

**CULTURAS DE COBERTURA: EFEITO EM PROPRIEDADES DO SOLO,
SOBRE FRAÇÕES DE CARBONO ORGÂNICO E A CULTURA DA SOJA EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

SAMUEL CAMPANELLI F. **COUTO**¹; SANDRO ROBERTO **BRANCALIÃO**²; EDISON
RAMOS JUNIOR³

Nº 11138

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da fitomassa de plantas de cobertura e do aporte de nitrogênio em cobertura na qualidade física do solo e no teor e qualidade da matéria orgânica, bem como, na produtividade da soja, visando a sustentabilidade do SPD. Para os estudos detalhados da labilidade e humificação da matéria orgânica do solo utilizou-se técnicas de fracionamento físico por granulometria utilizando o ultra-som Sonifier-Branson. Posteriormente obtiveram-se separadamente as frações areia, argila e duas classes da fração silte. Também foi avaliada a produtividade da cultura da soja nos diferentes tratamentos. Dentre os tratamentos estudados, apenas o tritcale 60N obteve diferença entre as três frações em relação à fração areia, já os demais tratamentos não mostraram diferenças significativas. Em relação às partículas, apenas argila mostrou diferença no tratamento tritcale 60N, sendo que as demais frações não diferiram entre os tratamentos. A produtividade da soja não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. A matéria orgânica particulada (> 53 micron) de Campinas é sempre maior com a utilização de culturas de cobertura. Todavia em clima subtropical o aporte de fitomassa é facilitado em função do clima. Conclui-se que para as condições de Campinas, a importância de conduzir plantas de cobertura na entressafra é valorizada com a semeadura direta diante dos resultados obtidos.

ABSTRACT

The aim of this work was to verify the influence of cover crops and nitrogen fertilization on the soil's physic quality, and also the effects on organic matter quality. The soybean productivity was also evaluated, aiming the sustainability of no-tillage. For more detailed studies of soil lability and humification of the organic matter utilizing particle size fractionating device Sonifier-Branson. Later, it was acquired sand, clay and two classes for silt fractions separately. The soybean productivity was also evaluated on different treatments. Among the studied treatments, only tritcale 60N showed sand particle difference between other fractions. The rest of the treatments didn't showcased

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, PUC-Campinas, Campinas-SP,

samuel_couto@hotmail.com.² Orientador: Pesquisador, CSRA/IAC, Campinas-SP.³ Colaborador:

Pesquisador, APTA/Pólo Sudoeste, Capão Bonito-SP.

significant differences. Related to particles, only clay showed difference on triticale 60N treatment, other fractions didn't differ between treatments. The soybean productivity results didn't differ between treatments. From this work, it's possible to conclude that for Campinas conditions, the importance of leading a cover crop during offseason is valued through no-tillage.

INTRODUÇÃO

O Sistema de Plantio Direto (SPD) baseia-se no conceito de que com a adição de resíduos das plantas de cobertura, consegue-se aportar mais carbono no sistema, uma maior cobertura vegetal e a mínima mobilização do solo proporcionam e mantêm qualidade física do solo e consequentemente um maior benefício à revitalização ambiental de um determinado agroecossistema.

Com o desenvolvimento do sistema de semeadura direta, a mobilização restrita à linha de semeadura e a conservação da superfície coberta por restos culturais anteriores reduzem a ação da erosão (DE MARIA, 1999). A erosão do solo é um processo que também responde pela redução dos níveis de matéria orgânica do solo. A perda de solo e nutrientes pela erosão hídrica é um fator determinante do empobrecimento do solo e da redução da produtividade da maioria das culturas (ALVES, *et al.*, 2006).

Os resultado de Alves *et al.* (2003) mostraram que, além da soja manejada sob SPD ser capaz de acumular até 80% do seu N na fixação biológica de nitrogênio (FBN), a proporção do N da cultura exportada é, frequentemente, muito semelhante, deixando no solo baixas quantidades de N para as culturas subsequentes. Para acumular 1 Mg/ha de C no solo na forma de matéria orgânica do solo é necessário pelo menos 80 Kg de N/ha (ALVES *et al.*, 2003).

