

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 446

XVII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja Resumos expandidos

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Larissa Alexandra Cardoso Moraes
Kelly Catharin*
Editoras Técnicas

Embrapa Soja
Londrina, PR
2022

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta
CEP 86065-981
Caixa Postal 4006
Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente
Alvadi Antonio Balbinot Junior

Secretária-Executiva
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros
*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose,
Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros
França Neto, Liliane Márcia Mertz-Henning,
Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani
Zavaglia Pereira, Norman Neumaier*

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Normalização bibliográfica
Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e capa
Marisa Yuri Horikawa

1ª edição
PDF digitalizado (2022).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (17. : 2022: Londrina, PR).
Resumos expandidos [da] XVII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja / Regina
Maria Villas Boas de Campos Leite... [et al.] editoras técnicas – Londrina:
Embrapa Soja, 2022.
155 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 446).

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Leite, Regina Maria Villas Bôas de Campos. II.
Moraes, Larissa Alexandra Cardoso. III. Catharin, Kelly. IV. Série.

CDD: 630.2515 (21. ed.)

Fertilidade e qualidade do manejo do solo em modelos de produção de soja no norte e noroeste do Paraná

DIAS, P. H. A.¹; ROSA, C. N.¹; BERVALDO, V. F.²; VILLA, J. C.²; FRANCHINI, J. C.³; BALBINOT JUNIOR, A. A.³; SANTOS, E. L. dos⁴; FURLANETTO, R. H.⁵; NUNES, E. da S.⁵; DEBIASI, H.³

¹UEL, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR; ²UNOPAR, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR.;

³Pesquisador, Embrapa Soja; ⁴Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG, Cascavel, PR.;

⁵Engenheiro Agrônomo, Cocamar Cooperativa Agroindustrial.

Introdução

Nas últimas duas décadas, o Paraná se consolidou como uma potência agrícola no contexto brasileiro e mundial, com uma produção de grãos que representa cerca de 15% do total produzido no Brasil (Conab, 2022). Parte considerável da produção paranaense de grãos provém de áreas localizadas no Norte e o Noroeste do Estado. Tomando como exemplo a safra 2020/2021, essas regiões foram responsáveis por aproximadamente 29%; 23% e 33% da produção estadual de soja, trigo e milho 2ª safra, respectivamente (Deral, 2022).

As regiões Norte e Noroeste do Paraná apresentam grande variação de clima, tipo de solo e altitude, o que proporciona grande diversidade de ambientes e determina a composição dos sistemas de produção, o potencial produtivo das culturas e a estabilidade de produção. Na região Norte, predominam solos de origem basáltica, de textura argilosa a muito argilosa, enquanto o Noroeste é caracterizado por solos arenosos e franco-arenosos, formados a partir do Arenito Caiuá (Bhering et al., 2007). Já a altitude varia, aproximadamente, de 350 a 1100 m na região Norte, e de 230 a 540 m no Noroeste (IAT, 2020). Em ambas as regiões, a ocorrência de períodos de secas durante as safras de verão e outono-inverno é frequente, sobretudo no Noroeste do Estado, que apresenta em geral maiores temperaturas, distribuição irregular de chuvas e solos arenosos.

A fertilidade integral do solo, resultante das interações entre os seus atributos físicos, químicos e biológicos, determina em grande parte a disponibilidade

e a eficiência de uso da água e dos nutrientes pelas plantas, influenciando assim a produtividade e a estabilidade de produção das culturas em resposta à ocorrência de estresses abióticos, como a seca. O sistema plantio direto (SPD), quando corretamente implantado e manejado, sobretudo no que se refere ao atendimento de suas premissas (mínimo revolvimento, cobertura permanente do solo e adoção de modelos de produção com elevada diversidade de culturas e aporte de palha e raízes), é uma das chaves para a construção da fertilidade integral do solo.

Para fins de estruturação de projetos de pesquisa, de estratégias de transferência de tecnologia e até mesmo de políticas públicas nesta linha, é muito importante conhecer a qualidade do manejo e a fertilidade integral do solo em escala regional. Ao longo do tempo, essas informações podem ser sistematizadas em uma base de dados georreferenciada, permitindo mapear as potencialidades e limitações de cada região. Assim, os objetivos deste trabalho foram: 1) diagnosticar a qualidade do manejo e a fertilidade do solo (indicadores físicos e químicos) em glebas agrícolas nas regiões Norte e Noroeste do Paraná, buscando identificar fatores relacionados ao solo que limitam a produtividade; e 2) avaliar o impacto de modelos de produção aprimorados, com maior diversidade de espécies vegetais e aporte de palha e raízes, sobre a fertilidade do solo.

