



Variação dos atributos químicos do solo em função da consorciação de milho com forrageiras em sistema plantio direto ⁽¹⁾.

Clice de Araújo Mendonça⁽²⁾; Carlos Alessandro Chioderoli⁽³⁾; Paulo Ricardo Alves dos Santos⁽⁴⁾; Francisca Edcarla de Araújo Nicolau⁽⁵⁾ Renata Fernandes de Queiroz⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho realizado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

⁽²⁾ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE. E-mail: cliciaraujo@hotmail.com

⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Eng. Agrícola, Universidade Federal do Ceará.

^(4,5,6) Estudantes de mestrado em Engenharia Agrícola; Universidade Federal do Ceará.

RESUMO: A avaliação da fertilidade do solo é importante para a manutenção da produtividade nos sistemas de cultivos. Objetivou-se com esse trabalho avaliar os atributos químicos do solo em função do consórcio milho - forrageiras sob diferentes modalidades de semeaduras. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos em esquema fatorial 2x4+1 com quatro repetições. Foram utilizadas *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses* em quatro modalidades de consórcio com o milho (forrageira na linha de semeadura do milho; forrageira na entrelinha; forrageira na entrelinha semeada junto a adubação de cobertura no estágio V₄ do milho; e forrageira a lanço no estágio V₄ do milho) e o milho sem consorciação (Testemunha). O consórcio de forrageiras com milho sob diferentes modalidades proporcionaram aumento significativo dos atributos químicos do solo.

Termos de indexação: Fertilidade do solo, consórcio, *Urochloas*.

INTRODUÇÃO

As diferentes práticas de cultivo e manejo do solo podem promover mudanças nos atributos químicos, principalmente nas camadas superficiais do solo. Os produtores estão cada vez mais aderindo aos sistemas alternativos de cultivos que viabilizam a recuperação e preservação do solo como o sistema plantio direto, rotação e consorciação de culturas.

Uma das alternativas, segundo Kluthcouski & Aidar (2003), é a utilização do consórcio de culturas anuais (arroz, milho, soja ou sorgo) com forrageiras, que preconiza a produção de palha para o sistema plantio direto e forragem durante a entressafra. A cultura do milho tem se destacado na integração com forrageiras por produzir grande quantidade de palhada.

De acordo com Chioderoli et al., (2012) as espécies forrageiras perenes do gênero *Urochloa* além de fornecerem grande quantidade matéria seca, que é fundamental para o sistema de plantio direto, apresentam alta relação C/N, que diminui a velocidade de decomposição da palhada e protege o solo por mais tempo contra erosão e ação da radiação solar.

Segundo Broch et al., (2008) entre as vantagens do consórcio de milho com forrageiras destacam-se os fatores que afetam diretamente na fertilidade do solo devido a grande produção de palhada, ao grande volume de raízes em profundidade que aumenta a reciclagem de nutrientes, contribuindo com a redução da acidez e ao aumento nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, com reflexos diretos na capacidade de troca de cátions e na saturação de bases.

No consórcio, a semeadura da forrageira pode ser realizada em diferentes épocas, inclusive simultaneamente com a cultura do milho, misturada com o fertilizante, sendo que a época e a disposição das sementes da forrageira poderão influenciar a produtividade de palha e até mesmo o desenvolvimento da cultura do milho. As gramíneas forrageiras tropicais apresentam lento acúmulo de matéria seca da parte aérea até 50 dias após a emergência, enquanto a maioria das culturas anuais sofre influência por competição nesse período (PANTANO, 2003).

A utilização de consórcio de culturas com espécies forrageiras é uma alternativa que pode reduzir o revolvimento do solo, com a consequente manutenção dos restos culturais na superfície do terreno, com possíveis alterações na fertilidade do solo. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os atributos químicos do solo em função do consórcio milho - forrageiras sob diferentes modalidades de semeaduras.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2010/11, em área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal-SP, localizado nas coordenadas geodésicas: latitude 21°14' S e longitude 48°16' W, apresentando altitude de 560 m com 4% de declividade. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico típico, textura argilosa, a moderado, caulinitico-oxidico, com distribuição de partículas (areia, 200 g kg⁻¹; silte, 290 g kg⁻¹ e argila 510 g kg⁻¹). A área experimental estava sendo conduzida em SPD a mais de dez anos. O clima, de



acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e inverno seco, com precipitação pluvial média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 °C.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos em esquema fatorial 2x4+1 com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de oito linhas de milho espaçadas por 0,90 m com 25 m de comprimento, a área útil correspondente às duas linhas centrais para cultura do milho, com os cinco metros centrais de cada.

Os tratamentos foram constituídos por duas espécies de *Urochloas*: (*Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses*) e quatro modalidades de consórcio das *Urochloas* com o milho (forrageira na linha de semeadura do milho; forrageira na entrelinha; forrageira na entrelinha semeada junto a adubação de cobertura no estágio V₄ do milho; e forrageira a lanço no estágio V₄ do milho) e o milho sem consorciação (Testemunha).

