RS.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., PhD., Deptº Solos/CCR/UFSM, CEP 97105-900 Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., MsC., Caixa Postal 138, CEP 85500-000 Coronel Vivida, PR.

aplicação. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com esquema bifatorial, arranjados em parcelas subdivididas, com 4 repetições

Das 57 espécies presentes no campo nativo, as principais foram: *Paspalum notatum* var. *notatum* biótipo "C" e "D", *Vernonia polyanthes*, *Vernonia nudiflora*, *Eryngium horridum* e *Baccharis trimera*. Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que o uso de 2,4-D e a redução do volume de calda de 200 para 50 l ha<sup>-1</sup>, não melhoraram a eficácia de controle do glyphosate, com controle geral de 48, 73 e 90% para as doses de 360, 720 e 1080 g ha<sup>-1</sup>. O glyphosate mostrou controle ineficiente de *V. polyanthes*, *V. nudiflora* e *E. horridum*, independente da dose ou mistura com 2,4-D, sendo eficiente para *B. trimera* a 720 e 1080 g ha<sup>-1</sup>. Ocorreu controle mais eficiente do *V. nudiflora* para o volume de calda de 50 l ha<sup>-1</sup>. O rendimento médio de grãos de soja foi de 1762, 2502, 2690 e 2793 kg ha<sup>-1</sup>, para testemunha e glyphosate a 360, 720 e 1080 g ha<sup>-1</sup>. Houve controle do *Paspalum* spp de 54, 79 e 93% para o glyphosate a 360, 720 e 1080 g ha<sup>-1</sup>. Os níveis de controle variaram em função do volume de calda, onde o glyphosate à 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> apresentou controle superior ao ser aspergado no volume de calda de 50 l ha<sup>-1</sup>, em relação a 200 l ha<sup>-1</sup>, o contrário ocorrendo para 1080 l ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

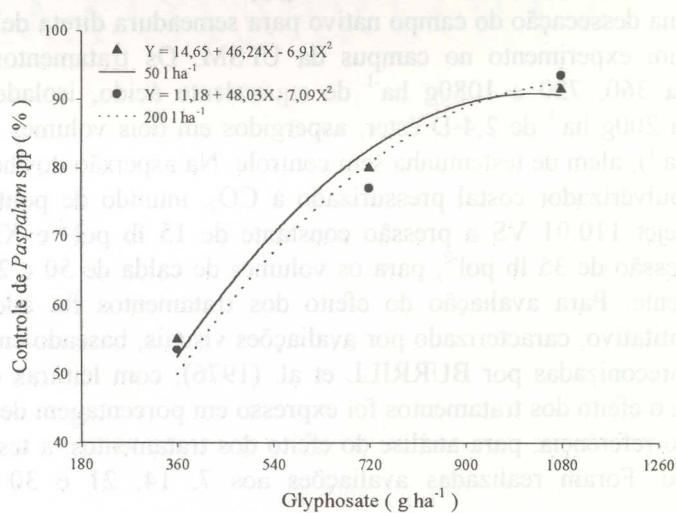


Figura 1. Controle de *Paspalum* spp para os volumes de calda de 50 e 200 l ha<sup>-1</sup> para glyphosate 360, 720 e 1080 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido.

## Referências Bibliográficas

BURRIL, O.C.; CARDENAS, J.C.; LOCATELLI, E. **Field Manual for Weed Control Research.** Corvallis, International Plant Protection Center, Oregon State University, 1976, 59p.

MOHRDIECK, K.H. Formação campestre do Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS "DE QUE PASTAGENS NECESSITAMOS", 1980, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre, FARSUL, 1980, p. 18-73.

PILLAR, V. de P.; JACQUES, A.V.A.; BOLDRINI, I.I. Fatores de ambiente relacionados à variação da vegetação de um campo natural. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.27, n.8, p.1089-1101, 1992.

Tabela 1. Rendimento de grãos de soja, controle geral (%) aos 30 dias e níveis de Controle para *Baccharis trimera* (Carqueja) aos 30 dias e *Eryngium horridum* (Caraguatá), *Vernonia polyanthes* (Assa-peixe) e *Vernonia nudiflora* (Alecrim) aos 195 dias da aspersão do glyphosate e 2,4-D para semeadura direta de soja em campo nativo

Tratamentos (equivalente ácido - g ha <sup>-1</sup> )	Rend. de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Controle geral (%)	Nível de controle (%)			
			Carqueja	Caraguatá	Assa-peixe	Alecrim
Glyphosate 360	2515 ab*	47 c	65 d	0 d	0 a	0 c
Glyphosate 720	2693 ab	74 b	85 c	3 bc	0 a	6 bc
Glyphosate 1080	2792 a	89 a	100 a	11 a	4 a	9 ab
Glyphosate 360 + 2,4-D 200	2488 c	49 c	67 d	6 bc	0 a	1 c
Glyphosate 720 + 2,4-D 200	2686 ab	71 b	94 b	7 ab	5 a	10 ab
Glyphosate 1080 + 2,4-D 200	2795 a	90 a	100 a	14 a	1 a	14 a
Testemunha	1762 d	0 d	0 e	0 d	0 a	0 c

\* Médias seguidas por mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ( $p=0,05$ ).

# AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO GLYPHOSATE NA DESSECAÇÃO DO CAMPO NATIVO PARA SEMEADURA DIRETA DE CULTURAS ANUAIS

Marcio José da Silveira<sup>1</sup>

Flávio Luiz Foletto Eltz<sup>2</sup>

Miguel Vicente Weiss Ferri<sup>3</sup>

Cristiano André Pott<sup>1</sup>

A considerável área de pastagens nativas existente no Rio Grande do Sul é vista como uma fronteira que necessita ser melhor explorada economicamente. Algumas alternativas como o melhoramento das pastagens e a integração lavoura-pecuária com semeadura direta estão sendo propostas e/ou estudadas, com objetivo de possibilitar a expressão do potencial produtivo destas áreas.

A introdução do campo nativo ao sistema de semeadura direta e/ou a integração lavoura-pecuária exige o uso de herbicidas que possibilitem o controle eficiente das espécies vegetais, predominantemente perenes, nele existente antes da semeadura das culturas de interesse para o sistema. Entretanto, são escassas as informações sobre o comportamento do glyphosate sobre as espécies presentes em campo nativo.

