

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E RENDIMENTO DE CULTURAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO EM RONDÔNIA

Dionatha Félix da Silva¹⁴⁸

Alaerto Luiz Marcolan¹⁴⁹

Ângelo Mansur Mendes¹⁵⁰

Marília Locatelli¹⁵¹

Jairo André Schlindwein¹⁵²

RESUMO: A recuperação da fertilidade do solo em áreas de pastagem nos estado de Rondônia tem fundamental importância para a sustentabilidade do sistema produtivo. Busca-se cada vez mais intensificar o sistema produtivo para evitar a incorporação de novas áreas. O cultivo de grãos no sistema plantio direto, integrado ou não com a pecuária, parece ser uma opção econômica viável para a melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, aumento da produtividade das culturas. O trabalho tem como objetivo avaliar os atributos químicos do solo e o rendimento de culturas em sistemas de sucessão no sistema plantio direto em Rondônia. O trabalho foi realizado em Porto Velho-RO, em experimento implantado em 2008, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, de textura argilosa, em área com pastagem, que apresentava sinais de degradação da fertilidade do solo. O experimento apresenta cinco sucessões de cultura: arroz/milheto/milho/soja, arroz/sorgo/milho/milho, soja/sorgo/milho/soja, arroz/sorgo/soja/milho e soja/sorgo/soja/soja e a testemunha com braquiária. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas de 800m² (20x40m). Foram avaliados os atributos químicos, nas camadas de 0-5; 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25cm, e o rendimento das culturas de milho e soja. O sistema plantio direto com sucessões de culturas propiciou, de maneira geral, a melhoria da fertilidade do solo, em relação ao tratamento testemunha com pastagem cultivada ao longo dos anos. As diferenças nos atributos químicos do solo decorrentes dos sistemas de sucessões de culturas não foram suficientes para afetar a produtividade das culturas.

Palavras-chave: sucessão de culturas, matéria orgânica, soja, milho.

ABSTRACT – The recovery of soil fertility in pasture areas located in Rondônia state is of fundamental importance for the productive system sustainability. Production system has been increasingly intensified to avoid new areas incorporation. The grain crop in no-tillage systems, integrated or not with livestock, appears to be an economically viable option for improving soil fertility and, consequently, increase crop productivity. The study aims to evaluate the chemical soil properties and crop yield in succession of no-tillage system in Rondônia. The study was conducted in Porto Velho-RO, in an experiment set up in 2008 in Oxisol with clay texture in an area with pasture, which showed signs of soil fertility degradation. The experiment has five crop sequences: rice / millet / corn / soy, rice / sorghum / maize / corn, soybean / sorghum / corn / soy, rice / sorghum / soybean / corn and soybean /

¹⁴⁸ Acadêmico do curso de agronomia, bolsista PIBIC/CNPq.

¹⁴⁹ Pesquisador da Embrapa Rondônia.

¹⁵⁰ Pesquisador da Embrapa Rondônia.

¹⁵¹ Pesquisador da Embrapa Rondônia.

¹⁵² Professor do departamento de Química da UNIR

sorghum / soybean / soybean and testimony with Brachiaria. The experimental design used was randomized complete block design with four replications and plots of 800m² (20x40m). Chemical attributes were assessed in the layers of 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 and 20-25cm, and corn and soybeans yields. No-tillage system with crop sequences provided, in general, improvement of soil fertility, compared to control treatment with pasture over the years. Differences in soil chemical properties of the resulting systems crop sequences were not enough to affect crop yields.

Keywords: crop succession, organic matter, soybeans, corn.

INTRODUÇÃO

A recuperação da fertilidade do solo em áreas de pastagem nos estado de Rondônia tem fundamental importância para a sustentabilidade do sistema produtivo. Busca-se cada vez mais intensificar os cultivos para evitar a incorporação de novas áreas o sistema produtivo.

O cultivo de grãos no sistema plantio direto, integrado ou não com a pecuária, parece ser uma opção econômica viável para a melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, para o aumento da produtividade das culturas.