Diante das práticas de manejo conservacionistas, a rotação de culturas possibilita benefícios físicos, químicos e biológicos para o solo e a melhoria da produtividade de grandes culturas, favorecendo ganhos líquidos ao produtor e sustentabilidade. Os tratamentos com gramíneas favorecem o aumento da agregação do solo, a redução da densidade e aumento de porosidade, aumento da humificação de acordo com a dose de N.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da fitomassa de culturas de cobertura e do aporte de nitrogênio em cobertura na qualidade do solo e na dinâmica da matéria orgânica, bem como, na produtividade da soja, visando a sustentabilidade do SPD.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

O solo da área experimental em Capão Bonito, SP foi um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999). A análise granulométrica no Polo Sudoeste da APTA, com sede em Capão Bonito, caracterizou o solo como sendo de textura franco argilosa, declividade de 10% e altitude entre 702 e 748 m. O clima é subtropical, do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen (CRITCHFIELD, 1960).

O local de instalação do experimento em Campinas foi uma área experimental localizada no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). A altitude média é de 600 metros, a declividade de 6,5% e o relevo é suavemente ondulado. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico. O clima é do tipo Cfa.

Coleta e Preparo de amostras de solo

Nas parcelas experimentais foi realizada a abertura de mini-trincheiras para a coleta das amostras compostas do solo das camadas superficiais estratificadamente 0m – 0,025m, 0,025m – 0,05m, 0,05m – 0,10m e 0,10m – 0,20m, sendo seis subamostras para formar uma amostra composta. Após a coleta das amostras, as mesmas foram secas ao ar e peneiradas em peneira de malha de 2mm para a obtenção da fração da terra fina seca ao ar (TFSA).

Fracionamento da matéria orgânica do solo

Para os estudos detalhados da labilidade e humificação da matéria orgânica do solo, preparou-se as amostras através do fracionamento físico por granulometria utilizando o ultra-som Sonifier-Branson (TANNER & JACKSON, 1947), para dispersar as frações do solo em diferentes tamanhos de partícula como areia (> 53 micron). E posteriormente as amostras foram direcionadas ao equipamento fracionador com a finalidade de obtenção das frações intimamente ligadas a matiz do solo (fração mineral): argila (< 2 micron), silte I (2-20 micron) e silte II (20-53 micron). Foram preparadas cinco amostras de solo de 20g cada (realizadas em quadruplicata), pesadas em béqueres de 400 ml. Depois de adicionado 100 ml de água destilada em cada

béquero, misturou-se o conteúdo posteriormente levado ao ultra-som, contendo gelo junto ao recipiente em que o béquero está, pois é possível que ocorra oxidação da matéria orgânica durante a sonicação. O aparelho foi regulado para amplitude de 60% e tempo de 8 minutos para cada amostra.

Após a sonicação, a amostra foi retirada e seu conteúdo destinado a uma peneira de 53 micron, onde a amostra é lavada com água destilada e a partícula com carbono lábil ligado à fração areia obtida. Esta fração foi submetida à secagem em estufa a 45 graus Celsius em béqueres de 400 ml. Após a secagem, as amostras de areia foram moídas em almofariz e peneiradas em peneira de 100 meshes, um grama da fração areia que passou pela peneira foi armazenada em tubos de *ependorf* para leitura do CNHS. O restante da amostra (partículas argila e silte) foi levada para provetas de 2.000 ml para o fracionamento por sedimentação.

Na proveta, adicionou-se água destilada até a marcação do volume pré-estabelecido e 10 ml de NaOH. Agitou-se cada uma dez vezes e deixou-se em repouso durante 16 horas. Depois do tempo de espera, agitou-se novamente a amostra, determinando o tempo de espera em relação à temperatura pela tabela de Stokes. Para cada coleta realizada, anotou-se no caderno de laboratório a data, horário, temperatura e horário de coleta.

A primeira fração retirada da solução foi argila. O conteúdo de cada coleta foi despejado diretamente da proveta para béqueres de plástico com 1.000 ml de volume. Quando a amostra passou a ser coletada sem vestígios visíveis de argila, a amostra foi colocada em béqueres de vidro com volume de 400 ml, secas em estufa e processadas tal como a amostra de areia até serem armazenadas em *ependorf*.