Com objetivo de avaliar doses do glyphosate, isolado ou misturado com 2,4-D, na dessecação de campo nativo para semeadura direta de aveia, conduziu-se em 1996 um experimento no campus da UFSM, onde avaliou-se os tratamentos: glyphosate a 720, 1080, 1440 e 1880 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido, isolado ou misturado com 320 g ha<sup>-1</sup> de 2,4-D éster, aspergidos no volume de calda de 100 l ha<sup>-1</sup>, além de testemunha sem controle. O controle das espécies presentes no campo nativo foi determinada adotando-se o método quantitativo, caracterizado por avaliações visuais, baseado em escalas arbitrárias preconizadas por BURRILL et al. (1976), com leituras diretas a campo, onde o efeito dos tratamentos foi expresso em porcentagem de controle, usando como referência, para análise do efeito dos tratamentos, a

<sup>1</sup> Acadêmico Agronomia, Bolsista CNPq, Deptº de Solos/CCR/UFSM, CEP 97105-900 Santa Maria, RS.

<sup>2</sup> Eng. Agr., PhD., Deptº Solos/CCR/UFSM, CEP 97105-900 Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Eng. Agr., MsC., Caixa Postal 138, CEP 85500-000 Coronel Vivida, PR.

testemunha sem controle. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com esquema bifatorial e 4 repetições.

Dos 47 gêneros e/ou espécies identificadas, predominaram *Paspalum maculosum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum nicorae*, *Paspalum notatum* var. *notatum* biótipo "A", *Paspalum pumilum* e *Vernonia nudiflora*. Os resultados indicados na Tabela 1 permitem concluir que a adição do 2,4-D à 320 g ha<sup>-1</sup> não melhorou a eficiência de controle do glyphosate. Houve controle geral da espécies presentes no campo nativo de 70, 86, 92 e 94% para glyphosate a 720, 1080, 1440 e 1800 g ha<sup>-1</sup>. A produção de massa seca de aveia aumentou com o aumento da dose de glyphosate até 1440 g ha<sup>-1</sup> e decresceu após isto. Ocorreu controle ineficiente de *V. nudiflora*, independente da dose do glyphosate ou mistura com 2,4-D. O controle de *Paspalum* spp. foi de 78, 91, 94 e 96% para glyphosate a 720, 1080, 1440 e 1800 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para controle eficiente sugere-se glyphosate à 1440 para *P. notatum*, var. *notatum*, biótipo "A", *P. nicorae* e *P. notatum* intensamente piloso e 1080 g ha<sup>-1</sup> para os demais *Paspalum* identificado neste trabalho.

#### Referência Bibliográfica

**BURRIL, O. C., CARDENAS, J. C., LOCATELLI, E.** *Field Manual for Weed Control Research*. Corvallis, International Plant Protection Center, Oregon State University, 1976, 59p.

Tabela 1. Produção de massa seca de aveia ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), controle geral aos 32 dias, controle de *Vernonia nudiflora* (Alecrim) aos 219 dias, e controle de *Paspalum* spp (Paspalum) aos 32 e 219 dias após a aspersão dos herbicidas glyphosate e 2,4-D para controle das plantas presentes em campo nativo para semeadura direta de aveia

Tratamentos	Equivalente ácido ( $\text{g ha}^{-1}$ )	Controle (%) <sup>1</sup>							
		Massa seca <sup>1</sup>		Controle geral		Alecrim		Paspalum	
		com 2,4-D	sem 2,4-D	com 2,4-D	sem 2,4-D	com 2,4-D	sem 2,4-D	32 DAT <sup>2</sup>	219 DAT
glyphosate	1800	6141aA <sup>3</sup>	5846A	94A	93A	26A	28A	96	98
glyphosate	1440	6185aA	5847A	92A	91A	30A	34	94	96
glyphosate	1080	5701aA	5839A	85A	87A	30A	23A	91	96
glyphosate	720	5515bA	4914A	74A	66A	18A	2A	78	93
Testemunha		3553c		0	0	0	0	0	18

<sup>1</sup> Média de 4 repetições

<sup>2</sup> DAT - Dias após a aspersão dos herbicidas

<sup>3</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem significativamente pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

## EFECTO DEL CONTROL DE LA VEGETACIÓN NATURAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS INVERNALES CON SIEMBRA DIRECTA

Claudia Marchesi G.<sup>1</sup>  
Enrique Pérez Gomar<sup>2</sup>  
Fernando García Préchac<sup>3</sup>

Se estudió el efecto de diferentes herbicidas y dosis sobre el tapiz natural y la producción de una mezcla de Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) y Raigrás (*Lolium multiflorum*), luego de tres años de siembra directa. Los tratamientos evaluados fueron: testigo, campo natural (T); glifosato de 1 a 5 l/ha (G1, G2, G3, G4 y G5), y paraquat a 1.5, 3 y 4.5 l/ha (P1.5, P3 y P4.5), aplicados en otoño de cada año, según el siguiente esquema (Tabla N°1):

Tabla 1. Detalle de los tratamientos realizados en cada año sobre las subparcelas.

Subparcelas	Año		
	1994	1995	1996
A	Tratada	No	No
B	Tratada	Tratada	No
C	Tratada	No	Tratada
D	Tratada	Tratada	Tratada

El suelo donde se sembró es un Luvisol Órico del Norte del Uruguay (Orden Desaturados Lixiviados, suelo profundo, de textura liviana y fertilidad baja). La evaluación del efecto de los tratamientos sobre el tapiz natural se realizó al mes de la siembra, en términos de porcentaje de suelo cubierto por los distintos componentes (vegetación verde, restos secos, cultivo

<sup>1</sup> INIA, R5, Km 386, Tacuarembó, Uruguay. E-mail: caia@iniaen.org.uy.

<sup>2</sup> E-mail: eperez@iniaen.org.uy.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, Montevideo, Uruguay. E-mail: manejo@suelos.edu.uy.

y suelo desnudo). La producción de los cultivos invernales se midió como kg. de materia seca acumulada a la primavera.

En cuanto al control de tapiz los resultados mostraron, para las subparcelas A, que el estado de la vegetación era bastante uniforme entre tratamientos, no existiendo diferencias significativas. En las subparcelas B no se observaron grandes diferencias entre T, P1.5, P3 y P4.5, mientras que hubo un alto porcentaje de vegetación controlada en los tratamientos G1 a G5. Este porcentaje fue mayor cuanto mayor fue la dosis aplicada, a la vez que apareció suelo descubierto en forma creciente. En las subparcelas C y D, comparadas con las A y B, se observó una mayor proporción de suelo recubierto por restos secos y un menor porcentaje de vegetación no controlada. Comparando las subparcelas C y D se destacó una mayor presencia de suelo descubierto y menor de restos secos en las últimas, dado que había menos vegetación a controlar a causa de la aplicación realizada el año anterior. En cuanto a la efectividad de los distintos herbicidas se observó que, en las subparcelas C y D, los tratamientos con glifosato fueron más efectivos que los de paraquat, tendiendo a ser mayor el efecto a medida que aumentaba la dosis.

