

SISTEMAS DE CULTIVO DE MILHO EM VÁRZEA – PLANTIO DIRETO

Francisco de Jesus Verneti Junior¹
Algenor da Silva Gomes¹

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, embora com a terceira produção mundial de milho, tem importado, anualmente, expressivas quantidades do produto para atender à demanda interna. No ano 2000, estima-se que serão necessárias a importação de 3,5 milhões de toneladas. Para o Rio Grande do Sul, o milho tem expressiva importância socio-econômica, ocupando aproximadamente 26% do total das áreas com cultivos de grãos de primavera-verão. Cerca de 95 % deste percentual corresponde a produtores que detêm propriedades com áreas menores do que 100 hectares e que produzem 70 % do milho do Estado.

Embora se disponha, no Brasil, de genótipos com bom potencial produtivo, tecnologias disponíveis para altas produtividades e boa assistência técnica, os rendimentos proporcionados pela cultura do milho são baixos se comparados com os obtidos em outros países como os Estados Unidos, França, China e mesmo aqueles verificados em países vizinhos como a Argentina. Além das condições climáticas, a falta de uma política agrícola estável e compatível com o setor, por certo, tem sido uma das principais causas responsáveis pela a baixa produtividade de milho no país.

O cultivo do milho nas várzeas, desde que se adote as condições de manejo recomendadas para o tipo de solo característico destas regiões e, em função das facilidades que estas apresentam (topografia, continuidade e facilidade de irrigação), poderá se constituir em alternativa real para o aumento de produção de milho no RS, e conseqüentemente, no Brasil.

O milho em várzea no RS, já vem sendo cultivado, em lavouras isoladas, desde 1980, tendo sido, todavia, incrementado a partir de 1997. Estima-se que na safra 1999/2000 tenham sido cultivados, nestas condições, 50 mil hectares. A maior expansão deste tipo de lavoura depende, a curto prazo, da adoção de um manejo de solo específico, e, a longo prazo, do desenvolvimento de genótipos tolerantes ao excesso de umidade no solo.

¹ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Cx. Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: vernetti@cpact.embrapa.br

A busca do fortalecimento da cadeia produtiva do milho no RS levou o governo do Estado a propor um programa de milho em várzea, que deverá ser desenvolvido de forma conjunta entre a Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento e suas vinculadas, tendo o apoio técnico da Embrapa Clima Temperado.

A implantação deste programa pode ser um meio para que o cultivo do milho em várzea venha ser incrementado, utilizando-se o sistema plantio direto, como preferencial. Pois, neste sistema nas várzeas, a exemplo do que ocorre nas regiões tradicionais de cultivo, o milho vem apresentando uma produtividade, em média, 20 % superior a obtida no convencional.

PLANTIO DIRETO: CONCEITOS, REQUISITOS E VANTAGENS

A utilização de métodos de preparo do solo, com vistas à produção primária, data de épocas remotas, sendo intensificada apenas a partir do desenvolvimento dos países industrializados. Nas regiões temperadas, o denominado preparo convencional objetiva interromper o ciclo entre o inverno e a primavera, expondo o solo à ação direta dos raios solares e, em conseqüência, elevando sua temperatura, além de eliminar plantas daninhas e criar condições de germinação e desenvolvimento das culturas de verão.

Nas regiões tropicais ou subtropicais, o preparo do solo tem como objetivo, além do enterrio de plantas daninhas e/ou restos culturais, a incorporação de corretivos e fertilizantes, visando a melhoria das suas condições químicas, no sentido de aumentar seu potencial produtivo.

Os métodos de preparo convencional do solo, desenvolvidos para regiões temperadas, foram adotados em regiões tropicais e subtropicais, onde os agentes climáticos atuam com maior intensidade sobre a superfície dos solos cultivados. Nestas condições, a exposição dos solos à ação direta destes agentes, associada à maior taxa de decomposição do que de adição de restos orgânicos, têm sido fatores determinantes de sua degradação. Entre as alternativas adotadas para minimizar esta situação, vem se destacando o uso de sistemas conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo.

O plantio direto vem sendo conceituado como um sistema de produção agropecuária que envolve, normalmente, a diversificação de espécies, via rotação de culturas, e cujo processo de semeadura ocorre com um mínimo de movimentação de solo e sob a resteva de uma cultura anterior, pastagem e/ou flora de sucessão, normalmente dessecadas com herbicida de ação total ou mecanicamente. O uso deste sistema, consolidado via rotação de culturas, vem se expandindo mundialmente, notadamente no Brasil, onde atualmente é utilizado em cerca de 12 milhões de hectares.

