

BRENDA GARCIA PEREIRA

**PRODUTIVIDADE DO MILHO EM RESPOSTA A DIFERENTES FONTES DE  
ADUBAÇÃO FOSFATADA**

COLORADO DO OESTE  
2023

BRENDA GARCIA PEREIRA

**PRODUTIVIDADE DO MILHO EM RESPOSTA A DIFERENTES FONTES DE  
ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Agrônoma, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**Orientador:** Magno Batista Amorim

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### PRODUTIVIDADE DO MILHO EM RESPOSTA A DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Autor (a): Brenda Garcia Pereira

Orientador: Dr. Magno Batista Amorim

Situação: **Aprovado**

Aprovado em: 02/05/2023

---

Dr. Magno Batista Amorim  
Orientador

---

Dr. Murilo Vargas da Silveira

---

Me. Leonardo, dos Santos Franca Shockness

## RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor e maior exportador de milho. Buscando práticas que otimizem os recursos existentes essenciais às atividades agrícolas, surge o sistema SPD, visando a rotação de culturas e o ressuprimento do fósforo em profundidade. Neste sentido, são cruciais estudos regionalizados para a criação de estratégias e parâmetros de manejo de adubação individualizadas. Este estudo tem por intuito analisar dados de diferentes fontes de fósforo, solúveis e parcialmente solúveis, na cultura do milho com o objetivo de determinar a melhor estratégia de manejo da adubação e com isso, aprimorar o entendimento a respeito das interações que contribuem para aumento da eficiência agrônômica. O experimento foi conduzido no município de Cândói-PR, em solo Latossolo Bruno alumínico, com histórico de SPD a mais de 20 anos. Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco fontes de P aplicadas na linha de semeadura e a lanço, mais um tratamento controle, os quais seguiram um delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com tratamento adicional (5x2+1), e duas repetições. Três fontes solúveis de P (Superfosfato triplo - SFT, Superfosfato simples – SFS, Yookarin) e duas fontes de solubilidade moderada (Yoorin e Fosfato natural Bayóvar) foram avaliadas. As fontes solúveis apresentam maior eficiência em curto espaço de tempo. O uso de fontes parcialmente solúveis se sustenta como boa alternativa para aumentar a disponibilidade e/ou estoque de P em profundidade em adubações corretivas de sistema.

**Palavras-chave:** Estratégias de adubação; disponibilidade de fosforo, plantio direto.

## ABSTRACT

Brazil is the third largest producer and exporter of corn. Looking for practices that optimize the existing resources essential to agricultural activities, the no-tillage system appears, aiming at crop rotation and phosphorus resupply in depth. In this sense, regionalized studies are absolutely crucial for the creation of individualized fertilization management strategies and parameters. This study aimed to analyze data from sources of phosphorus, soluble and partially soluble, in the corn crop, to determine the best fertilization management strategy and, with that, improving the understanding of the interactions that contribute to increased agronomic efficiency. The experiment was carried out in the municipality of Candói-PR, on an aluminic Oxisol Bruno soil, with a history of no-till farming for more than 20 years. The treatments consisted in the fertilization with five sources of P placed in the row-sowing and broadcasting, in addition to a control treatment, which followed a randomized block design in a factorial scheme with additional treatment (5×2+1), and two6 repetitions. Three soluble sources of P (Triple Superphosphate - TSP, Single Superphosphate - SSP, Yookarin) and two sources of moderate solubility (Yoorin and Natural Phosphate Bayóvar) were evaluated. Soluble sources are more efficient in a short time. The use of partially soluble sources is supported as a good alternative to increase the availability and/or P storage in depth in the system corrective fertilization.

**Keywords:** Availability; available phosphorus; no till.

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	6
2.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
2.1.	AMOSTRAGEM DE SOLO.....	9
2.2.	ANALISE ESTATÍSTICA .....	9
4.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	13
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	14

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho e maior exportador deste grão, segundo dados da CONAB (2022). Cruciais na alimentação mundial, a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) ressalta a necessidade de aumento da produção diante do crescimento da população global, o que se torna um assunto bastante preocupante e de interesse público diante da escassez de alimentos e matérias primas, evidenciando a importância de se melhorar a produtividade utilizando a mesma área demandada (MOTTA, 2018).