Los resultados de producción de materia seca del año 1996 se presentan en la Figura 1.

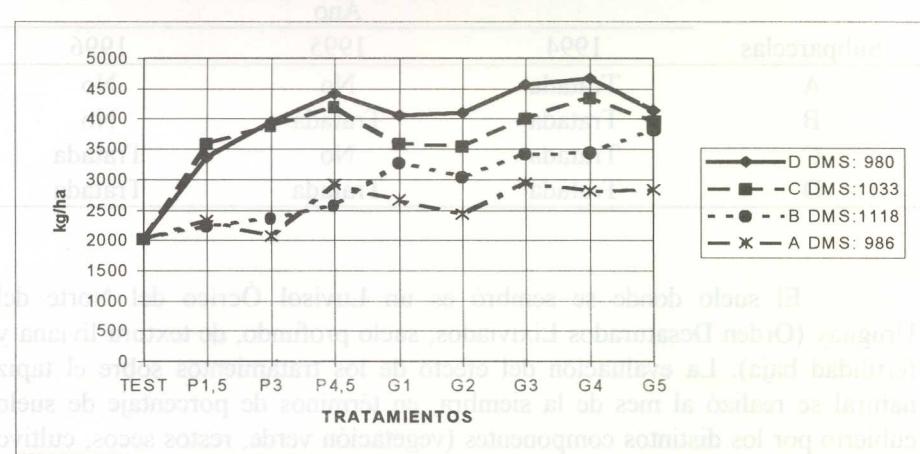


Figura 1. Producción de materia seca acumulada al 13/09 para las cuatro subparcelas.

La producción obtenida fue mayor en las subparcelas D. Cuando se utilizaron herbicidas en el año 1996 (C y D), la mayor diferencia se observó entre el T y los demás tratamientos. En el caso de las subparcelas D, la diferencia a favor del promedio de los tratamientos G1 a G5 frente al promedio de los P1.5 a P4.5 fue significativa estadísticamente. Dicha diferencia no existió en el caso de los tratamientos de las subparcelas C. En cuanto a las subparcelas B, aún se mantiene un efecto residual del uso de herbicidas en al año previo sobre la producción de materia seca, significativamente mayor en los tratamientos G1 a G5 que en los P1.5 a P4.5. En las subparcelas A, luego de dos años de no aplicación de herbicidas, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

De lo anteriormente expuesto surge claramente que la producción de cultivos con siembra directa es mayor con mayores controles de tapiz. Este efecto es debido, entre otros factores, a la disminución de la competencia que la vegetación natural hace al cultivo. Cuanto más agresivo sea el control del tapiz realizado, en términos de tipo de herbicida, dosis o frecuencia de aplicación, mayor es el efecto sobre la producción de forraje, aumentando ésta en forma importante. De los herbicidas estudiados, el glifosato en dosis moderadas y altas produce una depresión importante de la vegetación natural, traduciéndose esto en mayores rendimientos. Por otro lado esta situación produce grandes cambios en el tapiz que se recupera luego de terminado el ciclo del cultivo. Según Berretta *et al.* (1997) las principales especies del campo natural que contribuyen a la producción estival se ven muy disminuidas o eventualmente desaparecen.

### Referencias Bibliográficas

BERRETTA, E.J.; MARCHESI, C. y PÉREZ GOMAR, E. 1997. Evolución de la vegetación de un campo natural sobre suelo arenoso luego de tres años de siembra directa, *In* Producción de carne de calidad en areniscas, Serie Actividades de Difusión N° 139, INIA Tacuarembó, Uruguay, Cap. I, pp. 13-17.

MARCHESI, C.; PÉREZ GOMAR, E. y GARCÍA, F. 1997. Alternativas para intensificar la producción forrajera en suelos arenosos, *In* Producción de carne de calidad en areniscas, Serie Actividades de Difusión N° 139, INIA Tacuarembó, Uruguay, Cap. I, pp. 1-12.

# COMPARACIÓN DE CUATRO INTENSIDADES DE USO DEL SUELO CON TECNOLOGÍA DE SIEMBRA DIRECTA PARA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN LAS LOMADAS DEL ESTE DE URUGUAY

José Terra<sup>1</sup>

Guillermo Scaglia<sup>2</sup>

Fernando García Précac<sup>3</sup>

Las pasturas naturales constituyen el principal recurso forrajero del Uruguay, ocupando el 85% del área forrajera total del país. En las lomadas del Este, estas pasturas se caracterizan por una limitada oferta forrajera con marcada estacionalidad y variabilidad entre años, consecuencia del predominio de especies de ciclo estival y de las variaciones climáticas. El aporte invernal de estos campos no supera el 10 % de un total anual de 3.3 ton de MS/ha en promedio. Esto determina, que el invierno sea la estación mas crítica para la producción animal. Los suelos son planosoles y argisoles subéutricos y dísticos (Argiudoles y Albaquoles típicos), los que se caracterizan por su alto riesgo de erosión, degradación e infestación por *Cynodon dactylon*, al ser utilizados bajo laboreo convencional sin una rotación con pasturas.

La tecnología de siembra directa (máquinas de siembra y herbicidas) ha tenido un gran impulso en el país en los últimos años. Su expansión ha sido rápida en los sistemas agrícolas ganaderos, pero mas lenta en sistemas ganaderos extensivos. La nueva tecnología tiene múltiples aplicaciones en agricultura forrajera y puede levantar alguna de las limitantes más importantes de los suelos de la región como el alto riesgo de erosión y degradación, la falta de piso en invierno para el pastoreo y alto riesgo de sequía en verano. Además permite un menor tiempo con tierras laboreadas, aumenta la oportunidad de siembra y cosecha, y el agregado de especies a pasturas establecidas.

En 1995, en la Estación Experimental del Este, del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay, comenzó un

<sup>1</sup> Ing. Agr. del INIA Uruguay, Estación Experimental del Este, Treinta y Tres, Ruta 8 km. 285, CC N° 42, C.P 33.000. E-mail: [jterra@iniaee.org.uy](mailto:jterra@iniaee.org.uy).