Os sistemas agrícolas conservacionistas, desenvolvidos para as condições das regiões tropicais e subtropicais, devem proporcionar cobertura do solo durante todo ano, com cultivos ou seus resíduos; aporte contínuo e abundante de resíduos vegetais, de forma a contrabalançar a rápida decomposição da matéria orgânica do solo; incluir culturas capazes de manter ou melhorar a estrutura do solo e o balanço de N, pela fixação biológica; manter ciclo de culturas que sejam favoráveis, em termos fitossanitários; e movimentá-lo o mínimo possível, de forma a permitir o máximo de resíduos na superfície e a redução da velocidade de decomposição da sua matéria orgânica. Tais aspectos, dentro do possível, devem também ser considerados no plantio direto do milho em várzea.

DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE O PLANTIO DIRETO EM SOLOS DE REGIÕES ALTAS E NA VÁRZEA

Além do objetivo inicial, visto que em regiões altas o plantio direto foi introduzido visando o controle da erosão, enquanto que, em áreas de várzea, de cultivo do arroz irrigado, sua introdução teve como objetivo inicial o controle do arroz-daninho (arroz-vermelho e preto), deve-se ressaltar que os solos de várzea são bem diferenciados daqueles, normalmente utilizados no cultivo de espécies de sequeiro em plantio direto. Entre outras diferenças os solos altos são, comumente, bem estruturados, profundos e conseqüentemente, bem drenados, o que viabiliza o cultivo diversificado de espécies e por conseguinte a própria continuidade do sistema plantio direto.

Os solos de várzea, por sua vez, por apresentarem normalmente condições físicas desfavoráveis às culturas de sequeiro (baixa profundidade efetiva, drenagem deficiente, densidade e relação micro/macroporos elevadas), dificultam a introdução dessas espécies, levando os agricultores a praticarem, no caso do arroz irrigado, bem mais a variante do cultivo mínimo do que o plantio direto propriamente dito. Ademais, embora tanto num tipo de solo como no outro, estejam presentes camadas compactadas próximo à superfície, em solos altos estas habitualmente vêm sendo rompidas, enquanto nos solos de várzea existe uma certa resistência por parte dos orizicultores para romper estas camadas, condição essencial para o sucesso do cultivo de espécies de sequeiro neste tipo de solo. Por fim, face às dificuldades ainda presentes para que seja estabelecida a rotação de culturas em áreas de várzea, a continuidade do sistema plantio direto neste ecossistema vem sendo comprometida.

Por outro lado, as semelhanças existentes entre os sistemas plantio direto utilizado em solos de regiões altas e em solos de várzea (arroz irrigado), estão relacionadas aos próprios requisitos básicos necessários à implantação do sistema, e consistem da capacitação gerencial, planejamento da lavoura, correção do microrrelevo, correção da acidez e fertilidade, cobertura vegetal do solo e sementeiras especiais, condições estas consideradas fundamentais para que o produtor obtenha sucesso na adoção desta tecnologia.

VANTAGENS DO PLANTIO DIRETO NAS VÁRZEAS

As vantagens do plantio direto decorrem de uma série de benefícios que o sistema traz à lavoura, entre outras, podem ser destacadas o melhor controle de plantas daninhas, a semeadura em época mais adequada, o favorecimento do manejo de água, a melhor relação custo/benefício, melhor integração agricultura/pecuária, redução das degradações física, química e biológica do solo, melhor viabilização da rotação de culturas e a sustentabilidade do sistema de produção.

Além dessas vantagens, normalmente obtidas a curto prazo, existem outras que serão percebidas após alguns anos de utilização do sistema, e dizem respeito a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Estes benefícios já são devidamente comprovados em solos de regiões altas, porém, em solos de várzea, poucas são as informações a respeito da ação do sistema.

SUSTENTABILIDADE DO PLANTIO DIRETO

O plantio direto, além de possibilitar, no caso do arroz irrigado, o uso de certas áreas, antes inviáveis, e de se mostrar economicamente mais rentável que o sistema

convencional, propicia ao solo, através de sua cobertura vegetal (*mulch*), importantes retornos energéticos, exercendo efeitos benéficos sobre os atributos e processos do solo e sobre o crescimento e produtividade das culturas. Concorre normalmente para melhorar os atributos físicos do solo, notadamente a sua estrutura e agregação e, em consequência, a porosidade total e a microporosidade. Em termos químico e nutricional, o *mulch* concorre para a adição de nutrientes, aumentando no solo o teor de matéria orgânica e a capacidade de troca de cátions.

IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO MILHO NA VÁRZEA, EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

O cultivo de milho em várzea, como já foi mencionado, é recente e ainda pouco expressivo, e pressupõem-se que seja, predominantemente, cultivado no sistema convencional, envolvendo todas àquelas operações de lavração e gradagem características do sistema. Todavia, em lavouras isoladas, como na granja Bretanhas, no município de Jaguarão, o milho, assim como a soja, já vêm sendo cultivados com sucesso no sistema plantio direto, em rotação com o arroz irrigado.