Dez dias pós a colheita do milho, foram realizadas amostras compostas de solo nas profundidades 0,10 - 0,20m conforme metodologia descrita por (Raij & Quaggio, 1983), para análises laboratoriais e determinação dos atributos químicos.

O milho recebeu adubação de base nos dois anos agrícolas de 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial (08-28-16) com adubação complementar de cobertura no estágio V₄, correspondente a 120 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 300 kg ha⁻¹ de uréia. Para as *Urochloas*, utilizou-se 20 kg ha⁻¹ da fórmula comercial (08-28-16) para semeadura da forrageira na entrelinha e na época de cultivo do milho no estágio V₄, sendo o adubo utilizado somente como veículo de distribuição das sementes.

Para comparação da testemunha com os demais tratamentos a análise estatística foi realizada em esquema fatorial 2x4+1 e para avaliação da interação de forrageiras e modalidades de semeadura a análise estatística foi realizada no esquema fatorial 2x4. Os dados foram submetidos ao Teste F e quando necessário foi aplicado o Teste de Tukey (p<0,05) para comparação das médias. Para comparação do fatorial com a testemunha (milho exclusivo) utilizou-se o Teste de Dunnett (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** pode ser observados os valores dos atributos químicos do solo. De acordo com resultados, verifica-se que metade dos atributos analisados apresentaram interação significativa pelo teste de Tukey (p<0,05), com os desdobramentos apresentados nas **tabelas 2, 3, 4, 5, e 6**. O coeficiente de variação do atributo fósforo encontra-

se alto, resultado que de acordo com Pimentel Gomes, (2000), é atribuído principalmente a não mobilidade desse nutriente no solo.

No desdobramento dos teores de pH (**Tabela 2**) constata-se que a *Urochloa ruziziens* proporcionou maiores teores na modalidade MFE diferindo das demais, tendo o maior valor contribuído para redução nos teores de acidez potencial (H+Al) e para o aumento nos teores de Ca, Mg, SB e V. Portugal et al., (2010) afirma que a forrageira *Urochloa ruzizienses* apresenta efeito positivo no aumento dos cátions no solo.

Para os teores de magnésio (**Tabela 3**), os maiores valores foram encontrados na modalidade MFE para a *Urochloa ruzizienses*, diferindo das demais. Esse resultado pode ser explicado pela capacidade de ciclagem de nutrientes que possuem as *Urochloa ruzizienses*, aliada as adubações realizadas na entrelinha.

No desdobramento dos teores de H+Al (**Tabela 4**) foram encontrados maiores valores dentro da modalidade MFE, porém com o maior teor para *Urochloa Brizantha*. Esse resultado explica-se pela elevação de pH na mesma modalidade pois segundo Steiner et al (2011), a acidez potencial tem comportamento inverso ao pH, pois, à medida que se eleva o pH a acidez potencial tende a diminuir.

No desdobramento de SB entre as forrageiras dentro das modalidades de semeadura pode-se observar, na **tabela 5**, que os maiores valores foram encontrados na modalidade MFLA para *Urochloa brizantha* e MFE para a *Urochloa ruzizienses*, tendo maior valor a modalidade MFLA para a *Urochloa brizantha*. Esses resultados são explicado pelos maiores valores de Ca, Mg e K, encontrados na **tabela 1**, que afetam diretamente os valores de SB e T do solo. A saturação por bases (V%), na **tabela 6**, apresenta comportamento semelhante a SB. Segundo Crusciol e Borghi (2007), o cultivo consorciado do milho com *Urochoa* beneficiou diretamente os teores de P, K, Ca e Mg, com reflexo direto na saturação por bases (V%), comparado às áreas sob SPD com cultivo exclusivo de milho.

CONCLUSÕES

O consórcio de forrageiras com milho sob diferentes modalidades promove alterações nos atributos pH, Mg, H+ Al, SB e V%.

As modalidades entrelinha (MFE) e Milho com *Urochoa* à Lanço no estágio V₄ do milho, apresentam maiores valores de alterações químicas.

REFERÊNCIAS

BROCH, D.L.; BARROS, R.; RANNO, S.K. Consórcio milho safrinha/pastagem. In: Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno,

2008. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias: COOAGRI, p. 15-29, 2008.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M. D.; HOLANDA, H. V. D.; FURLANI, C. E. A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. D. R.; CESARIN, A. L. Consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v.42. p.1804-1810. 2012.

CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J.C.; BORGHI, E. Atributos físicos e físico-hídricos do solo com o cultivo de milho solteiro ou consorciado com braquiária. In: XXXI Congresso brasileiro de ciência do solo. Gramado, 2007.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás – Goiás: Embrapa, 2003. 1º Ed. v. 1, 570 p.

PANTANO, A.C. Semeadura de braquiária em consorciação com o milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura

pecuária em plantio direto. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia- Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: ESALQ, 2000. 477 p.

RAIJ, B.van.; QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: IAC, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. *R. Bras. Ci. Solo*, 34: 575-585, 2010.

STEINER. F.; COSTA. S. M.; COSTA. M. A. L.; PIVETTA. L. A.; CASTOLDI. G. Atributos Químicos do Solo em diferentes sistemas de culturas e fontes de Adubação. *R. Glo Sci Technology*. v. 04, n. 01, p.16 – 28, 2011.