Seguindo essa perspectiva global alinhada ao cenário produtivo brasileiro, buscar tecnologias que permitam otimizar os recursos existentes são essenciais à atividade agrícola, onde a adoção de sistemas conservacionistas de manejo, com destaque para o sistema plantio direto (SPD) vem crescendo no Brasil, e em algumas regiões como o Centro-Sul do Paraná onde ele é adotado em praticamente a totalidade da área. Esses sistemas apresentam uma série de benefícios, entre os quais pode-se destacar: aumento da diversidade microbiana, melhoria da fertilidade e dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (CHÁVEZ et al., 2011).

Conforme LACERDA (2014), estudos envolvendo este tema têm sido realizados para que novos métodos, como o sistema de plantio direto e a rotação de culturas, sejam eficientes no ressuprimento de fósforo em profundidade. Isso porque em solos altamente intemperizados, onde não há adoção destes sistemas, a eficiência da adubação fosfatada é, geralmente, baixa, pois grande parte do P adicionado é imobilizada no solo, em virtude de reações de precipitação, adsorção e fixação em colóides minerais (PELUCO et al., 2015). Com isso, o processo de intemperismo, pode alterar a relação fonte dreno de fósforo (P) de modo a atender as necessidades da planta ou competir com ela.

A importância de sistemas conservacionistas como o SPD consolidado se deve a rotação de culturas e a contínua ciclagem do P dos resíduos vegetais que auxilia no suprimento contínuo de P às culturas (Nicolodi et al., 2017). Corroborando a estas informações, KUNZ (2013) argumenta que a ausência ou o mínimo revolvimento do solo no SPD proporciona maiores teores de água em relação aos sistemas tradicionais de cultivo, em razão da manutenção dos resíduos culturais, proporcionando maior acúmulo de M.O (Matéria Orgânica), diminui o contato dos fertilizantes com os

colóides do solo em detrimento da adsorção, aumentando assim a disponibilidade de P às plantas.

Neste sentido, trazer informações obtidas através de estudos regionalizados são cruciais, pois permitem a criação de parâmetros e melhora o entendimento de preceitos técnicos de forma localizada, o que associado ao uso de adequadas tecnologias de manejo permite ajustes finos, incrementando sensivelmente a produtividade (SCHWALBERT et al., 2014).

Desta forma, a individualização da área, regiões definidas como como zonas de manejo, que uma vez delimitadas, podem ser tratadas como homogêneas, onde as intervenções devem ocorrer especificamente para cada região ou talhão levando-se em consideração os fatores limitantes existentes para a cultura de interesse comercial (FILHO et al., 2015).

Segundo VIEIRA (2015), na região Centro-Sul do Paraná, pesquisas já apontaram níveis críticos de P no solo na camada de fertilidade de interesse agrônomo, onde na sequência um estudo demonstrou altas taxas de produtividade, o que permite inferir a capacidade responsiva da cultura à adubação fosfatada em determinado sistema de adubação (VIEIRA et al., 2015; FONTOURA et al., 2015)

Em consonância a isto, compreender a dinâmica e eficiência no solo, bem como a manutenção dos teores de fósforo ao longo de determinado período nas zonas de manejo, se tornaram informações cruciais e de interesse econômico, visto que fontes não tradicionais (solúveis e parcialmente solúveis) tem menor custo em relação às fontes clássicas, o que doravante servirá como estratégia de manejo, visando adequação ou até adoção de tecnologias ampliem a capacidade e eficiência produtiva.

Diante o exposto, este estudo tem por intuito analisar dados de diferentes fontes de fósforo, solúveis e parcialmente solúveis, na cultura do milho com o objetivo de determinar a melhor estratégia de manejo da adubação e com isso, aprimorar o entendimento a respeito das interações que contribuem para aumento da eficiência agrônoma.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Candói-PR, em solo Latossolo Bruno alumínico (Embrapa, 2016) com caracterização química descrita na Tabela I. Localizado no terceiro planalto fisiográfico do Paraná, com altitude de 800 a 1200, a Região Centro-Sul do Paraná possui clima subtropical úmido, do tipo Cfb (Köppen). A temperatura média anual é de 17°C, oscilando de 21°C no verão a 13°C no inverno. O volume de chuvas anual é de 1960 mm ano<sup>-1</sup>, com uma boa distribuição durante o ano, sem estação seca e com geadas frequentes (VIEIRA, 2014).