Para a implantação do sistema PD, o produtor ou administrador da propriedade rural precisa ser capacitado e ter experiência, de maneira que desde o início, tenha um certo domínio da tecnologia a ser adotada. Isto implica em conhecer os princípios do sistema, além das peculiaridades, limitações e exigências. Só assim, as decisões poderão ser tomadas em momentos oportunos.

Atividades agroeconômicas como: época de plantio, rotação de culturas, atividades de campo, controle de despesas, entre outras, precisam ser planejadas, o que torna o processo produtivo uma atividade racional e organizada. Normalmente, o sistema plantio direto não se mostra satisfatório se adotado por produtores imediatistas, que não exerçam um certo nível de planejamento.

A adoção do sistema plantio direto pelo produtor, basicamente deve ocorrer em áreas menores, de 10 a 50 ha, de forma que o mesmo possa, através de experiências próprias, assimilar as técnicas do sistema e superar as dificuldades iniciais. Este aprendizado concorrerá para o aprimoramento gerencial do administrador da propriedade, bem como de sua equipe de trabalho, o que é considerado essencial para o sucesso do sistema.

Adequação do solo para implantação do PD

A área deve, inicialmente, ser dividida em talhões, onde deverá ser realizado um diagnóstico de seus atributos físicos, químicos e biológicos, a fim de se eliminar, se presentes, zonas compactadas, e corrigir sua acidez e fertilidade. É importante que todas as condições desfavoráveis sejam solucionadas antecipadamente, de forma que não se transformem, no futuro, em obstáculos ao desenvolvimento do sistema. Embora inicialmente pequena, a área deve ser adequadamente preparada, ou seja, entre outros aspectos, o solo deve ter seu microrrelevo corrigido, de forma que facilite o uso de semeadoras e o manejo da água (irrigação e drenagem).

Drenagem do solo

Nas várzeas, a drenagem é de fundamental importância. Mesmo culturas que apresentem uma boa adaptação aos solos de várzea, necessitam que seja estabelecido um adequado sistema de drenagem, para que o excesso de água possa ser removido do solo o

mais rápido possível, garantindo, deste modo, condições adequadas de desenvolvimento às plantas.

O sistema de drenagem é estabelecido através da construção de uma série de drenos superficiais estreitos (8-12cm), que desembocam em drenos secundários maiores, os quais são ligados a drenos principais. Os drenos superficiais são construídos por valetadeiras especiais, e dada a sua dimensão em largura, não dificultam o trânsito de máquinas, e, desta forma, podem ser construídos próximos. Em geral, são construídos entre 25 e 40 m de distância um dos outros.

Formação da cobertura vegetal

Outro aspecto considerado imprescindível no sistema plantio direto, como já mencionado, é a manutenção de uma cobertura vegetal morta sobre o solo, que além de proteger sua superfície do impacto direto das gotas da chuva e dificultar a emergência de plantas daninhas, concorre para a melhoria dos seus atributos. Os tipos de cobertura mais utilizados se constituem de pastagens naturais (campo nativo), flora de sucessão + resíduos culturais (área em pousio), restos de colheita de uma cultura anterior ou de cultura implantada para tal fim (pastagem de inverno, normalmente). Preferencialmente, devem apresentar os seguintes requisitos: servirem como duplo propósito - produção de forragem e cobertura morta do solo, e apresentarem ação alelopática às plantas daninhas.

Em solos de regiões altas são requeridos, para uma adequada cobertura vegetal, em torno de 5 a 6 toneladas de matéria seca/ha/ano. Em áreas de várzea, a experiência vem demonstrando, dada as características de drenagem e de relevo destes solos, que em torno de 2t/ha sejam suficientes. O azevém, assim como a aveia-preta, o trevo branco, o trevo persa, o lotus "El rincón" e a consorciação azevém/ervilhaca, entre outras espécies, vêm produzindo, em várzea, as quantidades necessárias de matéria seca para cobertura do solo, além de, possibilitarem o pastejo, em períodos críticos de alimentação na pecuária de corte.

Manejo da cobertura do solo

O manejo da cobertura no plantio direto vai depender do tipo de material utilizado. No caso de resíduos de culturas produtoras de grãos, o manejo dos restos culturais tem início no momento da colheita. O picador da colhedora é o equipamento que determina maiores ou menores facilidades para as operações agrícolas subseqüentes. Em se tratando de culturas destinadas ao pastejo, um dos aspectos mais importantes diz respeito ao momento da retirada dos animais, principalmente considerando a necessidade de formação de uma palhada mínima e de as plantas estarem em plena atividade no momento da dessecação (sem estresses). Os métodos mais comuns de manejo compreendem uso do rolo-faca, corte, trituração, rolagem sobre a superfície do solo e dessecação com herbicidas de ação total. No planejamento de sistemas de rotação, nem sempre é possível contar, exclusivamente, com culturas geradoras de renda direta. Nesse caso, essas espécies devem ser manejadas no estágio de floração plena.

