

Revista Agrária Acadêmica

Agrarian Academic Journal

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

doi: 10.32406/v1n42018/29-38/agrariacad

Influência da incorporação de materiais orgânicos associada ao manejo do solo na atividade microbiana durante o ciclo da batata

Incorporation of organic materials associated with soil management on microbial activity during the potato crop cycle

Juliana Zucolotto^{1*}, Roberto Stefani Takahashi², Carlos Francisco Ragassi³, Pedro Henrique Sakai de Sá Antunes², Paulo Cesar Tavares de Melo², Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso⁴, José Laercio Favarin²

^{1*} - Departamento de Produção Vegetal/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP - Piracicaba/SP Brasil. E-mail: juliana.zucolotto@usp.br

² - Departamento de Produção Vegetal/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP - Piracicaba/SP Brasil.

³ - Embrapa Hortaliças - Brasília/DF – Brasil.

⁴ - Departamento de Ciência dos Solos/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP - Piracicaba/SP Brasil

Resumo

O sistema convencional de produção de batata impossibilita o cultivo na mesma área por anos consecutivos. Com intuito de possibilitar a permanência na mesma área, um sistema de preparo profundo com incorporação de material orgânico foi desenvolvido. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade microbiana do solo em diferentes preparos do solo, com e sem a incorporação de *Panicum maximum*; *Brachiaria brizantha* e milho para o cultivo da batata. A incorporação de *P. maximum* foi capaz de manter a atividade microbiológica do solo estável durante o ciclo. O preparo profundo proporcionou maior produtividade de batata comparado ao preparo convencional.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L, sistema sustentável, respirometria

Abstract

The usual potato production system restricts cultivation in the same area for consecutive years. In order to overcome this limitation, a deep tillage system was developed with the incorporation of organic material. The objective of this work was to evaluate the microbial activity of the soil submitted to different soil management, with and without the incorporation of *Panicum maximum*; *Brachiaria brizantha* and maize for the cultivation of potatoes. The incorporation of *P. maximum* was able to maintain the microbiological activity of the soil stable during the cycle. The deep preparation presented higher potato productivity compared to the usual tillage.

Keywords: *Solanum tuberosum* L, sustainable system, respirometry

Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é originária da Cordilheira dos Andes, mas teve como centro de domesticação a Europa, onde foi introduzida em 1570 e, posteriormente, levada para América do Norte, tornando-se uma importante fonte alimentar, pois é rica em minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas de alta qualidade biológica (MELO et al., 2011). A batata ocupa a terceira posição mundial como fonte de alimento vegetal, com a produção de 330 milhões de toneladas em 18 milhões de hectares. A produção global do tubérculo está concentrada na China (20%), seguida pela Índia (13,2%) e Rússia (8,8%). O Brasil ocupa a 21ª posição com 1% de relevância no panorama mundial (FAOSTAT, 2015).

A produção de batata no Brasil apresenta alto custo devido à grande demanda de fertilizantes e produtos fitossanitários durante o ciclo da cultura. Além disso, utilizam-se cultivares oriundos da Europa, ou seja, sem adaptação ao clima brasileiro. O sistema de cultivo de batata adotado em quase todo território nacional foi importado da Europa, ou seja, o “pacote tecnológico” de manejo foi desenvolvido para as condições de clima e solo temperados e importados para o clima tropical (RAGASSI, 2011).

No Brasil, diferente do que ocorre na Europa, plantios sucessivos de batata na mesma área são inviáveis economicamente e ambientalmente devido à elevada incidência de doenças do solo como murcha bacteriana (*Ralstonia* spp.), sarna-comum (*Streptomyces* spp.), canela preta (*Pectobacterium* spp.), nematoides (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *Pratylenchus brachyurus*) e rizoctoniose (*Rizoctonia solani*). Segundo Honeycut et al. (1996), o plantio sucessivo de batata na mesma área pode gerar incidência de 58% de plantas com lesões causadas pelo fungo *R. solani*. Como consequência, existe a contínua migração da bataticultura para áreas novas. Logo, a forma de manejo da cultura precisa ser reformulada, de forma a prover ao solo as condições químicas, físicas e biológicas necessárias para que a produção não seja limitada por doenças de solo (RAGASSI et al., 2011).

Na busca de uma forma mais sustentável para a produção de batata em clima tropical, um sistema de preparo profundo de solo e sucessão de culturas com gramíneas (Sistema Paces) vem sendo avaliado (RAGASSI et al., 2009; COSTA et al., 2015; 2017). A estratégia do Sistema Paces é baseada em três conceitos principais: a) preparo de solo até a profundidade de 80 cm; b) sucessão de culturas com gramíneas e c) incorporação de palhada ao solo. Nesse sistema, gramíneas com alto potencial de produção de biomassa são cultivadas em sucessão com a cultura da batata, tendo como objetivo produzir grande quantidade de matéria seca para ser picada e incorporada ao solo, antes do plantio da batata. O conceito de preparo profundo consiste no uso de máquinas específicas para o sistema (RAGASSI et al., 2009) e realiza a correção química do solo a 60 cm de profundidade, subsolagem a 80 cm de profundidade e incorporação da palhada a 40 cm de profundidade (RAGASSI et al., 2009).