<sup>2</sup> Ing. Agr., MSc, INIA.

<sup>3</sup> Ing. Agr., PhD, INIA.

experimento de rotaciones de larga duración con el objetivo de identificar alternativas de intensificación del uso del suelo, mediante rotaciones de pasturas y cultivos con utilización de la tecnología de siembra directa, que constituyan alternativas a los sistemas ganaderos extensivos y resulten sustentables en términos físicos y económicos. El experimento evalúa 4 intensidades de uso del suelo (Rotaciones): Pastura mejorada permanente (MP), Rotación Larga (RL: 2 años de cultivos forrajeros y 4 de pasturas), Rotación Corta (RC: 2 años de cultivos forrajeros y 2 años de pasturas), y Cultivo Continuo (CC: 2 cultivos por año). El diseño experimental consiste en contar con todos los componentes de las diferentes alternativas de intensidad de uso del suelo (Rotaciones) al mismo tiempo, sin repeticiones sincrónicas pero con asignación aleatorizada a las distintas unidades experimentales al inicio del experimento. Se considera que los años que dure el experimento serán repeticiones o bloques para el análisis estadístico de largo plazo. El área total del experimento es de 72 has, el tamaño de las unidades experimentales es de 6 has, permitiendo el pastoreo directo. Las rotaciones son comparadas en términos de conservación de recursos naturales, productividad física (producción vegetal y animal) y resultado económico.

En este trabajo se presentan datos de producción vegetal y animal durante el período 14/8/96 al 31/10/96 y 16/5/97 al 22/8/97.

En el período 1996 el pastoreo se realizó en forma rotativa con 92 terneros (150 kg de PV) y 106 sobreños (216 kg de PV) de ambos sexos de la raza Hereford. Los animales se asignaron a cada una de las cuatro intensidades de uso del suelo en base a la producción de forraje esperada, por lo que las dotaciones se fijaron previo al inicio del pastoreo. La principal información y resultados de dicho período se resume en el Cuadro 1.

En el período 1997 se utilizaron 95 terneros y 109 sobreños (machos) de la raza Hereford, pesando al inicio del experimento en promedio 139 kg. y 243 kg. respectivamente. La principal información y resultados de dicho período se resume en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Principales resultados por rotación del período 14-8-96 al 31-10-96

	M. Permanente	C. Continuo	R. Corta	R. Larga
Dotación (UG/ha)	1.48	2.48	2.5	2.2
Carga instantánea(UG/ha)	5.92	7.44	15	11
MS disponible cultivo (kg/ha)	-	2967	2940	2642
MS disponible pradera(kg/ha)	2042	-	5180	3600
MS rechazo cultivo (kg/ha)	-	2025	1672	1533
MS rechazo pradera (kg/ha)	1106	-	3555	1984
Días pastoreo por pastura	9	16	8.5	13
Ganacias terneros (kg/a/dia)	0.59	0.9	0.77	0.65
Ganaciassobreños (kg/a/dia)	0.88	1.48	1.19	1.01
Producción de carne (kg/ha)	128	339	287	217

Cuadro 2. Principales resultados por rotación del período 16-5-97 al 22-8-97

	M. Permanente	C. Continuo	R. Corta	R. Larga
Dotación (UG/ha)	1.3	2.3	1.7	1.7
Carga instantánea(UG/ha)	5.2	9.2	13.6	10.2
MS disponible cultivo (kg/ha)	-	1911	1734	1363
MS disponible pradera(kg/ha)	1852	-	3219	1873
MS rechazo cultivo (kg/ha)	-	914	1012	516
MS rechazo pradera (kg/ha)	960		1238	888
Días pastoreo por pastura	14	10	6	7
Ganacias terneros (kg/a/dia)	0.17	0.57	0.72	0.57
Ganacias sobreños(kg/a/dia)	0.3	0.66	0.89	0.72
Producción de carne (kg/ha)	52	233	236	187

En algunas características de los suelos como el contenido de materia orgánica, densidad aparente y resistencia a la penetración no se han detectado hasta el momento y en los años que lleva de iniciado el experimento variaciones que sean significativas.

Desde el punto de vista de la producción animal, las 4 alternativas de

intensificación de la producción forrajera permitieron obtener excelentes performances individuales y productivos por hectárea sin deteriorar el suelo, principal recurso natural de los sistemas productivos.

## EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN DE UN CAMPO NATURAL SOBRE SUELO ARENOSO LUEGO DE TRES AÑOS DE SIEMBRA DIRECTA

Elbio J. Berretta<sup>1</sup>

Claudia Marchesi G.<sup>2</sup>

Enrique Pérez Gomar<sup>3</sup>

Se estudió el efecto de diferentes herbicidas y dosis sobre la producción de una mezcla de Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) y Raigrás (*Lolium multiflorum*), y la dinámica de la vegetación nativa luego de cuatro ciclos agrícolas. Los tratamientos evaluados fueron: testigo, campo natural (T); glifosato a 1 y 4 l/ha (G1 y G4), y paraquat a 3 l/ha (P3), aplicados en otoño, un año, en 1994, (G11, G41 y P31) o tres años consecutivos, 1994-1995-1996 (G13, G43 y P33). Los análisis de la vegetación se hicieron a fines de verano y las especies presentes se agruparon según ciclo de vida, ciclo anual y tipo vegetativo. El suelo donde se sembró es un Luvisol Ócrico del Norte del Uruguay (Orden Desaturados Lixiviados, suelo profundo, de textura liviana y fertilidad baja).

En todos los tratamientos la vegetación recubre un 99% del suelo. Existe un predominio de especies perennes (80 a 95%) en los tratamientos T, P31, P33, G11 y G41, mientras que en los G13 y G43 la proporción de anuales -principalmente *Digitaria eriostachya* y *D. ciliaris*- llega a 50 y 70% respectivamente. Considerando las especies presentes según su ciclo anual, se observa una alta frecuencia de estivales y bajo porcentaje de invernales en los tratamientos P31, P33, G11 y G41, lo cual no difiere mucho del campo natural (63 y 11%). En cambio en los tratamientos G13 y G43 las estivales aumentan hasta llegar a 80 y 90%, y las invernales disminuyen marcadamente (3 a 0%). Es importante destacar que las especies que conforman el tapiz luego de los tratamientos son diferentes a las originales.