Controle de Plantas Daninhas

Embora o sistema plantio direto possa apresentar algumas vantagens em relação à ocorrência de plantas daninhas, quando comparado ao sistema convencional, pois em geral as espécies daninhas anuais tendem a diminuir, não se pode descuidar do controle destas,

pois verifica-se um importante aumento das espécies perenes. Efeitos físicos e químicos (alelopáticos) da presença da cobertura morta afetam qualiquantitativamente distintas infestações de espécies invasoras.

Além desses aspectos, deve-se considerar que a semeadura, no sistema plantio direto, é realizada com um revolvimento mínimo do solo e, desta forma, a germinação de plantas daninhas é sensivelmente reduzida. Todavia, em função da elevada quantidade de sementes, que normalmente estão presentes nos solos cultivados, torna-se imprescindível o emprego de herbicidas.

O emprego do controle químico no PD, normalmente, é realizado em duas etapas. A primeira na fase de pré-semeadura, em que são eliminadas as plantas daninhas presentes na área antes da semeadura da cultura. Um aspecto muito importante a considerar, nessa ocasião (dessecagem), diz respeito às condições das espécies que se pretende controlar. Estresses, que impeçam a espécie de estar em plena atividade fisiológica, podem impedir uma adequada absorção do herbicida, prejudicando sua ação. Em situações em que a espécie anterior é utilizada para pastejo, por exemplo, é recomendado que se retire os animais 20 a 30 dias antes da época prevista para a dessecagem, dando tempo às plantas se recuperarem. Outro importante aspecto a considerar na eficiência do uso do dessecante, principalmente no caso de plantas estoloníferas, é que exista, nessa ocasião, uma adequada relação parte aérea e sistema radicular. Caso contrário, a absorção do produto pode não ser suficiente para se translocar por toda a planta, determinando, muitas vezes, o rebrote.

Trabalhos de pesquisa têm mostrado que a dessecagem, para a cultura do milho, deve ser realizada em torno de 15 – 20 dias antes da semeadura, principalmente quando a cultura anterior for uma gramínea (azevém, aveia-preta).

ESTRUTURA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A estrutura de máquinas e equipamentos envolvida no sistema de plantio direto resume-se àquela requerida para efetuar o plantio, a colheita, a pulverização e o manejo das culturas de cobertura. À exceção do rolo-faca e da semeadora, os demais implementos são os mesmos utilizados nos sistemas de manejo convencionais.

Os demais aspectos relacionados ao manejo do milho em várzea, cultivado em plantio direto, assemelham-se àqueles adotados no sistema convencional.

PLANEJAMENTO DE UM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas, em função dos seus benefícios conservacionistas e econômicos, constitui-se num requisito fundamental, para a viabilização do sistema de plantio direto como negócio agrícola sustentável. Portanto, o tipo e a frequência das espécies contempladas no planejamento do sistema de rotação de culturas devem atender tanto aos aspectos técnicos (conservação do solo/preservação ambiental), como os aspectos econômicos e comerciais, compatíveis com os sistemas de produção regionalmente praticados.

O planejamento da seqüência de espécies dentro do esquema de rotação de culturas, deve considerar, além da rentabilidade, o histórico e o estado atual da lavoura, atentando para os aspectos da fertilidade do solo, da exigência nutricional, da suscetibilidade a fitopatógenos de cada cultura, da infestação de pragas, de plantas daninhas e da disponibilidade de equipamentos para o manejo de seus restos culturais.

ASSISTÊNCIA TÉCNICA E ATUALIZAÇÃO DO USUÁRIO

Os diversos processos que envolvem o sistema plantio direto são, em parte, processos naturais que consideram os ciclos biológicos dos organismos do solo, em função do que, são muito dinâmicos, encontrando-se em constante evolução; portanto necessitando uma boa assistência técnica e uma atualização freqüente do usuário.

O sistema plantio direto de milho na várzea, assim como ocorre com toda tecnologia inovadora, necessita de difusão e validação, bem como de ajustes. Todavia, os excelentes resultados obtidos, até o momento, pela pesquisa e por alguns produtores, são um indicativo de que o sistema pode ser adotado com sucesso no cultivo de espécies de sequeiro em áreas de várzea.