Tabela I - Caracterização química inicial dos Latossolos Bruno alumínico no município de Candói-PR.

Disponibilidade	Argila	COT	pH	P*	K	Al	Ca	Mg	T	V	M
	—g kg <sup>-1</sup> —			—mg dm <sup>-3</sup> —		—cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —		—%—			
Médio	500	29	5,4	7,4	0,3	0,1	7,0	4,7	19	82	1

\* Mehlich-1. COT (Carbono Orgânico Total); T (Capacidade de troca de cátions - CTC a pH 7.0); V (Saturação por bases); m (Saturação por Al).

As áreas do utilizadas nesse estudo possuem histórico de SPD há mais de 20 anos. Dentre as cinco fontes de P, foram avaliadas três fontes solúveis superfosfato triplo (SFT), superfosfato simples (SFS) e Yookarin, e duas fontes parcialmente solúveis (Yoorin e Bayóvar).

Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco fontes de P e de duas estratégias de adubação (cultura e sistema), os quais seguiram um delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com tratamento adicional (5x2+1), e duas repetições. A dose de P aplicada foi de 190 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicadas na linha de semeadura e a lanço em superfície. As quantidades de fertilizante aplicadas no solo constam na Tabela II.

A produtividade de grãos de milho foi avaliada em uma área útil de 20 m<sup>2</sup>, e expressa a 130g kg<sup>-1</sup> de umidade. O rendimento acumulado foi obtido pela soma dos rendimentos anuais no período de dois anos, após os dados foram convertidos em kg há<sup>-1</sup> e submetidos à análise estatística.

Tabela II - Caracterização das fontes de fósforo e doses aplicadas no experimento conduzidos em Latossolos brunos com níveis iniciais médio no município de Cândói-PR.

Fonte	Classificação	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> solúvel* (%)	Dose aplicada (kg ha <sup>-1</sup> )
Controle	-	-	-	-
SFT	Solúvel	46	4	422
SFS	Solúvel	20	19	1000
Yookarin	Solúvel	36	27	704
Yoorin	Parcialmente solúvel	18	16	1188
Bayóvar	Parcialmente solúvel	29	14	1357

\* Fontes solúveis (Solubilidade em citrato neutro de amônio + água); Fontes parcialmente solúveis (Solubilidade em ácido cítrico).

## 2.1. AMOSTRAGEM DE SOLO

Ao final do ciclo, amostras de solo foram coletadas em triplicata na camada de 0-20 cm de profundidade. Posteriormente foram secas em estufa a 50°C, moídas, peneiradas a 2 mm e armazenadas para análise de P disponível conforme Raij et al., (2001).

## 2.2. ANALISE ESTATISTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% e, quando significativo, a diferença entre médias de tratamentos foi avaliada pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores para fontes solúveis na distribuição em linha não diferiram estaticamente entre si, no entanto, houve uma tendência de superioridade da fonte SFS e Yoorin respectivamente, às demais fontes no primeiro ano de avaliação do experimento e a lanço houve destaque para o Yoorin e SFT (Tabela III). Isso porque, conforme LACERDA (2014), quando os fertilizantes fosfatados são aplicados na

distribuição a lanço, a concentração de P na superfície do solo aumenta, e devido a imobilidade desse nutriente associado à reações de precipitação com o alumínio e ferro e de adsorção em óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de ferro, sua disponibilidade às plantas acaba sendo reduzida.

Dentre os fosfatos parcialmente solúveis também não houve diferenças significativas entre os teores de P no solo, entretanto o fosfato natural Bayóvar apresentou valores de resposta tendenciosamente superiores de teor de P no solo na combinação de fonte P com estratégia de adubação.

Tabela III - Valores médios dos teores de P disponíveis nos dois anos de cultivo na camada de 0-20 cm pela aplicação de fosfatos solúveis e parcialmente solúveis.