Material e Métodos

Foram selecionadas 43 áreas agrícolas pertencentes a 19 municípios do Norte e Noroeste do Paraná, agrupadas em quatro sub-regiões definidas, tendo como base a localização geográfica, o material de origem do solo e a altitude, características que determinam, em grande parte, os sistemas de produção adotados e o potencial de produtividade (Tabela 1). Das 43 áreas amostradas, 22 foram monitoradas em 2018/2019 e 21 em 2019/2020.

Tabela 1. Localização e caracterização dos modelos de produção e do preparo do solo (últimas três safras) utilizados nas 43 áreas agrícolas avaliadas no Norte e Noroeste do Paraná, safras 2018/2019 e 2019/2020.

Área (A)	Município	Sequência de culturas ⁽¹⁾		Safr avaliada	Modelo de produção	Preparo do solo ⁽⁴⁾
		Inverno ⁽²⁾	Verão			
Noroeste Arenito com altitude < 500 m						
A1	Ângulo	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Não
A2	Floraí	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Não
A3	Iporã	Ruz	Soja	2018/2019	Aprimorado	Não
A4	Iporã	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem
A5	Jussara	Milho (2 safras) Milho + Ruz (1 safra)	Soja	2018/2019	Aprimorado	Não
A6	Cianorte	Ruz (2 safras) Ruz+ CroO (1 safra)	Soja	2019/2020	Aprimorado	Escarificação
A7	Iporã	Ruz		2019/2020	Aprimorado	Não
A8	Cianorte	Milho		2019/2020	Padrão	Não
A9	Iporã	Milho		2019/2020	Padrão	Gradagem
Noroeste Basalto com altitude < 600 m						
A10	Floraí	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem
A11	Floraí	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem
A12	Floraí	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Não
A13	Jussara	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Não
A14	Mandaguaçu	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Não
A15	São Jorge do Ivaí	Milho + Ruz/Aveia preta	Soja	2018/2019	Aprimorado	Gradagem

Continua...

Tabela 1. Continuação.

A16	Maringá	Milho + Ruz (2 safras) Trigo (1 safra)	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não
A17	Maringá	Milho + Mix	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não
A18	Jussara	Milho (1 safra) Trigo (2 safras)	Soja	2019/2020	Padrão	Escarificação
A19	Maringá	Milho	Soja	2019/2020	Padrão	Não
Norte Baixo com altitude < 500 m						
A20	Primeiro de Maio	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Escarificação
A21	Primeiro de Maio	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Escarificação
A22	Primeiro de Maio	Milho (1 safra) Milho + Ruz (2 safras)	Soja	2018/2019	Aprimorado	Não
A23	Sertanópolis	Milho (2 safras) Milho/Milheto (1 safra)	Soja	2018/2019	Aprimorado	Gradagem
A24	Sertanópolis	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem
A25	Sertanópolis	Milho	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem
A26	Bela Vista do Paraíso	Milho + Ruz	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não
A27	Santa Mariana	Milho + Ruz	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não
A28	Bela Vista do Paraíso	Milho	Soja	2019/2020	Padrão	Escarificação
A29	Santa Mariana	Milho	Soja	2019/2020	Padrão	Escarificação
A30	Sertaneja	Milho	Soja	2019/2020	Padrão	Escarificação
A31	Sertaneja	Milho (2 safras) Trigo (1 safra)	Soja	2019/2020	Padrão	Não