RESULTADOS DE PESQUISA COM MILHO EM VÁRZEA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Em área da Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, foram conduzidos três experimentos com milho em várzea sob plantio direto. Além da produtividade de grãos de milho, objeto dos três ensaios, no primeiro foi estudado diferentes espécies com vistas à formação da cobertura do solo e à produção de forragem; no segundo foram avaliadas fontes e doses de fosfato, e no terceiro, modos de aplicação e doses de calcário.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados correspondentes à produção de matéria seca de diferentes espécies de inverno, avaliadas na floração plena de cada espécie, em quatro safras consecutivas.

Tabela 1. Produção de matéria seca (MS) das forrageiras de estação fria, em t/ha. Embrapa Clima Temperado.

Forrageiras/ Consórcios	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	Média de Tratamentos
Azevém	7,36	2,63	2,64	2,18	3,70
Aveia Preta	8,91	3,67	4,20	2,05	4,71
Centeio	9,61	2,76	2,75	1,44	4,14
Cevada	8,11	3,13	3,11	2,23	4,15
Triticale	10,91	2,99	2,99	2,20	4,77
Nabo forrageiro	8,45	2,09	1,40	1,73	3,42
Ervilhaca	4,65	3,07	2,75	1,69	3,04
El Rincón*	4,32	6,11	6,39	2,29	4,76
Trevo vesiculoso	2,47	2,90	2,89	0,35	2,15
Ervilhaca + Aveia	6,05	2,36	3,31	1,65	3,34
Ervilhaca + azevém	3,48	1,87	3,10	1,86	2,58
Tr. Vesic. + Aveia	6,90	2,36	2,42	1,41	3,27
Média	6,77	2,99	3,16	1,76	3,67

* No ano agrícola 1996/97 a espécie semeada como cobertura foi o tremoço.

Fonte: Venetti Jr. et al., (2000)

A avaliação dos valores médios de matéria seca (MS), independente do fator ano, mostra que as espécies - triticale, "El Rincón" (*Lotus subbiflorus*), aveia preta, cevada e centeio - foram, respectivamente as cinco melhores espécies em produção de MS, que, juntamente com o azevém, apresentaram rendimento médio de MS acima da média geral do experimento. Os piores desempenhos para esta variável foram apresentados pelos tratamentos trevo vesiculoso e pelo consórcio ervilhaca + azevém.

Os rendimentos médios de grãos de milho cultivado no sistema plantio direto nas safras 1995/96, 1996/97, 1997/98 e 1998/99 foram de 4,6; 3,7; 4,1 e 4,55 t/ha, respectivamente, valores estes que assemelham-se àqueles que vêm sendo obtidos no sistema convencional, em solos de várzea. Com exceção do ano 1996/97, nos demais o rendimento de grãos de milho no sistema plantio direto sempre foi superior ao obtido no sistema convencional (Tabela 2). Quando se comparam os resultados de rendimento de grãos de milho em função do tipo de cobertura, destacam-se positivamente, na média dos anos, aqueles obtidos sob "El Rincón", ervilhaca, trevo vesiculoso, consórcio aveia preta + ervilhaca, centeio, consórcio ervilhaca + azevém, aveia preta e azevém.

Tabela 2. Rendimento de grãos de milho (t/ha) semeado em plantio direto sobre diversas forrageiras de estação fria e no sistema convencional, nos anos agrícolas de 1995/96, 96/97, 97/98 e 1998/99. Embrapa Clima Temperado.

Cobertura	95/96	96/97	97/98	98/99	Média
Azevém	5,10	3,66	3,85	4,12	4,18
Aveia-Preta	4,97	4,27	4,03	3,58	4,21
Centeio	4,58	4,36	4,13	4,41	4,37
Cevada	3,71	2,88	2,88	4,35	3,45
Triticale	4,99	2,40	3,99	4,26	3,91
Nabo forrageiro	3,85	4,14	3,92	4,20	4,03
Ervilhaca	4,38	4,40	4,87	5,26	4,73
"El Rincón"	4,59	3,72	5,12	6,47	4,97
Trevo vesiculoso	4,72	4,16	4,08	4,86	4,45
Ervilhaca + Aveia Preta	4,95	3,94	4,30	4,58	4,44
Ervilhaca + Azevém	4,64	4,22	4,46	4,09	4,35
Trevo Ves. + Av. pr.	4,75	2,81	3,77	4,42	3,94
Média S. P. Direto	4,60	3,74	4,12	4,55	4,25
S.Convencional		4,20	2,48	3,96	3,55

* No ano agrícola 1996/97 a espécie semeada como cobertura foi o tremoço
Fonte: Venetti Jr. et al., (2000)

No experimento onde foram avaliadas fontes e doses de fósforo, constata-se que a maior produção de matéria seca da parte aérea da ervilhaca, espécie utilizada como cobertura morta (Tabela 3), foi obtida na dose máxima de P_2O_5 total (320 kg/ha), independentemente da fonte utilizada.