Camada	Est. adub.	Test.	SFT	SFS	Yoorin	Yookarin	FN Bayóvar	Média
			Fosfatos solúveis			Parcialmente solúveis		
2017								
0-20	Linha		24,9	32,8	27,0	29,6	32,3	29,3
	Lanço		31,0	29,7	35,0	30,0	28,2	30,8
	Média	20,6	27,9	31,5	31,1	29,7	30,3	-
2018								
0-20	Linha		34,6	43,5	36,6	27,9	34,3	35,3
	Lanço		44,1	58,3	39,9	27,8	28,5	40,5
	Média	51,4	39,1	50,9	38,2	27,9	31,9	-

\*Est. adub. = Estratégia de adubação

Outros fatores podem ser apontados como respaldo para estes dados, isso porque em solo com teor inicial Médio de fósforo, a parte solúvel é incorporado rapidamente, indicando que boa parte do P aplicado foi adsorvido pela fração moderadamente lábil (PML) não estando disponível de forma imediata para as plantas. Apenas as fontes solúveis foram rapidamente incrementadas ao P lábil (PL) em camadas mais superficiais (GATIBONI et al., 2007).

Outro fator importante e que vale ser ressaltado, é que a eficiência agrônômica das diferentes fontes de fósforo também interfere no fornecimento de P a cultura, dependendo de sua composição química, granulometria e solubilidade. Quanto maior a solubilidade da fonte, mais rápida deve ser a adsorção pelas partículas do solo, assim como a difusão do P no processo de absorção pelas plantas (PROCHNOW et al., 2004; SOUSA et al., 2004).

No segundo ano de avaliação, é verificado aumento elevado por meio dos valores médios do teor de P com adubação oriunda de fontes clássicas quando comparado a fontes naturais, tanto na forma como o fertilizante é dissolvido quanto na camada analisada. Uma das hipóteses que pode explicar esse fato, é que apesar do fosfato natural ser menos reativo, a taxa de disponibilidade de P ao longo do tempo de cultivo depende da contribuição da microbiota presente no solo (Rashid et al., 2004; Mendes et al., 2014). Isso porque há existência de microrganismos, inclusive fungos micorrízicos arbusculares, que estão intimamente ligados a ciclagem de P contribuindo com a nutrição de plantas, sofrendo impacto direto sobre sua presença, riqueza e abundância (FLORES, 2015; TANG ET AL., 2016; TRABELSI ET AL., 2017).

Na Tabela IV são apresentados os resultados de produtividade do milho. Os resultados indicam que o modo de aplicação influenciou no aproveitamento de P de fontes solúveis e de baixa solubilidade. Dentre as fontes solúveis, quando a adubação foi realizada na linha de semeadura as fontes SFT, SFS e Yoorin proporcionaram os maiores rendimentos ao milho. Já quando a aplicação foi realizada a lanço em superfície apenas o SFT obteve um baixo rendimento. Dessa forma, o uso de SFT e Yookarim foram influenciados pelo modo de aplicação, mas o SFS obteve os maiores rendimentos independente do modo de aplicação (Tabela IV). Sendo assim, o SFS se mostrou uma fonte mais flexível dentro do manejo da adubação fosfatada em solos da região.

O melhor resultado das fontes solúveis se deve ao teor de P no solo (médio), onde as plantas dependem do P fornecido via fertilização, em que a liberação imediata de fontes solúveis permite o rápido abastecimento dos sítios de adsorção do fosfato, fornecendo fósforo às plantas, o que impacta positivamente em valores de produtividade, em detrimento na comparação a fontes parcialmente solúveis (SOLTANGHEISI et al., 2018).

Dessa forma, fica evidente que em solos onde o teor de P está abaixo do nível crítico, os técnicos devem optar por fontes solúveis, devido sua rápida disponibilização no solo para posterior utilização pelas plantas.

Para as fontes parcialmente solúveis (Yoorin e FN Bayovar) o modo de aplicação influenciou apenas na eficiência do FN Bayovar (Tabela IV), que apresentou melhor resultado quando aplicado a lanço em superfície, indicando que, por se tratar

de um fosfato natural, o maior contato com o solo facilitou a liberação do P às plantas. O Yoorin demonstrou ser uma fonte eficiente em disponibilizar P ao milho independente do modo de aplicação, apresentando produtividade igual às fontes solúveis utilizadas.

Tabela IV - Produtividade de grão do milho resposta à aplicação de fertilizantes fosfatados solúveis e parcialmente solúveis e de modos de aplicação (adubação e na linha de semeadura e adubação a lanço em superfície), em Latossolo vermelho.