Clasificando a las especies según su tipo vegetativo se observa para P31 un aumento de las estoloníferas de 13 a 22% y una disminución de las

<sup>1</sup> INIA, R5, Km. 386, C.P. 45000, Tacuarembó, Uruguay. E-mail: eber@iniaen.org.uy.

<sup>2</sup> INIA. E-mail: caia@iniaen.org.uy.

<sup>3</sup> INIA. E-mail: eperez@iniaen.org.uy.

cespitosas de 40 a 31%. La proporción de pterófitas y de plantas de raíces engrosadas se mantiene en el mismo nivel (3 y 44% respectivamente). En cuanto a G11 y G41, ocurre un aumento de las especies anuales (10 y 17%) y estoloníferas (19 y 20%), y una disminución de las cespitosas (33 y 21%) y de las plantas de raíces engrosadas (39 y 37%).

Los cambios más importantes se producen cuando se aplican los tratamientos los tres años consecutivos, como se ve en la Figura N°1. Se da un aumento en la frecuencia de las plantas anuales, siendo este muy importante en G13 y G43 (50 y 70%). En P33 se da un aumento de las estoloníferas (30%) dado por el pasto horqueta (*Paspalum notatum*). Dosis altas y consecutivas de glifosato ocasionan su desaparición. Para el caso de las plantas cespitosas y de raíces engrosadas, los tratamientos consecutivos de herbicidas reducen en gran medida su contribución al recubrimiento del suelo.

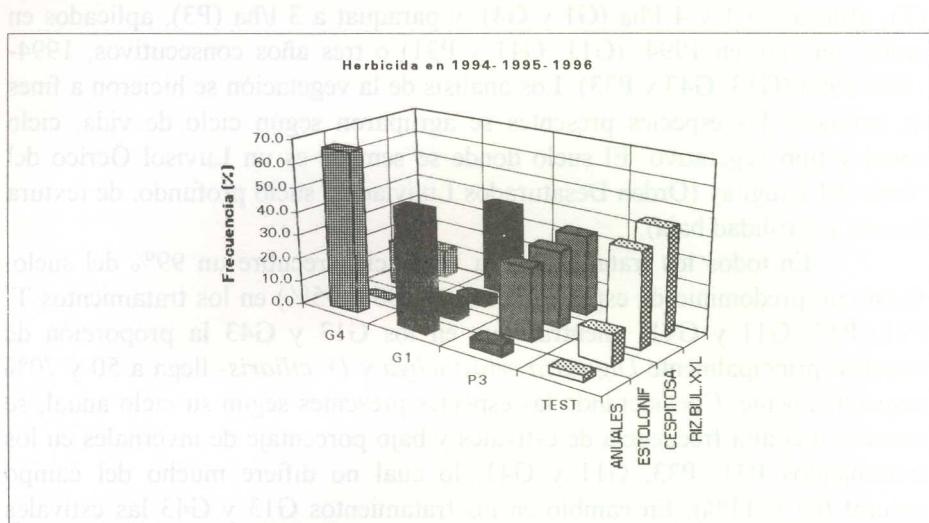


Figura 1. Contribución de las especies al recubrimiento del suelo agrupadas según tipos vegetativos para los tratamientos aplicados en 1994-1995-1996.

Cuando se utilizan herbicidas -particularmente glifosato- en forma consecutiva y en altas dosis, el número de especies se reduce, concentrándose el recubrimiento de la vegetación en dos o tres que constituyen aproximadamente el 90% del mismo. Se observa además que los niveles de

cardilla o caraguatá (*Eringy whole horridum*), especie de ciclo indefinido, se ven disminuidos con este manejo. La pegajera (*Desmodium canum*), por su tipo de raíz soporta estas condiciones, excepto en el tratamiento G43, donde además aparecen subarbustos del género *Solanum*.

Por lo visto anteriormente esta situación se asemeja a la de un campo que deja de ser cultivado, con una importante frecuencia de especies anuales como *Digitaria ssp.* (pasto blanco o cuaresma) y *Setaria geniculata*, perenne de ciclo corto. Este tipo de enmalezamiento puede transformarse en problema cuando el cultivo siguiente es de ciclo estival. Un aspecto importante a destacar es que existe una asociación directa entre el control de la vegetación que se logra mediante el uso de herbicidas y la producción del cultivo implantado (Marchesi *et al*, 1997). Al disminuir la competencia del campo natural el cultivo se ve beneficiado, obteniéndose mayores niveles productivos.

La obtención de una producción de forraje invernal elevada, esta pues, relacionada a una importante disminución y eventual eliminación del tapiz natural. La conservación de una parte importante de las especies nativas depende de aplicaciones con paraquat o glifosato en dosis bajas y alternadas, lo cual hace que la producción del verdeo invernal sea menor.

CONCLUSIONES

El 12 de diciembre de 1996 se realizó un ensayo en campo abierto, en cuatro bloques, en el que se evaluaron los efectos de la rotación y de la densidad de siembra en la producción de forraje invernal.

### Referencia Bibliográfica

MARCHESI, C.; PÉREZ GOMAR, E. y GARCÍA, F. 1997. Alternativas para intensificar la producción forrajera en suelos arenosos, *In Producción de carne de calidad en areniscas, Serie Actividades de Difusión N° 139*, INIA Tacuarembó, Uruguay, Cap. I, pp. 1-12.

Prof. Asociado: Dr. César de la Torre. Prof. Titular de la Universidad: Dr. César de la Torre. Prof. Titular de la Facultad de Agronomía: Dr. César de la Torre. Prof. Titular de la Facultad de Ciencias Agrarias: Dr. César de la Torre.

\* Prof. Titular de la Facultad de Ciencias Agrarias: Dr. César de la Torre.

\*\* Prof. Titular de la Facultad de Ciencias Agrarias: Dr. César de la Torre.

\*\*\* Prof. Titular de la Facultad de Ciencias Agrarias: Dr. César de la Torre.

\*\*\*\* Prof. Titular de la Facultad de Ciencias Agrarias: Dr. César de la Torre.

# INTRODUCCION DE ESPECIES FORRAJERAS EN CAMPO NATURAL, COMPARANDO SIEMBRA DIRECTA EN LINEAS CON VOLEO SUPERFICIAL EN COMBINACION CON DIFERENTES TIPOS Y DOSIS DE HERBICIDAS

Pablo Amarante<sup>1</sup>

Maria Ferenczi<sup>2</sup>

Martin Jaurena<sup>2</sup>

Carlos Labandera<sup>2</sup>

Fernando Garcia Prechac<sup>3</sup>

En Uruguay se ha desarrollado la siembra “en cobertura” (C) de semillas de leguminosas sobre el campo natural arrasado por pastoreo. La nueva tecnología de siembra directa (máquinas sembradoras y herbicidas), hizo necesario estudiar la diferencia entre siembra directa (S.D). realizada con máquina de doble disco desencontrado, limitados a 25 mm de profundidad y la cobertura (C), combinada con el uso o no de diferentes herbicidas a diferentes dosis.