Dentre os objetivos do Sistema Paces está a melhoria da qualidade biológica do solo. Um dos parâmetros para a sua estimativa é o nível de atividade biológica, que compreende toda reação bioquímica catalisada pelos organismos edáficos e pode ser avaliada por meio da respirometria. A respirometria quantifica o índice de atividade microbiana geral, que compreende todos ou quase todos os processos realizados por micro-organismos aeróbicos do solo e pode ser feita de duas maneiras: a) pela medida do consumo de O₂ pelos microrganismos ou b) pela produção de CO₂

resultante da oxidação do material orgânico por organismos aeróbios de uma amostra de solo (D'ANDRÉA, et al. 2002; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A incorporação de resíduos vegetais em geral aumenta a população de bactérias e fungos benéficos ao solo capazes de inibir os patógenos (SILVA et al., 2017). No entanto, natureza físico-química dos materiais fornecidos ao solo interfere no metabolismo celular dos microrganismos e em suas funções no solo e, conseqüentemente, a quantidade de CO₂ emitida pelo solo pode ocorrer de maneira diferenciada, dependendo do tipo de material incorporado (KHALIL et al., 2005; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Souza et al. (2005), ao comparar sistemas de manejo de palhada da cana-de-açúcar com e sem incorporação, observou que o solo em que a palhada foi incorporada apresentou melhores atributos, tais como uma maior produção de colmos; maiores teores de matéria orgânica; estabilidade de agregados, macroporosidade e teor de água, além de menores valores de resistência do solo à penetração e densidade do solo.

O efeito do Sistema Paces sobre a atividade biológica do solo é desconhecido, porém relevante para se avaliar a qualidade do solo nesse sistema. O objetivo deste trabalho foi avaliar a respirometria do solo durante o ciclo da batata sob diferente manejo de solo (Sistema Paces x convencional) e com uso de diferentes espécies de gramínea (*Panicum maximum* cv. Tanzania, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Zea mays* híbrido comercial 2B-707 - Dow Agrosiences) como cultura em sucessão.

Material e métodos

O experimento foi instalado em campo na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), localizada em Piracicaba (São Paulo), altitude de 569 metros, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico Típico, textura argilosa, A moderado, com 0,69 hectares. Três espécies de gramíneas foram cultivadas e, posteriormente, incorporadas ao solo. Após a incorporação, o solo foi preparado para o plantio de batata (*Solanum tuberosum*).

O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, com três repetições e cinco tratamentos: 1. Sistema Paces (RAGASSI et al., 2009) com incorporação de palhada de *Panicum maximum* cv. Tanzania (capim tanzânia); 2. Sistema Paces com incorporação de palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim marandu); 3. Sistema Paces com incorporação de palhada de *Zea mays* híbrido comercial 2B-707 - Dow Agrosiences (milho); 4. Sistema de preparo convencional (RAGASSI et al., 2009) com incorporação de palhada de milho; 5. Testemunha: solo gradeado e sem incorporação de material orgânico. No total, foram feitas 15 parcelas com 7 metros de comprimento e 3,6 metros de largura. Contudo, considerou-se bordadura 1 metro no comprimento e 0,9 m na largura em todas as extremidades, resultando em uma parcela útil de 9 m².

A semeadura dos capins (marandu e tanzânia) foi realizada com o uso de semeadora de grão miúdo e, para o milho, foi utilizada semeadora de grão graúdo. O corte das gramíneas foi realizado aos 173 dias após o plantio (DAP) com uso de roçadora mecanizada. Foi necessário aguardar um período de uma semana para que a biomassa apresentasse aspecto de seco, favorecendo a operação de trituração da biomassa, que foi realizada utilizando-se triturador mecanizado equipado com martelos (modelo Tribar – Mafes Inteligência Agrônômica).

As espigas de milho foram colhidas e retiradas da área antes da roçagem. Uma operação com enxada rotativa (modelo Rotin – Mafes Inteligência Agrônômica) trabalhando à profundidade

de 5 cm foi realizada com a finalidade de arrancar as touceiras remanescentes e pré-incorporar a biomassa nos tratamentos com o Sistema Paces. Aos 186 DAP, o preparo profundo de solo nos tratamentos com o Sistema Paces teve início com o uso de um subsolador com alcance de 80 cm de profundidade (modelo Dreno – Mafes Inteligência Agronômica); a operação atingiu profundidade média de 70 cm.

Após a subsolagem, a incorporação da biomassa das gramíneas no Sistema Paces foi realizada com uso de uma enxada rotativa trabalhando a 40 cm de profundidade (modelo Turbo – Mafes Inteligência Agronômica). Por último, realizou-se uma operação de formação dos canteiros e incorporação da adubação de plantio para a batata a 15 cm de profundidade com uso da rotoencanteiradora modelo Roto – Mafes Inteligência Agronômica.