Milho (t/ha)							
Estratégia adubação	Test.	SFT	SFS	Yookarin	Yoorin	FN Bayóvar	Média
Linha		21,56 Aa	22,78 Aa	19,53 Bb	22,66 Aa	18,68 Bb	21,04
Lanço		18,00 Bb	22,68 Aa	22,95 Aa	24,49Aa	22,99 Aa	22,17
Média	22062	19,78	22,73	21,24	23,58	21,24	20,40

\*Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas para fontes e minúsculas para estratégias de adubação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Em consonância aos dados apresentados, TIRITAN et al. (2010) argumenta que o aumento da disponibilidade de P para as plantas pode ser obtido mediante o manejo correto da adubação fosfatada, com ênfase na fonte utilizada, devido as suas características de solubilidade e reatividade, e no modo de aplicação mais adequado em função das diferentes capacidades do solo em adsorver o elemento.

Em alguns estudos as fontes parcialmente solúveis apresentaram dados equivalentes aos índices de eficiência em produtividade comparadas a fontes solúveis (SOUZA et al. 2010; SILVA, 2014), o que de modo geral também foi observado neste trabalho.

No tocante a estratégia de adubação, houve diferença estatística quando comparados às formas de aplicação (linha e a lanço) em fontes parcialmente solúveis, onde a adubação na linha foi superior estatisticamente à adubação a lanço, influenciando diretamente em produtividade, o que difere dos resultados encontrados por LANTMANN et al. (1996).

De modo geral, os resultados indicam que em ambos os modos de aplicação (Linha e a lanço), foram alcançadas altas produtividades, indicando atender todas as

demandas nutricionais de P e fisiológicas da planta. Dessa forma, os técnicos podem flexibilizar o manejo da adubação fosfatada na propriedade, adotando critérios produtivos e econômicos.

#### **4. CONCLUSÕES**

A cultura do milho obteve uma produtividade superior independente da estratégia de adubação utilizando superfosfato simples, já quando se utiliza superfosfato triplo obteve-se melhor resposta com a adubação na linha e para o fertilizante Yookarin a melhor resposta foi com estratégia de adubação a lanço.

Para fontes de P parcialmente solúveis obteve-se melhor rendimento na cultura do milho independente da estratégia de adubação com o fertilizante Yoorin. O fertilizante FN Bayovar obteve melhor desempenho apenas na adubação a lanço.

Contudo pode-se concluir que para uma rápida disponibilização de fosforo no solo para as plantas é recomendada a utilização de fontes solúveis de P, como o superfosfato simples, entretanto visando melhor a disponibilidade e o estoque de P em profundidade em adubações corretivas o uso de fontes parcialmente solúveis como o Yoorin se torna uma alternativa viável.

## REFERÊNCIAS

CHÁVEZ, L. F.; ESCOBAR, L. F.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MEURER, E. J. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1254-1261, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim de Monitoramento Agrícola**, Brasília, DF, v. 11, n. 02, Fev. 2022.

DICK, W. A.; TABATABAI, M. A. Determination of orthophosphate in aqueous solutions containing labile organic and inorganic phosphorus compounds. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 6, p. 82-85, 1977.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016.

FILHO, F. X. O. F; MIRANDA, N. O; MEDEIROS, J. F; SILVA, P. C. M; MESQUISTA, F. O; COSTA, T. K. G.. Zona de manejo para preparo do solo na cultura da cana-de-açúcar. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.19, n.2, p.186–193, 2015.

FLORES, S. W. S.. **Composição e funcionalidade do microbioma da rizosfera de feijão selvagem e cultivado**. 2015. 150 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2015.

FONTOURA, S. M. V. et al. **Fertilidade do solo e seu manejo em plantio direto no Centro-Sul do Paraná**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2015. 146 p.

GATIBONI, L. C; KAMINSKI, J; RHEINHEIMER, D. S; FLORES, J. P. C; Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:691-699, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Zb9b5N64nRBDNHf3KPVzSSy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09/01/2023.

HEDLEY, M. J.; STEWART, J. W. B.; CHAUHAN, B. S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 46, p. 970-976, 1982.

KUNZ, M; GONÇALVES, A. D. M. A; REICHERT, J. M; GUIMARÃES, R. M. L; REINERT, D. J; RODRIGUES, M. F.. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 37:1699-1708, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/QFQvLrTTLJ7SbFnQZ7dLt3P/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 04/01/2023.