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Norte Alto com altitude > 650 m							
A32	Santa Cecília do Pavão	Trigo	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem	
A33	Santa Cecília do Pavão	Trigo	Soja	2018/2019	Padrão	Não	
A34	Santa Cecília do Pavão	Trigo	Soja	2018/2019	Padrão	Gradagem	
A35	São Sebastião Amoreira	Trigo	Soja	2018/2019	Padrão	Não	
A36	São Sebastião Amoreira	Milho (2 safras) Milho + Ruz (1 safra)	Soja		Aprimorado	Não	
A37	Cambira	Aveia	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não	
A38	Rolândia	Milho-milheto (1 safra) Trigo (1 safra) Ruz + Nabo (1 safra)	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não	
A39	Rolândia	Ruz	Soja (2 safras) Milho (1 safra)	2019/2020	Aprimorado	Não	
A40	Rolândia	Trigo (1 safra) Milho + Ruz (2 safras)	Soja	2019/2020	Aprimorado	Não	
A41	Apucarana	Trigo	Soja	2019/2020	Padrão	Escarificação	
A42	Apucarana	Trigo (1 safra) Milho (2 safras)	Soja	2019/2020	Padrão	Gradagem	
A43	Arapongas	Milho	Soja	2019/2020	Padrão	Gradagem	

(¹) Refere-se à sequência de culturas nas três safras antecedentes à safra avaliada (²) Ruz = braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*); CroO= *Crotalaria ochroleuca*; Mix = nabo pé de pato + nabo forrageiro + aveia preta + aveia branca + centeio (³) Relativo as três safras antecedentes à safra avaliada.

A coleta de amostras e as avaliações de campo para determinação dos indicadores de fertilidade e qualidade de manejo do solo foram realizadas cerca de 30 dias após a emergência das culturas de verão. Para a avaliação física, foram determinados o índice de qualidade estrutural do solo (IQES), por meio do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo - DRES (Ralisch et al., 2017), e a taxa de infiltração estável de água no solo (TIE), com o uso do infiltrômetro de Cornell (Seratto et al., 2019), em oito pontos por gleba. Como indicadores de fertilidade química, foram utilizados a saturação por bases (V%) e os teores de fósforo (P), potássio (K) e matéria orgânica do solo (MOS), determinados conforme Teixeira et al. (2017) em amostras de solo compostas por cinco subamostras coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade em quatro pontos por gleba. A cobertura do solo com palha foi determinada em quatro pontos por área. A superfície do solo foi delimitada por uma armação metálica de 0,5 m de lado (0,25 m² de área) e primeiramente fotografada com câmera digital. Em seguida, a cobertura vegetal morta contida no interior da armação foi coletada e acondicionada em sacos de papel. As imagens digitais foram processadas por meio do software Siscob (Jorge; Silva, 2009), determinando-se assim a porcentagem de cobertura do solo com palha. Já as amostras de palha foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65° C por 72 h e pesadas, sendo os valores convertidos em t/ha. Todos os indicadores foram enquadrados em cinco classes de interpretação (muito bom, bom, regular, ruim e muito ruim), conforme critérios da Tabela 2.

Para comparação entre as médias de dois grupos de áreas, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (teste U), a 5% de probabilidade de erro. Quando a comparação envolveu três ou mais grupos de áreas, as médias foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Limites inferiores e superiores das classes de interpretação estabelecidas para os dois indicadores de qualidade física do solo.

Indicadores ⁽¹⁾	Argila (%)	Classe de interpretação				
		Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
TIE mm h ⁻¹	-	< 20,0	20,0-39,9	40,0- 59,9	60,0-79,9	≥ 80,0
IQES	-	< 2,0	2,0-2,9	3,0-3,9	4,0-4,9	5,0-6,0
P, mg dm ⁻³	< 40	≤ 6,0	6,1-12,0	12,1-18,0	18,1-24,0	> 24,0
K, cmol _c dm ⁻³	≥ 40	≤ 3,0	3,1-6,0	6,1-9,0	9,1-12,0	> 12,0
	< 40	≤ 0,05	0,06-0,10	0,11-0,15	0,16-0,20	> 0,20
MOS, g kg ⁻¹	≥ 40	≤ 0,10	0,11-0,15	0,16-0,25	0,26-0,35	> 0,35
	< 40	≤ 10	11-15	16-20	21-30	> 30
V%, %	≥ 40	≤ 20	21-28	29-35	36-42	> 42
	< 40	≤ 30	31-40	41-50	51-60	> 60
Cobt, t ha ⁻¹	≥ 40	≤ 40	41-50	51-60	61-70	> 70
	-	< 2,0	2,0-3,9	4,0-5,9	6,0-7,9	≥ 8,0
Cob%, %	-	≤ 45	46-60	61-75	76-90	≥ 90

⁽¹⁾ TIE = taxa de infiltração estável de água no solo; IQES = índice de qualidade estrutural do solo, obtido a partir do diagnóstico rápido da estrutura do solo - DRES; P, K e MOS = teores de fósforo, potássio e matéria orgânica do solo, respectivamente; V% = saturação por bases; Cobt = massa seca de resíduos culturais sobre o solo; Cob% = porcentagem de cobertura do solo por restos culturais.