Tabela 3. Produtividade média de matéria seca da parte aérea da ervilhaca, cultivada em plantio direto por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de fontes e doses de fosfatos aplicados em superfície. Embrapa Clima Temperado, 1999.

Dose de P_2O_5 (kg/ha)	Fonte de Fósforo			MÉDIA
	GAFSA	ARAD	S.F.T. ¹	
	kg/ha			
0	492,5	511,9	546,9	517,1
80	1857,5	1593,8	803,8	1418,3
160	1523,8	1661,9	1233,8	1473,1
320	2451,2	1793,8	1576,2	1940,4
MÉDIA	1581,2	1390,3	1040,2	

¹ S:F:T: - Superfosfato triplo
Fonte: Gomes et al. (2000a)

A análise de regressão evidenciou que o modelo quadrático, foi o que melhor se ajustou aos dados, conforme a equação de produtividade $Y = 599,64 + 8,7648X - 0,0146X^2$ ($R^2 = 0,93$). A partir desta equação estimou-se a dose correspondente à máxima eficiência técnica (MET), independente de fonte, que foi equivalente a 300 kg/ha de P_2O_5 total, correspondendo à produtividade máxima de 1915 kg/ha de MS (Figura 1).

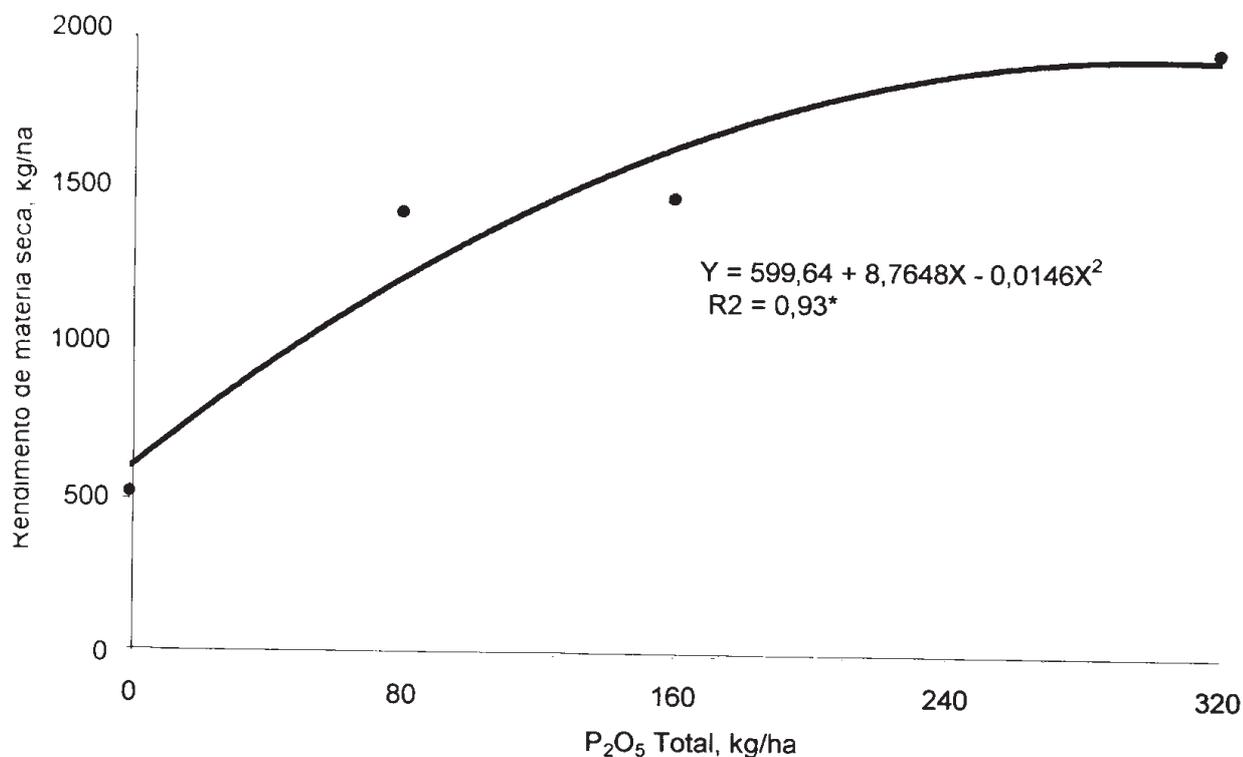


Figura 1. Relação entre dose de fósforo (X) e rendimento médio de matéria seca da ervilhaca (Y), independente de fontes. Embrapa Clima Temperado, 2000.