A coleta seguindo a tabela de Stokes continuou sendo realizada até coleta completa do silte I, sendo processada da mesma forma que a argila, sendo que quando retirada dos béqueres de plástico, a amostra de silte I foi depositada em placas de petri para melhor secagem, e depois retida em *ependorf*. O restante na proveta é a fração silte II, cujo procedimento é igual ao do silte I.

Os tubos de *ependorf* contendo as frações de solo foram analisados no Setor de Fertilidade, pertencente ao Centro de Solos do IAC. Para realizar a leitura de C (carbono), N (nitrogênio) e S (enxofre) das amostras, as mesmas foram pesadas com aproximadamente 100 mg da fração e misturada junto à mesma quantidade da substância óxido de tungstênio. Esta mistura foi compartimentada em pastilhas onde foram encaminhadas para a leitura em um equipamento analisador elementar de CNHS, marca ELEMENTAR, modelo Vario Macro.

Produtividade da Soja

Avaliou-se a produtividade da soja no sistema de cultivo com semeadura direta, assim como a aplicação de nitrogênio em cobertura nas plantas de cobertura de outono-inverno com cinco tratamentos. Durante o período de outono/inverno, as plantas de cobertura receberam 30 Kg/ha de N (T2) e 60 Kg/ha de N (T3). Foi avaliado mais um tratamento sem N (T1), a leguminosa (T4), e pousio (T5) como testemunha.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, perfazendo cinco tratamentos e quatro repetições. Cada parcela dimensionada com 200 m² de área (20m de comprimento e 10m de largura). As plantas de cobertura para outono-inverno e primavera foram: triticale (*Triticum secale*) e mucuna cinza (*Mucuna cochinchinensis*). No final de outubro as plantas de cobertura foram dessecadas para o plantio da cultura de verão, ou seja, soja transgênica de tecnologia Round UP Ready 7908 (RR) adaptada à região de Campinas.

Após a colheita, foram feitas medição de altura de plantas e produtividade da cultura da soja.

Análises estatísticas

Foram realizadas análises estatísticas utilizando o sistema de operação SISVAR, onde os testes executados foram Student e Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde a caracterização da área experimental, houve um aumento nos valores de densidade do solo em Campinas, mesmo com a adição continuada de resíduos. Devido às temperaturas mais altas no verão e o inverno seco, a adoção de plantas de cobertura pode não estar sendo eficiente na melhoria da estrutura do solo e na diminuição da compactação, entretanto o aumento nos teores de carbono pode contribuir com a sustentabilidade do sistema.

Tabela 1. Atributos físicos do solo nos tratamentos com Gramínea com 0N* (T1), Gramínea com 30N (T2), Gramínea com 60N (T3), Leguminosas (T4) e Pousio de Inverno (T5) no Latossolo Vermelho distroférico, após três ciclos de cultivos.

Camada	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
	Ds					Pt				
0-0,05	1,288 a	1,210 a	1,263 a	1,323 a	1,298 a	0,523 a	0,533 a	0,513 a	0,548 a	0,525 a
0,05-0,10	1,298 a	1,273 a	1,300 a	1,245 a	1,263 a	0,533 a	0,520 a	0,538 a	0,535 a	0,520 a
0,10-0,20	1,203 a	1,268 a	1,170 a	1,305 a	1,228 a	0,530 a	0,518 a	0,543 a	0,535 a	0,530 a
0,20-0,40	1,205 a	1,170 a	1,208 a	1,148 a	1,158 a	0,540 bc	0,535 c	0,533 c	0,565 abc	0,540 bc
	Macro					Micro				
0-0,05	0,140 a	0,173 a	0,135 a	0,160 a	0,150 a	0,383 a	0,365 a	0,383 a	0,388 a	0,378 a
0,05-0,10	0,158 a	0,148 a	0,138 a	0,143 a	0,138 a	0,373 a	0,375 a	0,400 a	0,393 a	0,383 a
0,10-0,20	0,160 a	0,150 a	0,178 a	0,148 a	0,163 a	0,373 a	0,368 a	0,363 a	0,385 a	0,365 a
0,20-0,40	0,175 a	0,168 a	0,145 a	0,163 a	0,158 a	0,368 a	0,365 a	0,383 a	0,403 a	0,385 a
	Ag>2,00mm					DMP				
	10,053	12,940	10,327	12,423a	11,360ab				2,418a	
0-0,05	bc	ab	bc	bc	c	3,058a	3,107a	3,122a		2,839a
0,05-0,10	10,645a	10,507a	10,470a	11,247a	10,545a	2,005a	2,080a	2,109a	1,912a	1,892a
0,10-0,20	8,507a	8,794a	10,207a	11,199a	11,361a	1,391a	1,596a	1,584a	1,660a	1,952a
0,20-0,40	16,582a	13,861a	12,922a	15,708a	18,360a	2,041a	2,223a	1,963a	2,072a	2,276a