LACERDA, M. C; NASCENTE, A. S; CARVALHO, M. C. S; MONDO, V. H. V. **Adubação a lanço sem incorporação na produtividade do feijão comum**. Rep. Alice - Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/991712/1/mabio.pdf>. Acesso: 06/01/2023.

LANTMANN, A.F.; ROESSING, A.C.; SFREDO, G.J.; OLIVEIRA, M.C.N. de. **Adubação fosfatada e potássica para sucessão soja-trigo em latossolo roxo distrófico sob semeadura direta**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1996. 44p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 15).

MOTTA, R. P. S; HULSMAN, R; **Brazilian Livestock (beef-cattle) sectoral profile**. Orientation visit report – Brazil, March 26-29th, 2018. Disponível em: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/468287>. Acesso em: 21/12/2022.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 27, p. 31-36, 1962.

NICOLODI, M. et al. Adubação do sistema de cultivo e adubação por cultura, na linha de semeadura, no trigo cultivado em solo com alta fertilidade sob sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola**, Passo Fundo, ed. 157, p. 6 - 19, 2017.

PELUCO, R. R. JÚNIOR, J. M; SIQUEIRA, D. S; PEREIRA, G. T; BARBOSA, R. S; TEIXEIRA, D. B. Mapeamento do fósforo adsorvido por meio da cor e da suscetibilidade magnética do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 259-266, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000300010>.

PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. **Eficiência agrônômica dos fosfatos totalmente acidulados**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 605-663.



RHEINHEIMER, D. S. **Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos**. 2000. 210 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SCHWALBERT, R. A; AMADO, T. J. C; GEBERT, F. H; SANTI, A. L; TABALDI, F; Zonas de manejo: atributos de solo e planta visando a sua delimitação e aplicações na agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto** - Edição 140, 2014. Disponível em: <https://projetoaquarius.agr.br/wp-content/uploads/2021/06/Zonas-de-manejo-Atributos-de-solo-e-planta-visando-a-sua-delimitacao-e-aplicacoes-na-agricultura-de-precisao.pdf>. Acesso em 04/01/2023.

SILVA, M.C.. **Termofosfato de alumínio nas culturas do feijão, soja e sorgo em solos de cerrado**. 2014. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SOLTANGHEISI, A. et al. Changes in soil phosphorus lability promoted by phosphate sources and cover crops. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 179: p. 20–28, 2018.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A.. **Adubação com fósforo**. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.(Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUSA, D. M. G. et al. Fósforo. In. PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. 362 p.

TANG, X. Y.; PLACELLA, S. A.; DAYDE, F.; BERNARD, L.; ROBIN, A.; JOURNET, E. P.; JUSTES, E.; HINSINGER, P.. Phosphorus availability and microbial community in the rhizosphere of intercropped cereal and legume along a P-fertilizer gradient. **Plant and Soil**, v. 407, p. 119-134, 2016.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H.; BORDINI, R. A.; FOLONI, J. S. S.; ONISHI, R. Y. Produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n. 1, 2010, p. 01-07.

TOSTO, S. G; BELARMINO, L. C; CASTRO, G. S. A; MANGABEIRA, J. A. C; SILVA, O. F.. **Caracterização e Avaliação Econômica de Sistemas de Produção e Cultivo de grãos em Biomas Brasileiros**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214489/1/2018-cpamt-jcr->

caracterizacao-avaliacao-economica-sistemas-integrados-fazenda-dona-isabina.pdf.  
Acesso em: 21/12/2022.

TRABELSI, D.; BEN AMMAR, H.; MENGONI, A.; MHAMDI, R.. Appraisal of the crop-rotation effect of rhizobial inoculation on potato cropping systems in relation to soil bacterial communities. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 54, p. 1-6, 2012.

VIEIRA, R. C. B. et al. Adubação Fosfatada para alta produtividade de soja, milho e cereais de inverno cultivados em rotação em Latossolos em plantio direto no Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 794-808, 2015. DOI: 10.1590/01000683rbcs20140463.

VIEIRA, R. C. B. **Recomendação de adubação fosfatada e potássica para rotação de culturas em Latossolos em plantio direto de longa duração no centro-sul do Paraná**. 2014. 81 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.