A diminuição da fertilidade do solo e da produtividade das pastagens sido atribuída às pequenas reservas de nutrientes no solo, ao elevado teor de alumínio, à fixação do fósforo no solo e a ausência de reposição dos nutrientes exportados. Assim sendo, as atividades agropecuárias nos solos da região devem ser planejadas de maneira adequada. Neste contexto, pesquisas com sucessões de culturas, em sistema plantio direto, passaram a ter maior importância, uma vez que se faz necessário adaptar e desenvolver sistemas de produção sustentáveis, propiciando a melhoria da fertilidade do solo e o aumento de produtividade com sustentabilidade ambiental. Assim sendo, o trabalho tem como objetivo avaliar os atributos químicos do solo e o rendimento de culturas no sistema plantio direto em Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Porto Velho (RO), em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, de textura argilosa. O experimento iniciou em setembro de 2008, em área com pastagem (*Braquiaria brizantha* cv. Marandú) que apresentava sinais de degradação da fertilidade do solo. O experimento nos dois primeiros anos agrícolas, 2008/09 e 2009/10, foi

constituído por diferentes sucessões de culturas: arroz/milheto/milho, arroz/sorgo/milho, soja/sorgo/milho, arroz/sorgo/soja e soja/sorgo/soja. Em outubro de 2010 foram implantadas as culturas de milho e soja constituindo as seguintes sucessões de culturas: arroz/milheto/milho/soja (T1), arroz/sorgo/milho/milho (T2), soja/sorgo/milho/soja (T3), arroz/sorgo/soja/milho (T4) e soja/sorgo/soja/soja (T5) e a testemunha com braquiária. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo que cada parcela possui uma área útil de 800m² (20x40m). Foram avaliados os atributos químicos do solo, nas camadas de 0-5cm; 5-10cm, 10-15cm, 15-20cm e 20-25cm, e o rendimento das culturas de milho e soja. Atributos químicos avaliados: pH em água, fósforo disponível, cálcio trocável, magnésio trocável, potássio, alumínio trocável e matéria orgânica, utilizando-se a metodologia descrita em Embrapa (1997). Realizou-se a análise de variância dos resultados, considerando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, utilizando-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para a comparação entre médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes sucessões de cultura, no sistema plantio direto, não propiciaram diferença nos valores de pH do solo, mesmo quando comparado com o tratamento testemunha que contempla o cultivo contínuo de braquiária (Tabela 1). A falta de gradiente de pH em profundidade era esperada, pois a aplicação de calcário foi feita antes de iniciar o sistema plantio direto, ou seja, com incorporação na camada de 0-20 cm. Porém, esperava-se maior pH nos tratamentos com sucessões de culturas, uma vez que os mesmos receberam calagem e a testemunha não.

Tabela 1. pH em H₂O em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- pH, H ₂ O -----					
T1	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9	4,9 a
T2	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,9 a
T3	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8 a
T4	4,8	4,9	4,9	4,8	4,7	4,8 a
T5	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8 a
Testemunha	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9 a
Média	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

O fósforo extraível (Mehlich), após três anos de cultivo no sistema plantio direto, apresentou maiores valores para os tratamentos com sucessões de cultura arroz/milheto/milho/soja (T1) e (T3) soja/sorgo/milho/soja, em relação ao tratamento testemunha com braquiária. Os outros tratamentos, T2 (arroz/sorgo/milho/milho), T4 (arroz/sorgo/soja/milho) e T5 (soja/sorgo/soja/soja), embora não tenham diferido, apresentaram tendência (P > 0,5) de serem maiores que a testemunha (Tabela 2).

Cabe salientar que todos os tratamentos com sucessões de culturas apresentaram valores de fósforo considerados acima do nível crítico (faixa adequada), enquanto que no tratamento testemunha os valores são considerados “muito baixo” (CQFS-RS/SC, 2004). Isso se deve ao cultivo de três anos no sistema plantio direto, com adubação adequada para as culturas, aplicada na camada superficial do solo, formando gradiente em profundidade, devido à ausência de revolvimento do solo.