*Kg ha⁻¹. Letras iguais na linha, para cada atributo, não diferem entre si pelo teste t de Student (LSD).

Análise elementar de CNHS do solo

A análise de significância para as amostras de solo está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Análise estatística realizada pelo teste F.

	C	N	S	C/N
Tratamento	5,234**	4,596**	4,086**	3,427*
Partícula	265,076**	54,791**	384,556**	3,336*
Interação	3,181**	2,355*	2,944*	2.558*
CV (%)	20,69	40,07	17,09	86,26

**1% de significância, *5% de significância, ^{ns} não significativo

De acordo com o resultado para o teste F, os valores de F mostraram efeito significativo para todos variáveis estudadas, foram feitas análises estatística para média, utilizando Tukey ($p < 5\%$ de probabilidade). Os resultados para análise de N, C, S e C/N estão na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados da fração granulométrica (g/g) por tratamento, analisadas estatisticamente pelo teste de Tukey em Capão Bonito, SP.

N					C			
Tratamento	Areia	Argila	Silte Fino (l)	Média	Areia	Argila	Silte Fino (l)	Média
Triticale 0N	0,054Ca	0,194Bb	0,300Aa	0,18b	0,680Ca	3,522Bb	5,534Aab	3,24b
Triticale 30N	0,031Ba	0,181Bb	0,275Aa	0,16b	0,327Ca	3,648Bb	5,362Ab	3,11b
Triticale 60N	0,032Ba	0,147Ab	0,206Aa	0,12b	0,264Ba	6,029Aa	6,492Aa	4,26a
Mucuna Cinza	0,033Ba	0,225Ab	0,239Aa	0,16b	0,742Ca	3,590Bb	5,188Ab	3,17b
Pousio	0,062Ca	0,404Aa	0,278Ba	0,24a	0,921Ca	3,823Bb	5,792Aab	3,51b
Média	0,04B	0,023A	0,26A		0,59C	4,12B	5,67A	

S					C/N			
Tratamento	Areia	Argila	Silte Fino (l)	Média	Areia	Argila	Silte Fino (l)	Média
Triticale 0N	0,005Ca	0,024Ba	0,031Ab	0,02a	11,627Aa	18,191Ab	18,697Aa	16,17b
Triticale 30N	0,004Ca	0,021Ba	0,039Aa	0,02a	10,454Aa	20,181Ab	19,494Aa	16,71b
Triticale 60N	0,004Ca	0,014Bb	0,032Ab	0,017b	8,010Ca	73,485Aa	35,430Ba	38,97a
Mucuna Cinza	0,005Ca	0,020Ba	0,038Aa	0,02a	21,772Aa	16,013Ab	22,080Aa	19,95b
Pousio	0,005Ca	0,023Ba	0,038Aa	0,02a	13,782Aa	11,535Ab	21,742Aa	15,68b
Média	0,005C	0,02B	0,04A		13,13B	27,88A	23,49AB	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem segundo teste de Tukey para $P < 0,05$.

Resultados para as variáveis nas frações granulométricas em cada tratamento

Em relação à variável N, triticales sem adição de N obteve diferença entre as 3 frações, assim como o pousio. Triticales com adição de 30 N resultou em diferença apenas na fração silte. O triticales com adição de 60 N e a mucuna cinza mostraram valores semelhantes, evidenciando diferença apenas na fração areia. Apenas para a fração argila se obteve diferença entre os distintos tratamentos, ademais as frações não mostraram diferenças significativas em relação aos tipos de tratamentos.