Resultados e Discussão

A ampla maioria das áreas agrícolas avaliadas apresentou teores de P e K (0-20 cm) nas classes “bom/muito bom” (Figura 1), evidenciado que a adubação com esses macronutrientes tem sido suficiente ou mesmo acima das quantidades requeridas pelas culturas. Por outro lado, o valor médio de V% foi classificado como “bom/ muito bom” somente em 11 áreas (25,6%), indicando que as demais 32 áreas (74,4%) necessitam de calagem na camada de 0-20 cm. Considerando o critério da V% (Oliveira Junior et al., 2020), a necessidade média de calagem (PRNT 100%) nessas áreas foi de 2,0 t/ha, variando entre 0,7 a 3,97 t/ha. Esse cenário de V% inferior ao considerado ideal para potencializar a produtividade se repetiu de forma similar nas quatro regiões avaliadas.

Teores adequados de MOS na camada de 0-20 cm foram observados em apenas cinco áreas, o que equivale a 12% do total amostrado (Figura 1). Os teores de MOS foram mais limitantes nas regiões Noroeste Arenito e Noroeste Basalto, onde 89% e 80% das áreas foram classificadas como “ruim/muito ruim”, o que é justificado, principalmente, pelos menores teores de argila e as maiores temperaturas médias anuais destas regiões. Os resultados indicam que a adição de material orgânico vegetal (palha e raízes) nas regiões Norte e Noroeste do Paraná não é suficiente para proporcionar acúmulo de MOS, fato agravado pelo uso de operações de preparo do solo em 20 das 43 áreas avaliadas (Tabela 1), o que acelera a decomposição do material orgânico. A MOS é um dos principais componentes da fertilidade do solo, por determinar diversos atributos e processos físicos, químicos e biológicos (Bayer; Mielniczuk, 2008). Portanto, o fato de 38 das 43 áreas avaliadas nas regiões Norte e Noroeste do Paraná (88%) apresentarem teores de MOS inferiores ao ideal é preocupante, apontando para a necessidade de utilização de modelos de produção com maior aporte de palha e raízes, juntamente com eliminação de operações de preparo do solo sem critério técnico.

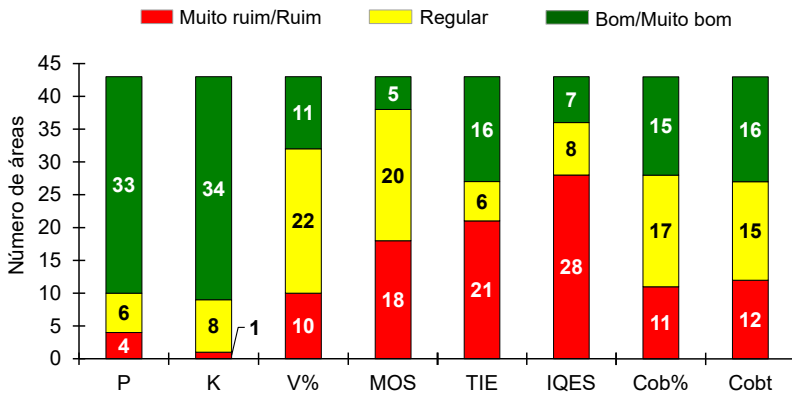


Figura 1. Número de glebas agrícolas amostradas nas regiões Norte e Noroeste do Paraná, agrupadas nas diferentes classes de interpretação para indicadores de qualidade do manejo e fertilidade química e física do solo.