Tabela 2. Fósforo extraível (Mehlich) em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, RO

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- P, mg dm ⁻³ -----					
T1	19	26	20	3	3	14 a
T2	20	21	11	3	2	11 ab
T3	34	31	14	3	3	17 a
T4	13	23	17	3	3	12 ab
T5	19	30	7	5	2	12 ab

Testemunha	2	2	2	2	1	2 b
Média	18 AB	22 A	12 BC	3 C	2 C	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Os teores de potássio trocável foram maiores nos tratamentos com sucessões de culturas, em relação ao tratamento testemunha. Na comparação entre camadas do solo verificaram-se maiores teores de potássio na camada superficial do solo (0-5 cm) (Tabela 3). O aumento de potássio nos tratamentos com sucessões de culturas era esperado devido às adubações aplicadas nos cultivos anuais. Já, o aumento dos teores na camada superficial do solo deve-se à ausência de revolvimento, a deposição dos resíduos vegetais na superfície do solo e a própria adubação ser efetuada na camada superficial do solo.

Tabela 3. Potássio trocável em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- K, mmol _c dm ⁻³ -----					
T1	2,59	1,37	1,18	1,13	0,99	1,45 a
T2	2,28	1,65	1,59	1,40	1,10	1,60 a
T3	2,60	1,65	1,28	1,30	1,56	1,68 a
T4	1,98	1,36	1,21	1,05	1,17	1,35 a
T5	2,91	1,78	1,51	1,32	1,08	1,72 a
Testemunha	1,37	0,90	0,76	0,69	0,57	0,86 b
Média	2,29 A	1,45 B	1,25 B	1,15 B	1,08 B	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

De maneira geral, os teores de cálcio e o magnésio foram menores na testemunha, embora não tenha diferido ($P > 0,05$) de todos os tratamentos com sucessões de culturas (Tabelas 4 e 5). Porém, na média se evidencia baixos teores de cálcio e magnésio para todos os tratamentos. Na avaliação do perfil do solo constata-se a formação de gradiente em profundidade. Esse gradiente ocorre de maneira inversa para o alumínio trocável, ou seja, ocorre aumento do alumínio com o aumento da profundidade (Tabela 6).

Tabela 4. Cálcio trocável em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	Ca, mmol _c dm ⁻³					
T1	23,4	19,9	19,4	11,5	10,0	16,8 a
T2	19,2	25,7	18,1	9,9	6,8	16,0 ab
T3	20,8	12,9	7,2	4,8	4,2	10,0 cd
T4	21,6	22,2	15,9	8,7	4,6	14,6 abc
T5	14,9	14,0	13,7	5,6	3,7	10,4 bcd
Testemunha	13,1	6,5	6,0	5,0	4,9	7,1 d
Média	18,8 A	16,9 AB	13,4 B	7,6 C	5,7 C	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela 5. Magnésio trocável em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- Mg, mmol _c dm ⁻³ -----					
T1	12,3	8,7	9,7	7,4	7,0	9,0 ab
T2	11,2	11,6	10,5	7,0	5,1	9,1 a
T3	10,6	7,5	3,9	3,2	2,1	5,5 c
T4	11,7	10,9	8,3	6,3	4,1	8,3 abc
T5	9,1	7,9	8,6	4,7	4,1	6,9 abc
Testemunha	10,2	7,6	4,7	4,1	3,4	6,0 bc
Média	10,8 A	9,0 AB	7,6 BC	5,4 CD	4,3 D	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela 6. Alumínio trocável em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média ⁽²⁾
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- Al, mmol _c dm ⁻³ -----					
T1	21	22	23	26	25	23
T2	18	16	21	24	29	21
T3	22	23	24	25	24	24
T4	17	17	22	24	29	22
T5	22	23	26	28	28	25
Testemunha	21	28	29	30	26	27
Média ⁽³⁾	20 B	22 AB	24 AB	26 A	27 A	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária. ⁽²⁾Não significativo (P > 0,05). ⁽³⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Para a matéria orgânica do solo os resultados não foram significativos (P > 0,5). Porém observa-se tendência de menores valores no tratamento testemunha (Tabela 7). Isso se deve, provavelmente, ao revolvimento do solo, no início do experimento, nos tratamentos com sucessão de culturas, o qual propiciou a mineralização da matéria orgânica. Já no tratamento testemunha, não houve revolvimento do solo, favorecendo a manutenção da matéria orgânica. Mesmo assim, apresentou tendência de menores teores, o que pode ser indicativo de que apesar do pouco tempo o sistema plantio direto já está começando a aumentar os teores de matéria orgânica pela deposição dos resíduos vegetais na superfície do solo.