* $P < 0,05$

Fonte: Gomes et al. (2000a)

Quando se analisa o fator fonte, constata-se que as produtividades médias de MS, obtidas com os fosfatos de Gafsa e Arad, foram semelhantes entre si e superiores àquela proporcionada pelo Superfosfato triplo.

Analisando os efeitos de doses e fontes de fosfatos sobre os rendimentos médios de grãos de milho (Tabela 4), constata-se para o fator doses, que as produtividades obtidas foram diferentes entre si, destacando-se a dose de 320 kg/ha de P_2O_5 , a qual proporcionou a maior produtividade média (5255 kg/ha).

Para a análise de regressão, estabeleceu-se uma relação entre doses e rendimento de grãos de milho para cada fonte (Figura 2).

Assim, as funções quadráticas $Y = 3034,9 + 12,903X - 0,0202X^2$ ($R^2 = 0,99$) e $Y = 3033,6 + 18,4470X - 0,0386X^2$ ($R^2 = 0,96$) foram as que melhor expressaram as relações entre o rendimento de milho em kg/ha (Y) e as doses de fósforo em kg/ha de P_2O_5 total (X) para as fontes de fosfato de Arad e Gafsa, respectivamente. A partir destas equações, estimou-se as doses correspondentes às máximas eficiências técnicas (MET), para cada fonte; sendo as mesmas equivalentes a 239 e 319 kg/ha de P_2O_5 total, correspondendo, respectivamente, às produtividades máximas de 5238 e 5095 kg/ha de grãos de milho. Para o Superfosfato triplo, a função linear foi a que a melhor se ajustou aos dados obtidos. As três fontes de fosfato testadas demonstraram desempenho

semelhante quanto às produtividades médias de grãos de milho, correspondentes aos quatro anos de condução do experimento (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade média de grãos de milho cultivado em plantio direto, por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de fontes e doses de fosfatos aplicados em superfície. Embrapa Clima Temperado, 2000.

Dose de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Fontes de fósforo			Média
	GAFSA	ARAD	S. F.T. ¹	
	----- kg/ha -----			
0	3016,3	2936,9	2809,7	2921,0
80	3989,1	4520,2	3419,4	3976,2
160	4551,1	4803,9	4363,2	4572,8
320	5126,2	5017,8	5620,7	5254,9
MÉDIA	4170,7	4319,7		

¹S:F:T: - Superfosfato triplo
Fonte: Gomes et al. (2000a)