A cobertura do solo foi outro fator limitante na maioria das áreas avaliadas, reforçando a necessidade de fomento à adoção de modelos de produção com maior aporte de palha. A massa (Cobt) e a porcentagem (Cob%) de cobertura foram consideradas abaixo do ideal (“regular” ou “ruim/muito ruim”) em 31 e 32 áreas, respectivamente, o que representa cerca de 75% das situações amostradas. Não foi observada relação entre os valores de Cobt e Cob% e a região, sendo o grau de limitação desse fator similar entre elas. Ressalta-se que a cobertura do solo é essencial para a redução da erosão e das perdas de água por evaporação, contribuindo ainda para o controle de plantas daninhas e para a modulação da temperatura do solo (Debiasi et al., 2015).

A TIE e o IQES foram enquadrados nas classes “ruim” ou “muito ruim” em 21 e 28 áreas (Figura 1), respectivamente, o que representa 49% e 65% dos casos, respectivamente. Como a TIE e o IQES se complementam, a proporção de áreas em que pelo menos um desses indicadores foi crítico é a informação chave para um panorama mais realístico a respeito do grau de limitação imposto pela degradação física nas regiões Norte e Noroeste do Paraná. Nesse contexto, das 43 áreas avaliadas, em 32 (74,4%) pelo menos um dos dois indicadores foi classificado como “ruim/muito ruim”, evidenciando assim que a degradação da estrutura do solo é o problema mais grave relacionado ao manejo do solo nas regiões Norte e Noroeste do Paraná. Essa condição diminui o crescimento radicular, reduz a eficiência de uso dos fertilizantes e

limita a disponibilidade de água e oxigênio às raízes, o que se reflete negativamente sobre a produtividade das culturas especialmente em anos secos e/ou com excesso de chuvas (Bertollo et al., 2021). A degradação estrutural também favorece as perdas de água e solo por erosão, com impactos negativos sobre o ambiente e a produtividade (Didoné et al., 2015).

A V% e os teores de P e MOS não foram influenciados pelos modelos de produção (teste U de Mann-Whitney, $p < 0,05$). No caso da MOS, a ausência de efeito positivo da maior adição de palha e raízes nos modelos aprimorados pode ser atribuída, principalmente, ao pouco tempo de adoção de tais modelos, insuficiente para que as alterações fossem detectadas. Já os teores de K foram significativamente maiores nos modelos aprimorados ($0,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), comparativamente ao padrão ($0,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), sendo os efeitos mais evidentes nas áreas de textura arenosa do Noroeste Arenito ($0,15$ e $0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nos modelos padrão e aprimorado, respectivamente). Os maiores teores de K nos modelos aprimorados estão provavelmente relacionados à redução das perdas por erosão (Dechen et al., 2015) e à maior ciclagem do nutriente das camadas subsuperficiais associada à sua rápida liberação da palhada para o solo (Werner et al., 2020). Os modelos aprimorados proporcionaram ainda melhorias significativas na cobertura do solo. Em média, os valores de Cobt e Cob% aumentaram de $4,6 \text{ t ha}^{-1}$ e 52% nos modelos padrão para $7,0 \text{ t ha}^{-1}$ e 83% nos modelos aprimorados.

Para as áreas sem preparo do solo nos três anos anteriores às avaliações, a utilização de modelos de produção aprimorados, com maior diversidade biológica e aporte de palha e raízes melhorou a fertilidade física do solo, proporcionando aumentos significativos nos valores de TIE (+128%) e IQES (+65%) (Figura 2). Considerando os valores médios, as áreas sob modelos aprimorados foram enquadradas nas classes “bom” e “regular” para a TIE e o IQES, respectivamente, enquanto que os modelos padrão foram qualificados como “ruim” para ambos os indicadores. Adicionalmente, 70% e 100% das áreas que adotam os modelos padrão apresentaram valores de TIE IQES na classe “ruim/muito ruim”, respectivamente. Para os modelos aprimorados, a proporção de áreas na classe “ruim/muito ruim” foi de 23% e 8% para a TIE e o IQES, respectivamente. Nas áreas com preparo do solo, os valores de TIE e IQES não foram influenciados pelos modelos de produção, por isso apenas a média dessas duas condições consta da Figura 2. Tanto a TIE quanto o

IQES nas áreas submetidas a preparo do solo apresentaram valores similares às áreas sem preparo que utilizam modelos de produção padrão. Assim, fica evidente que a construção de um perfil de solo com adequada fertilidade estrutural está associada à adoção de modelos de produção com maior diversidade de espécies vegetais e elevados aportes de material vegetal (palha e raiz) e ao não revolvimento do solo, conforme destacado por Debiasi et al. (2015) e Bertollo et al. (2021).