El 12 de abril de 1995 se instaló un ensayo de parcelas divididas, en cuatro bloques al azar, con los dos métodos de siembra en las parcelas mayores y en las parcelas menores 1, 2 y 3 l. de Glifosato por ha, 0.75, 1.5 y 2.25 l. de Paraquat por ha, y un tratamiento sin herbicida (T). Se sembraron 2 kg/ha de *Trifolium repens*, 9 kg/ha de *Lotus corniculatus* y 9 kg/ha de *Festuca arundinacea*.

Se sembró sobre un Argiudol típico (Brunosol Subéutrico) bajo Campo Natural, con 4,2 % de materia orgánica y 3,5 ppm de (P) determinado por Bray Nº1. Se fertilizó con 150 kg/ha de 18-46-46-0 al surco de siembra en el tratamiento con (S.D.) y la misma dosis en superficie en el tratamiento (C). Se midieron las poblaciones instaladas en diferentes momentos, la producción de materia seca, su composición botánica, peso y nodulación de las plántulas de leguminosas, y la evolución de las diferentes especies nativas.

<sup>1</sup> Prof. Asistente, Dpto. de Suelos y Aguas, Fac. de Agronomía, Univ. de la Rep. O. del Uruguay. E-mail: manejo@suelos.edu.uy.

<sup>2</sup> Estudiantes en Tesis.

<sup>3</sup> Prof. Titular de Manejo y Conservación.

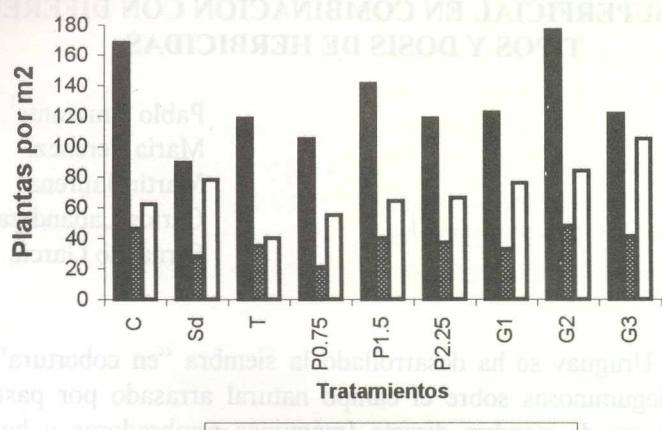


Figura 1. Implantación a los 110 días de la siembra.

La Figura 1 muestra que existieron diferencias significativas entre los sistemas a favor de (C) para las poblaciones de *Lotus corniculatus* ( $P<0.09$ ) y *Trifolium repens* ( $P<0.1$ ). Para *Festuca* la implantación no fue significativamente diferente entre S.D. y C, aunque se observa una tendencia a favor de S.D. Los tratamientos de control de vegetación no tuvieron diferencias en implantación de las dos leguminosas, pero sí en *Festuca arundinacea* ( $P<0.02$ ), a favor de los tratamientos con herbicidas, y dentro de estos, las mejores implantaciones se lograron con Glifosato.

No hubieron diferencias en producción de materia seca acumulada hasta el 22 de noviembre ni en composición botánica entre los sistemas de siembra. Los tratamientos de control de vegetación mostraron diferencias significativas de producción de forraje en favor de la no aplicación de herbicidas ( $P<0.07$ ), dentro de los tratamientos con herbicidas, los con Paraquat rindieron más que los realizados con glifosato ( $P<0.01$ ). Las diferencias encontradas en producción se debieron al mayor aporte realizado por el Campo natural en los tratamientos donde el control de la vegetación original fue menos agresivo. Los tratamientos que incluyen la aplicación de Glifosato tuvieron más aporte de *Lotus corniculatus* ( $P<0.01$ ). Para el componente *Trifolium repens* + *Festuca* se aprecia una tendencia similar a la

del *Lotus corniculatus*, sin llegar a ser significativa.

Luego de la primavera verano 95-96, extremadamente seco, se perdieron prácticamente todas las plantas de *Trifolium repens* y *Festuca*. *Lotus corniculatus* fue la especie con mayor sobrevivencia (entre 23 y 45 %). Al otoño siguiente, el mayor porcentaje de sobrevivencia de *Lotus* fué en S.D (P<0.1). No existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de control de vegetación. A pesar de esto el número de plantas de *Lotus*, fue mayor en C (P< 0.07)debido a su mayor implantación inicial. A los 110 días se evaluó el peso de plantas y el porcentaje de nodulación, encontrándose que las plantas de *Lotus* estaban mejor noduladas en S.D (P<0.07) y que también el peso de las plantas tendió a ser mayor, pero sin significación estadística. Probablemente estas diferencias se debieron a la localización del fertilizante fosfatado en el surco de S.D. y contribuyeron al mayor porcentaje de sobrevivencia observado.

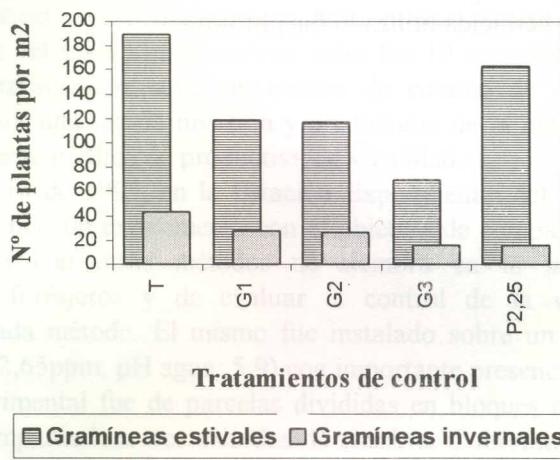


Figura 2. Evolución del tapiz natural luego del año.

En el otoño de 1996 se evaluó el efecto de cinco de los tratamientos de control de la vegetación sobre la composición del tapiz natural. Los resultados se presentan en la Figura 2. La frecuencia de gramíneas estivales fue menor (P<0.08) en los tratamientos con glifosato que con 2.25 litros por ha. de Paraquat, que a su vez presentó menor frecuencia que el T. En las gramíneas

invernales existió una tendencia similar a las estivales, que no fue estadísticamente significativa.

*Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* obtuvieron mejores implantaciones en C que con S.D. a 25 mm de profundidad, mientras que los diferentes controles de vegetación no afectaron la implantación a los 110 días de *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, sin embargo la *Festuca* mejoró su implantación cuanto más agresivo fue el control de la vegetación existente.

La producción de materia del primer año disminuyó con los herbicidas, en mayor grado con glifosato que con paraquat. Sin embargo, el mayor control de vegetación aumentó el aporte de *Lotus corniculatus* con la consiguiente mejora de la calidad de la oferta forrajera. S.D. con la fertilización en la línea de siembra, produjo plantas de *Lotus* mejor noduladas y posiblemente más pesadas, que mejoraron su sobrevivencia al inusual estrés hídrico del primer verano.

El control del tapiz natural con herbicidas determinó que al año de su aplicación, disminuyera la frecuencia de las gramíneas estivales, en mayor grado cuando el herbicida utilizado fue glifosato.

# USO DE TECNOLOGIA DE SIEMBRA DIRECTA EN RENOVACION DE PASTURAS DEGRADADAS CON GRAMILLA (*Cynodon dactylon*) EN LOMADAS DEL ESTE DE URUGUAY

José Terra<sup>1</sup>

Fernando García Précac<sup>2</sup>

Los suelos de lomadas del Este del Uruguay se caracterizan por su alto riesgo de erosión, degradación y enmalezamiento con *Cynodon dactylon* cuando son utilizados con laboreo convencional sin rotaciones con pasturas. El *Cynodon dactylon* es un gramínea perenne rizomatosa nativa del Africa que hoy se encuentra naturalizada en amplias zonas del país constituyéndose en la principal maleza. Esta es un componente indeseable de las pasturas, debido a su agresividad excluyente, gran poder de diseminación, baja calidad del forraje y reposo invernal. Si bien los campos nativos de las zonas ganaderas de lomadas del este no están dominados por dicha maleza, la misma se encuentra formando parte del tapiz encontrándose entre las 10 especies predominantes del mismo, determinando, ante situaciones de cambio de dicha condición natural (laboreo), una rápida invasión y predominio de la maleza en el suelo con la consiguiente pérdida de productividad y calidad.

En abril de 1995, en la Estación Experimental del Este de I.N.I.A Uruguay, se instaló un experimento con el objetivo de comparar el uso de la siembra directa con otros métodos de siembra en la implantación de mejoramientos forrajeros y de evaluar el control de la vegetación mas adecuado en cada método. El mismo fue instalado sobre un argiudol (MO: 3.3%, P BrayI 2,65ppm, pH agua: 5,9) con importante presencia de la maleza, el diseño experimental fue de parcelas divididas en bloques al azar con tres repeticiones comparándose tres métodos de siembra: Cobertura (CC), Semilla a chorillo pisada por la sembradora y fertilizante al surco (SP), y Semilla y fertilizante al surco (SS); y cuatro tratamientos de control de la vegetación: Sin herbicida (sh), 1 l de glifosato (1G), 2 l de glifosato (2G), 3 l de glifosato (3G). Las especies sembradas fueron *Lotus corniculatus* (6 kg/ha), *Trifolium repens* (3 kg/ha) y *Lolium multiflorum* (12 kg/ha). El herbicida fue aplicado el

<sup>1</sup> Ing. Agr. INIA Uruguay, Estación Experimental del Este, Treinta y Tres, Ruta 8 km. 285, CC N° 42, C.P 33.000. E-mail: jterrani@iae.org.uy.

<sup>2</sup> Ing. Agr., PhD, INIA.

20 de abril y la siembra se realizó el 4 de mayo, fertilizándose a la base con 48 unidades de P2O5 y 24 de N y refertilizándose con 58 unidades de P2O5 en junio de 1996. Se hicieron determinaciones de producción (MS/ha) y cobertura del suelo por especies en los momentos de pastoreo por animales.

Al primer pastoreo en el año de implantación, los tratamientos SP y SS produjeron mas que CC ( $P<0,05$ ) y el efecto del herbicida fue altamente significativo a todas las dosis (Cuadro1). La mayor cobertura del suelo por *Lolium* con SS y SP ( $P<0,001$ ) y con herbicida que sin aplicación ( $P<0,0001$ ),explica en parte la mayor producción observada. La cobertura del suelo por *Trifolium* fue mayor en CC y SP que en SS y no hubo respuesta al agregado de herbicidas. *Lotus* no mostró diferencias significativas entre los métodos de siembra ni entre las dosis de herbicidas. La superficie cubierta por leguminosas en abril de 1996, (Figura 1) no difirió significativamente entre métodos de siembra , pero fue significativamente ( $P<0,0001$ ) mayor cuando se aplicó herbicida y cuanto mayor la dosis. *Cynodon* tampoco difirió entre métodos de siembra pero tuvo un comportamiento inverso al de las leguminosas decreciendo su importancia con el herbicida y con dosis mayores. La presencia de otras especies fue mayor en CC y no fue afectada por el herbicida.

La producción invernal de MS al segundo invierno no mostró diferencias significativas entre métodos de siembra, pero fue mayor ( $P<0,0002$ ) en los tratamientos que recibieron herbicida que en los que no se aplicó el mismo. Esta mayor producción de MS está explicada (Cuadro 2) por aumento de cobertura del suelo por *Trifolium* en los tratamientos con herbicida( $P<0,0001$ ), por mayor cobertura por *Lolium*, que además de responder al herbicida ( $P<0,0001$ ) también respondió a la dosis ( $P<0,007$ ) y por disminución de presencia de *Cynodon* que fue afectado tanto por el herbicida ( $P<0,0001$ ) como por la dosis ( $P<0,003$  a 0,06).

Se concluye que la implantación de plantas de *Lolium* fué favorecida por la siembra en líneas y por el herbicida, en cambio las leguminosas se implantaron mejor con siembra en superficie (CC y SP), no respondiendo su implantación al uso del herbicida. El *Cynodon* fué deprimido por el herbicida y el efecto fué mayor a altas dosis. Esta maleza afecta el rebrote y la emergencia de nuevas plántulas de *Trifolium*, *Lolium* y *Lotus* al siguiente otoño, afectando así la producción del invierno del segundo año. Los métodos de siembra no afectaron la producción de MS al segundo invierno.