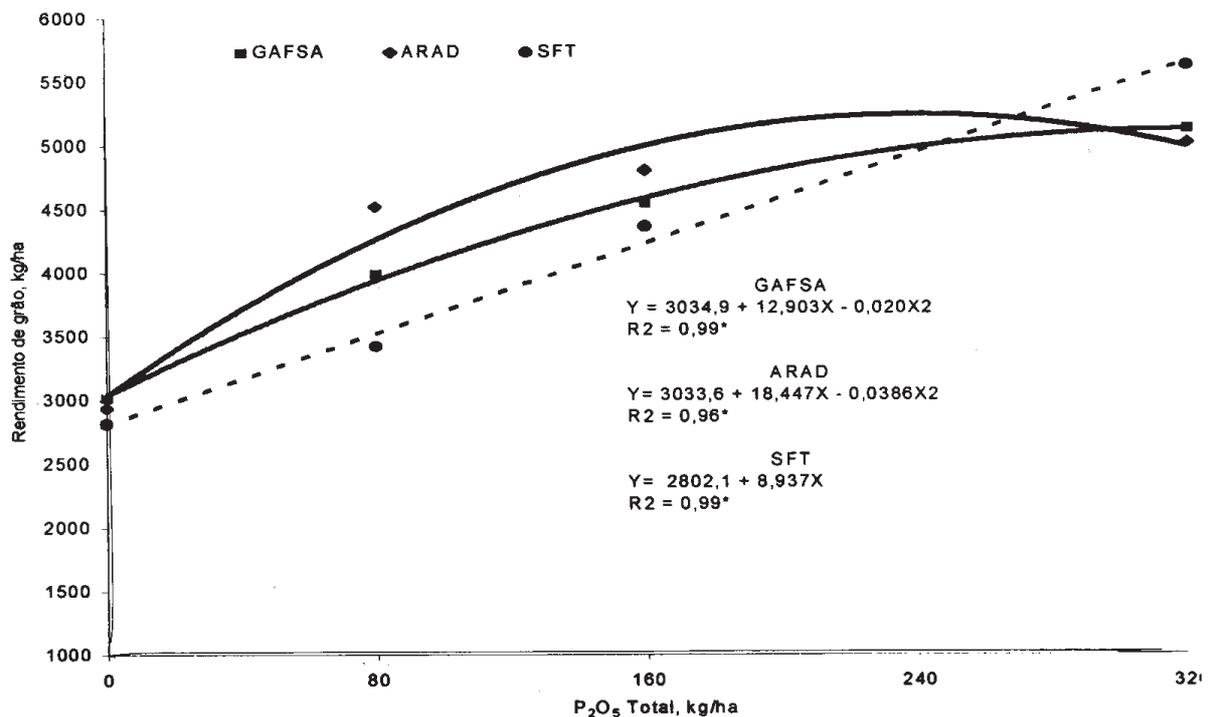


Figura 2. Relação entre as doses aplicadas (X) de fosfato para cada fonte e o rendimento médio de grãos de milho (Y), independente de safra. Embrapa Clima Temperado, 2000.

*P < 0,05

Fonte: Gomes et al. (2000a)

No experimento em que foram avaliadas doses e modos de aplicação de calcário, realizado em solos de várzea cultivado com milho em plantio direto, constata-se, analisando-se os resultados contidos nas Tabelas 5 e 6, que não foram evidenciadas

diferenças entre as produtividades de matéria seca da parte aérea da ervilhaca e de grãos de milho, em função de modos de aplicação e doses de calcário (1 SMP incorporado; 100%, 75%, 50%, 25% do SMP em superfície; sem calcário). Assim, nas condições em que o experimento foi conduzido, a aplicação de calcário não se mostrou necessária, embora, em valores absolutos, a menor produtividade média de milho tenha ocorrido quando não se realizou a correção da acidez do solo.

Tabela 5. Produtividade da matéria seca da parte aérea da ervilhaca (t/ha), cultivada em plantio direto por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de métodos de aplicação e doses de calcário. Embrapa Clima Temperado, 2000.

Dose e Modo de Aplicação de Calc.	SafrA Agrícola				MÉDIA
	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	
Calc. Incorp.(100%)	0,528	6,208	1,545	3,132	2,541
Calc. Superf.(100%)	0,815	5,640	1,548	2,452	2,926
Calc.3/4 Superf. (75%)	1,910	5,252	2,445	2,730	3,084
Calc.2/4 Superf. (50%)	0,622	5,355	2,178	2,325	2,620
Calc.1/4 Superf. (25%)	0,565	5,790	2,002	2,402	2,690
Zero Calcário (0)	0,515	7,380	1,597	2,770	3,066
Média	0,515	7,380	1,598	2,770	

Fonte: Gomes et al., (2000b)

Tabela 6. Produtividade média de grãos de milho (kg/ha) cultivado em plantio direto por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de métodos de aplicação e doses de calcário. Embrapa Clima Temperado, 2000.

DOSE E MODO DE APLICAÇÃO DE CALC.	SAFRAS AGRÍCOLAS				MÉDIA
	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	
CALC. INCORP.(100%)	8,99	4,82	7,11	4,96	6,42
CALC. SUPERF.(100%)	8,10	5,86	7,17	4,78	6,58
CALC.3/4 SUPERF. (75%)	8,42	6,15	9,02	5,11	7,18
CALC.2/4 SUPERF. (50%)	8,47	5,46	7,62	3,66	6,30
CALC.1/4 SUPERF. (25%)	8,12	5,44	7,16	5,17	6,47
ZERO CALCÁRIO (0)	8,12	5,62	6,63	4,93	6,32
MÉDIA	8,37	5,56	7,49	4,77	

Fonte: Gomes et al., (2000b)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOMES, A. da S.; VERNETTI Jr., F. de J.; FERREIRA, L.E.G.; GONÇALVES, G.K.; GOMES, D.N. Efeito de fontes e doses de fosfatos naturais sobre a produtividade da ervilhaca e do milho em solo de várzea sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000 Pelotas. Anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000a. p.471-479. Editado por Francisco de Jesus Verneti Jr. e Cláudio Alberto Sousa da Silva.
- GOMES, A. da S.; VERNETTI Jr., F. de J.; FERREIRA, L.E.G.; GONÇALVES, G.K.; GOMES, D.N. Efeito de doses e métodos de aplicação de calcário na produtividade de milho

em um solo de várzea sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000 Pelotas. **Anais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000b. p.464-470. Editado por Francisco de Jesus Verneti Jr. e Cláudio Alberto Sousa da Silva.

VERNETTI Jr., F. de J.; GOMES, A. da S. Comportamento de espécies forrageiras de estação fria, como cobertura do solo para semeadura direta do milho em solo hidromórfico. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000 Pelotas. **Anais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000a. p.637-644. Editado por Francisco de Jesus Verneti Jr. e Cláudio Alberto Sousa da Silva.