Para o C a maioria dos tratamentos apresentou diferenças nas três frações de solo, com exceção do triticales 60N onde obteve diferença apenas na fração areia. A fração areia não demonstrou diferença entre os tratamentos, argila e silte obtiveram diferença apenas para o triticales 60N.

O S obteve resultados diferentes entre as 3 partículas de solo para todos os tipos de tratamento. Para a fração areia não foram analisadas diferenças entre os tratamentos, a fração argila obteve diferença apenas para o triticales 60N, o silte mostrou resultados diferentes para triticales 0N e 60N quando comparado aos outros tratamentos.

Dentre os tratamentos estudados, para a relação C/N apenas o triticales 60N obteve diferença entre as 3 frações em relação a fração areia, já os demais tratamentos não mostraram diferenças significativas. Em relação às partículas, apenas argila mostrou diferença no tratamento triticales 60N, as demais frações não diferiram entre os tratamentos.

Para o fracionamento físico da matéria orgânica os resultados corroboraram com os de Dou e Hons (2006), onde observaram maior carbono associado aos

minerais, por conseguinte maior quantidade de COT protegido da ação de microorganismos em plantio direto. Entretanto quando se depara com diferentes aportes de fitomassa, para o plantio direto em áreas tropicais, o efeito benéfico da fração lábil pode ser maior do que o aumento da humificação.

O tratamento T2 mostrou melhor qualidade dos atributos físicos do solo na camada superficial do solo, de 0-0,05 m, no experimento de Campinas.

Não foi possível a leitura da fração silte II (grosso).

Produtividade da Soja

Diante do teste avaliado, a produtividade da soja (tabela 4) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Porém, é possível identificar o incremento na produção nos tratamentos com maior adição de cobertura nitrogenada em relação aos outros com menor adição, ou sem adição.

Tabela 4. Médias de altura da planta e produtividade da soja por tratamento, analisadas estatisticamente pelo teste de Student.

Tratamento	Altura da Planta (cm)	Produtividade
Triticale 0N	109,74ab	1550,14 ^a
Triticale 30N	95,69c	1430,60 ^a
Triticale 60N	106,73ab	1800,97 ^a
Mucuna Cinza	106,76ab	1492,62 ^a
Pousio	107,60ab	1568,78 ^a
CV%	6,509	22,709

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem segundo teste de Student para $P < 0,05$.

CONCLUSÃO

A matéria orgânica particulada (> 53 micron) de Campinas é sempre maior com a utilização de culturas de cobertura. Todavia em clima subtropical o aporte de fitomassa é facilitado em função do clima. Conclui-se que para as condições de Campinas, a importância de conduzir plantas de cobertura na entressafra é valorizada com a semeadura direta diante dos resultados obtidos.

Através das frações granulométricas avaliadas pode-se inferir uma maior ou menor humificação, dependendo da relação C/N, principalmente das frações < 53 micron.

A adição de N reflete na altura de plantas de soja.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida. Ao IAC, pela oportunidade de estágio. Ao Dr. Sandro Roberto Brancalião, por toda ajuda, instrução, aprendizado e atenção que recebi durante meu tempo de estágio.

REFERÊNCIAS

- ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. **The success of BNF in soybean in Brazil**. Plant and Soil, Dordrecht, v.252, p. 1-9, 2003.
- ALVES, B.J.R. *et al*; **Manejo de Sistemas Agrícolas – Impacto no Sequestro de C e nas Emissões da Gases de Efeito Estufa**. Embrapa, São Paulo, 215 p. 2006.
- CRITCHFIELD, H.J. **General Climatology**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 165p. 1960.
- DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.N.; SOUZA DIAS, H. **Atributos físicos do solo e crescimento radicular da soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo de solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 23, p. 703-709, 1999.
- DOU, F.; WRIGHT, A.L.; HONS, F.M. **Sensitivity of labile soil organic carbon to tillage in wheat-based cropping systems**. Soil Science Society of America Journal, v.72, p.1445-1453, 2008.
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412p. 1999.
- TANNER, C.B., JACKSON, M.L. **Nomographs of sedimentation times for soil particles under gravity or centrifugal acceleration**. Soil Science Society of America Proceedings. Madison, v.12, p.60-65, 1947.