Cuadro 1. Producción de materia seca (MS) y superficie del suelo cubierta por *Lolium* (%L) en relación al método de siembra y a la dosis de herbicida, octubre 1995

	CC (MS/ha)	SP(MS/ha)	CC (%L)	SP (%L)	SS(MS/ha)	SS (%L)
sin herbicida	1046	1581	8	11	1351	14.5
1 l glifosato	1145	1741	34	35	1527	34
2 l glifosato	1105	1751	31	40	1605	40
3 l glifosato	1358	2390	29	35	1731	48

Cuadro 2. Área cubierta por *Trifolium* (%T), *Lolium* (%L) y *Cynodon* (Cy) en relación al método de siembra y a la dosis de herbicida, setiembre de 1996

	CC(%L)	CC(%T)	CC(%Cy)	SP(%L)	SP(%T)	SP(%Cy)	SS(%L)	SS(%T)	SS(%Cy)
S/h	9	12	38	9	15	33	8	13	30
1G	12	26	26	14	23	20	10	25	15
2G	16	26	18	13	29	16	13	31	15
3G	18	27	10	17	31	13	13	28	13

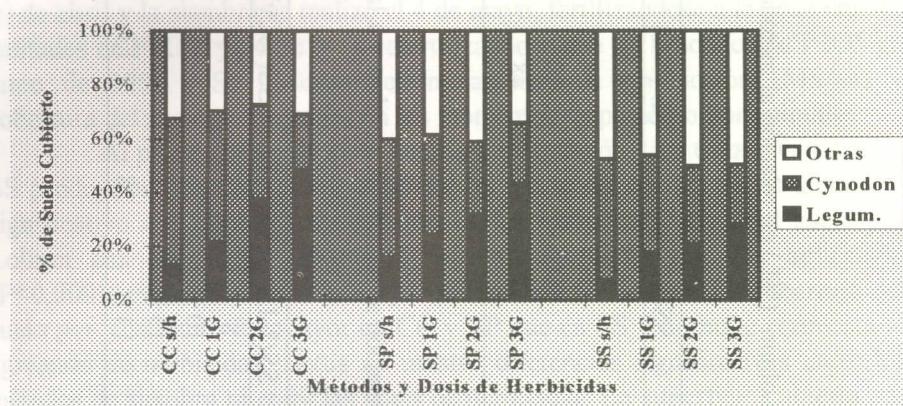


Figura 1. Porcentaje del suelo cubierto por leguminosas, *Cynodon* y otras especies en relación al método de siembra y la dosis de herbicida, abril de 1996.

## ÍNDICE DE AUTORES

Amarante, P.	289	Flores, C.A.	109
Anghinoni, I.	205, 217	Fontaneli, R.S.	209
Angonese, C.A.	197	Gomar, E.P.	277, 285
Argenta, G.	225, 229	Gomes, A. da S.	137, 151,
Ayarza, M.A.	161		165, 173,
Baruffi, M.J.	225, 229		213, 251
Basso, C.J.	235	Gomes, D.N.	137
Bem, J.R.	209	Guarienti, E.	177
Berretta, E.J.	285	Jaurena, M.	289
Blume, E.	133, 189	Kladivko, E.	133
Cardoso, A.A.	113	Klauberg Filho, O.	81
Ceretta, C.A.	235	Kochhann, R.A.	157, 205,
Conte, E.	205, 217		217, 243
Costa, J.A.	147	Kray, C.H.	205
Costa, N.L. da	173	Kroth, L.T.	107
Costamilan, L.M.	181	Labandera, C.	289
Couto, J.R. da	239, 263	Landers, J.N.	127
Crestana, S.	143	Lhamby, J.C.B.	181
Cruz, R. de la	189	Luchiari Jr., A.	11
Cunha, G.R. da	177	Madail, J.C.	109
D'Agostini, L.R.	25, 107	Marchesi G., C.	277, 285
Del Duca, L. de J.A.	177	Marcolan, A.L.	235
Denardin, J.E.	157, 217,	Matlock, R.	189
	243	Matos, M.L.T.	109
Dias, A.D.	165	Medeiros, A.R.M. de	109, 121
Diekon, J.	235	Melo, I.J.B. de	193
Durante, A.F.N.	117	Melo, S.A.	109
Eltz, F.L.F.	269, 273	Merotto Jr., A.	97
Fabres, R.T.	255, 263	Migliorini, L.C.	109
Fawcett, R.S.	3	Oliveira, A.J. de	113, 117
Ferenczi, M.	289	Oliveira, A.T.	109
Fernandes, J.M.C.	43	Oliveira, M.A.C. de	109, 121
Ferreira, C.J.A.	11	Orioli, A.L.	113, 117
Ferri, M.V.W.	269, 273	Pandolfo, A.T.	197
Fleck, N.G.	97	Pauletto, E.A.	143

Pedrotti, A.	143	Simonete, M.A.	239, 255,
Peña, Y.A.	137		263
Peruzzo, G.	259	Siqueira, J.O.	81
Pires, J.L.F.	147	Siqueira, O.J.W. de	109
Pizarro, E.A.	161	Souza, P.I. de M.	169
Pott, C.A.	269, 273	Spehar, C.R.	127, 169
Pöttker, D.	209, 247,	Terra, J.	281, 293
	259	Theller, L.	133
Préchac, F.G.	277, 281,	Thomas, A.L.	147
	289, 293	Tissot, A.R.	235
Rebelato, H.P.	197	Toledo, L.G. de	11
Reichert, J.M.	133, 189	Torre-Neto, A.	37
Reichert, L.J.	109	Turco, R.	133
Reis, J.C.L.	173	Vahl, L.C.	239, 255,
Rizzardi, M.A.	225, 229		263
Rodrigues, O.	177	Vargas, L.K.	185, 217
Salet, R.L.	205, 217	Vernetti Jr., F. de J.	151, 165,
Santos, H.P. dos	177		173, 213,
Santos, R.L.B.	169		251
Scaglia, G.	281	Vidal, R.A.	97
Scholles, D.	185	Vilela, L.	161
Silva, P.R.F. da	225, 229	Wiethölter, S.	209, 221,
Silveira, L.D.N.	151, 165,		259
	213, 251	Yoshii, K.	113, 117
Silveira, M.J. da	269, 273		

**Patrocínio:**

**BASF**

 **CYANAMID**

 **DUPONT**®

 **HERBITECNICA**

 **MANAH**

**Monsanto**

 **NOVARTIS**

 **ZENECA**