Tabela 7. Matéria orgânica em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média ⁽²⁾
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- MO, g kg ⁻¹ -----					
T1	55	52	48	42	38	47
T2	55	51	47	39	37	46
T3	55	49	48	42	35	46
T4	55	52	49	39	37	46
T5	54	51	44	39	35	44
Testemunha	49	44	39	36	29	39
Média ⁽³⁾	54 A	50 AB	46 ABC	39 BC	35 C	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária. ⁽²⁾Não significativo (P > 0,05). ⁽³⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A saturação por bases do solo foi maior nos tratamentos T1, T2 e T4, em relação ao tratamento testemunha. Os tratamentos T3 e T5 embora com tendência ($P > 0,05$) não diferiram da testemunha. Na avaliação em profundidade observa-se formação de gradiente a partir da camada superficial do solo (Tabela 8).

De maneira geral, o cultivo anual no sistema plantio direto propiciou a formação de gradiente com aumento de fósforo, potássio, cálcio e magnésio e, conseqüentemente, aumento da saturação por bases do solo. Isso se deve ao não revolvimento do solo, que propicia o acúmulo de resíduos vegetais, adubos e corretivos naquela camada.

Na avaliação conjunta dos atributos químicos do solo, o sistema plantio direto com sucessões de culturas propiciou, de maneira geral, a melhoria da fertilidade do solo, em relação ao tratamento testemunha com pastagem cultivada ao longo dos anos.

Tabela 8. Saturação por bases em cinco camadas de um Latossolo cultivado com diferentes sucessões de culturas, em Porto Velho, Rondônia

Tratamentos ⁽¹⁾	Camada (cm)					Média
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
	----- V% -----					
T1	21	17	17	13	12	16 a
T2	18	21	17	12	9	15 a
T3	18	14	9	7	6	11 bc
T4	20	18	15	11	7	14 ab
T5	15	13	13	7	6	11 bc
Testemunha	15	10	8	7	7	9 c
Média	18 A	15 AB	13 BC	9 CD	7 D	

⁽¹⁾T1 = arroz/milheto/milho/soja; T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T4 = arroz/sorgo/soja/milho; T5 = soja/sorgo/soja/soja; Testemunha = braquiária.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Apesar das diferenças nos atributos químicos no perfil do solo, determinada pelas diferentes sucessões de culturas, os rendimentos encontrados para milho (Tabela 9) e para soja (Tabela 10) foram semelhantes. A falta de diferença para as diferentes sucessões de culturas podem ser relacionadas ao pouco tempo do sistema plantio direto e às condições químicas do solo que indicam que há limitações químicas, apesar dos rendimentos, serem adequados, principalmente para soja.

Tabela 9. Produtividade de milho, em diferentes sucessões de culturas, sob sistema de plantio direto, em Porto Velho-RO. Safra 2010/2011

Tratamentos ⁽¹⁾	Produtividade de Soja ⁽²⁾
	--- kg ha ⁻¹ ---
T2	3294
T4	3691
Médias	3492

⁽¹⁾T2 = arroz/sorgo/milho/milho; T4 = arroz/sorgo/soja/milho. ⁽²⁾Não significativo (P > 0,05).

Tabela 10. Produtividade de soja, BRS Valiosa RR, em diferentes sucessões de culturas, sob o sistema plantio direto, em Porto Velho-RO. Safra 2010/2011

Tratamentos ⁽¹⁾	Produtividade de Milho ⁽²⁾
	----- kg ha ⁻¹ -----
T1	3043
T3	3544
T5	3557
Média	3381

⁽¹⁾T1 = arroz/milho/milho/soja; T3 = soja/sorgo/milho/soja; T5 = soja/sorgo/soja/soja. ⁽²⁾Não significativo (P > 0,05).

CONCLUSÕES

O sistema plantio direto com sucessões de culturas propiciou, de maneira geral, a melhoria da fertilidade do solo, em relação ao tratamento testemunha com pastagem cultivada ao longo dos anos.

As diferenças nos atributos químicos do solo decorrentes dos sistemas de sucessões de culturas não foram suficientes para afetar a produtividade das culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.