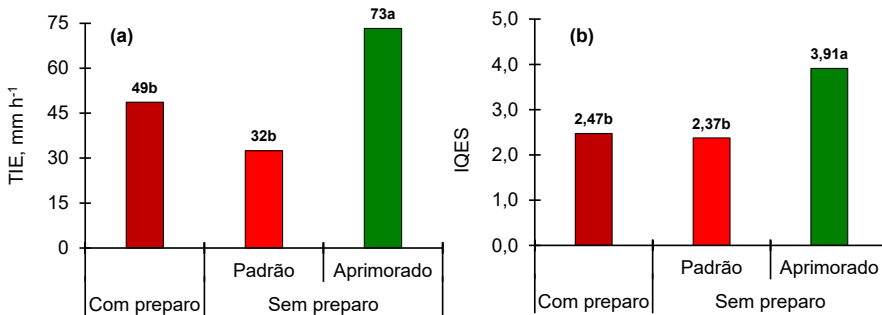


Figura 2. Valores médios de taxa de infiltração estável de água (TIE) (a) e do índice de qualidade estrutural do solo (IQES) (b), em áreas agrícolas das regiões Norte e Noroeste do Paraná (safras 2018/2019 e 2019/2020) sob modelos de produção padrão ou aprimorados, com ou sem preparo do solo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Conclusão

A degradação da estrutura, a baixa cobertura e a acidez excessiva são os principais fatores críticos associados à qualidade do manejo do solo que limitam a produtividade das culturas e estabilidade de produção nas regiões Norte e Noroeste do Paraná.

A adoção de modelos de produção com maior diversidade de espécies vegetais e maior aporte de palha e raízes, em conjunto com a ausência de revolvimentos de solo desnecessários, melhoram a estrutura e proporcionam maior cobertura do solo.

Referências

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. de O. (org.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 7-18.
- BERTOLLO, A. M.; MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; SOLTANGHEISI, A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; LEVIEN, R.; DEBIASI, H. Precrops alleviate soil physical limitations for soybean root growth in an Oxisol from southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 206, 104820, 2021. 11 p.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I. A.; FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P. de; POTTER, R. O.; CURCIO, G. R. **Mapa de solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 73 p. (Embrapa Solos. Documentos, 96).
- CONAB. **Séries históricas das safras**. [2022]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CONTE, O. **Diversificação de espécies vegetais como fundamento para a sustentabilidade da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 60 p. (Embrapa Soja. Documentos, 366).
- DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. de F.; DE MARIA, I. C. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Bragantia**, v. 74, p. 224-233, 2015.
- DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Estimativa de safra**. [2022]. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/system/files/publico/Safras/pss.xls>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- DIDONÉ, E. J.; MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. Quantifying soil erosion and sediment yield in a catchment in southern Brazil and implications for land conservation. **Journal of Soil and Sediments**, v. 15, p. 2334-2346, 2015.
- IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Folhas topográficas do Estado do Paraná 1:50.000**. [2020]. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-geoespaciais-de-referencia>. Acesso em: 12 maio 2021.
- JORGE, L. A. de C.; SILVA, D. J. da C. B. **SisCob: manual de utilização**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 18 p.
- OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de; KLEPKER, D. Fertilidade do solo e avaliação do estado nutricional da soja. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 133-184. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).
- RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. da S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. da S.; DE BONA, F. D. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo - DRES**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 63 p. (Embrapa Soja. Documentos, 390).

SERATTO, C. D.; FRANCHINI, J. C.; SERATTO, F. R.; DEBIASI, H.; SANTOS, E. L.; CONTE, O.; MORALES NETO, S.; BRISCHILIARI, V. **Infiltrômetro de aspersão de Cornell aperfeiçoado**: aspectos construtivos, operacionais e de manutenção. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 67 p. (Embrapa Soja. Documentos 424).

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. P. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

WERNER, F.; FERREIRA, A. S.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. de; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SILVA, M. A. de A. Nitrogen, phosphorus, and potassium released by decomposition of palisade grass to soybean in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e01853, 2020.