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,10-0,20 em função da modalidade de semeadura e espécie forrageira.

Causas de variação		P	MO	pH	K	Ca	Mg	H +Al	SB	T	V
		----- mmol _c dm ⁻³ -									
Forrageiras	Modalidades										
		(%)									
U. Brizantha	Linha	29.6b	22.0	5.3b	4.0	27.6b	12.6a	27.0a	44.3a	71.3	62.1a
U. Brizantha	Entrelinha	39.3b	21.6	4.9a	3.1	24.3b	11.0a	40.0b	38.5a	78.5	48.7b
U. Brizantha	Cobertura	57.0b	22.2	5.0b	3.9	24.7b	10.2a	35.5a	38.9a	74.4	52.0a
U. Brizantha	Lanço V ₄	50.0b	27.5	5.6b	5.5	38.5b	19.8b	23.5a	63.0a	86.7	72.2a
U. Ruzizienses	Linha	32.0b	21.6	5.3b	3.7	33.3b	14.6b	29.0a	51.7a	80.7	63.2a
U. Ruzizienses	Entrelinha	80.3a	24.6	5.5b	4.2	37.3b	19.0b	24.3a	60.6a	84.9	70.6a
U. Ruzizienses	Cobertura	29.0b	20.6	4.8a	3.5	16.6a	8.6c	41.6b	60.6b	70.5	40.1b
U. Ruzizienses	Lanço V ₄	30.0b	26.3	5.3b	3.3	32.0b	15.6b	30.3a	50.9a	81.3	60.6a
Testemunha		27.6b	23.6	5.5b	4.1	38.3b	19.6b	24.3a	62.1a	86.5	69.9a
F x T		2.3ns	0.0ns	4.5*	0.1ns	3.4ns	10.1**	5.3*	4.8*	2.6ns	4.6*
DMS		38.5	6.6	0.5	2.5	18.3	6.8	11.5	25.9	18.4	19.5
CV (%)		46.0	14.1	5.5	32.1	30.1	23.6	18.8	26.5	11.5	16.2

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05); Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). F – Forrageiras; T – Testemunha; U. Brizantha - *Urochloa brizantha*; U. Ruzizienses - *Urochloa Ruzizienses*; Linha- Milho com *Urochoa* na linha de semeadura do milho; Entrelinha- Milho com *Urochoa* na entrelinha; Cobertura - Milho com *Urochoa* na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V4; Lanço V₄- Milho com *Urochoa* à Lanço no estádio V4 do milho; Testemunha - Milho exclusivo.

Tabela 2. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de pH na profundidade de 0,10-0,20 m, entre as espécies forrageiras dentro das modalidades de semeadura.

Causa de variação		Modalidades (M)			
		MFL	MFE	MFC	MFLA
Forrageiras (F)	U. B	5.3aAB	4.9bB	5.0aAB	5.4aA
	U. R	5.3aAB	5.5aA	4.8aB	5.3aAB

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; UB- *Urochloa brizantha*; UR- *Urochloa ruzizienses*; MFL- Milho com *Urochoa* na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com *Urochoa* na entrelinha; MFC- Milho com *Urochoa* na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V4; MFLA- Milho com *Urochoa* à Lanço no estádio V₄ do milho.

Tabela 3. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de magnésio na profundidade de 0,10-0,20m, entre as espécies forrageiras dentro das modalidades.

Causa de variação		Modalidades (M)			
		MFL	MFE	MFC	MFLA
Forrageiras (F)	U. B	12.6aAB	11.0bB	10.2aB	19.0aA
	U. R	14.6aAB	19.0aA	8.6aB	15.6aA

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses; MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V₄; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V₄ do milho.

Tabela 4. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de H+Al na profundidade de 0,10-0,20 m, entre as espécies forrageiras dentro das modalidades.

Causa de variação		Modalidades (M)			
		MFL	MFE	MFC	MFLA
Forrageiras (F)	U. B	27.0aBC	40.0aA	35.5aAB	23.5aC
	U. R	29.0aB	24.3bB	41.6aA	30.3aB

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses; MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V₄; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V₄ do milho.

Tabela 5. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de SB na profundidade de 0,10-0,20 m, entre as espécies forrageiras dentro das modalidades.

Causa de variação		Modalidades (M)			
		MFL	MFE	MFC	MFLA
Forrageiras (F)	U. B	44.3aA	38.5bA	38.9aA	63.0aA
	U. R	51.7aA	60.6aA	28.8aB	50.9aAB

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses; MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V₄; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V₄ do milho.

Tabela 6. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de V% na profundidade de 0,10-0,20 m, entre as espécies forrageiras dentro das modalidades.

Causa de variação		Modalidades (M)			
		MFL	MFE	MFC	MFLA
Forrageiras (F)	U. B	62.1aAB	48.7bB	52.0aB	72.2aA
	U. R	63.2aA	70.6aA	40.1aB	60.6aA

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses; MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V₄; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V₄ do milho.