Para os tratamentos fora do Sistema Paces, o preparo de solo buscou seguir as operações convencionalmente adotadas. Assim, a incorporação da biomassa de gramíneas foi feita por meio de uma operação de gradeação a 20 cm profundidade, que foi seguida por uma operação de grade niveladora e, por último, uma operação de formação de canteiros e incorporação da adubação de plantio da batata a 15 cm de profundidade.

Após o preparo do solo foi realizado o plantio semi-mecanizado da batata, cultivar Atlantic, com tubérculos semente tipo II (entre 42 e 70 mm) (CEAGESP, 2015). A adubação da batata foi feita com a aplicação de 100 kg de potássio por hectare na forma de cloreto de potássio (KCl) e 4 kg de zinco por hectare forma óxido de zinco, no momento do preparo do solo com o implemento “Roto”. Na ocasião do plantio, com a plantadora modelo Ecoplan- Mafes Inteligência Agronômica, foram aplicados 60 kg de nitrogênio, 200 kg de fósforo e 45 kg de potássio, ambos por hectare. A emergência das plantas de batata ocorreu aos 11 DAP e aos 14 DAP foi feita a amontoa, formando-se camalhões de 30 a 35 cm de altura com seção trapezoidal. Aos 95 DAP dessecaram-se as ramas da batata com o herbicida Paraquat e, aos 110 DAP, foi iniciada a colheita semi-mecanizada dos tubérculos.

Foi realizada a amostragem palhada produzida pelas gramíneas (kg ha^{-1}), a fim de relacionar com a atividade microbiológica do solo. A coleta ocorreu anteriormente à incorporação, quando as gramíneas se encontravam picadas e secas sobre a superfície do solo. Foram realizadas 5 amostragens aleatórias por parcela. Contudo, não se realizou a coleta para o tratamento Testemunha, devido à ausência de gramínea. Ademais, como o preparo do solo anterior à semeadura das gramíneas não havia sido diferente, foram selecionados 15 pontos dentro de 3 parcelas aleatórias dos tratamentos contendo o milho como cultura para sucessão (tanto no Sistema Paces como no Preparo convencional). Desta forma, foram realizadas 15 amostragens por espécie de gramínea, com o auxílio de um quadro de 25 x 50 cm, disposto aleatoriamente dentro de cada parcela, totalizando 45 amostragens. Além disso, uma quantidade representativa de palha foi coletada e colocada em estufa de ventilação forçada a 60°C a fim de se obter o teor de matéria seca. A massa seca produzida por unidade de área foi, então, convertida para 1 hectare.

As amostras de solo para respirometria foram coletadas nas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, totalizando 30 amostras (cinco tratamentos x duas profundidades x três repetições). Cada amostra foi composta de três sub-amostras coletadas aleatoriamente em cada parcela com uso de um trado de caneco, com a ponteira de 25 cm de altura e 20 cm de diâmetro, e depois homogeneizadas e peneiradas. As coletas foram realizadas em cinco épocas: 23 dias antes do plantio (T1), 1 dia antes do plantio (T2), 24 DAP (T3), 45 DAP (T4) e 80 DAP (T5) e as amostras foram enviadas para o

Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ, onde foram submetidas à análise de respirometria pelo método de Alef (1995).

Os tempos analisados estatisticamente foram apenas T3, T4 e T5, desconsiderando-se T1 e T2. Isso foi necessário porque se desejou avaliar o efeito da incorporação a longo prazo, ou seja, com a atividade biológica já estabilizada. A amostragem em T1 ocorreu antes da incorporação, não sendo interessante a comparação dos tratamentos em T1 com outros momentos para avaliar o efeito da incorporação. Do mesmo modo, T2 não foi considerado nas análises estatísticas. Nesse período a atividade microbiana se encontrou elevada e não estabilizada, por efeito da palhada recém-incorporada.

Para a amostragem da produtividade da cultura da batata, os tubérculos foram colhidos e imediatamente pesados e o valor obtido na parcela útil de 9 m² foi convertido em toneladas por hectare.

Os dados obtidos com a produção de palhada, respirometria e produtividade de batata foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk. Posteriormente, os dados de respirometria foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias entre tratamentos para cada época de coleta e também entre as épocas para cada tratamento. As análises foram realizadas separadamente para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm. Para a produtividade de palha e produtividade de batata, foi realizada a análise de variância seguida do teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas com uso do software R versão 2.15.3.

Resultados e discussão

O capim tanzânia apresentou significativamente maior quantidade de resíduo vegetal, seguido da braquiária e do milho (Figura 1). Os mesmos resultados foram obtidos por Batista et al. (2011) em experimento com forrageiras em consórcio com milho. De forma semelhante, Silva et al. (2016) observou que a massa seca da parte área acumulada pelo gênero *Panicum* foi significativamente superior à do gênero *Brachiaria*.

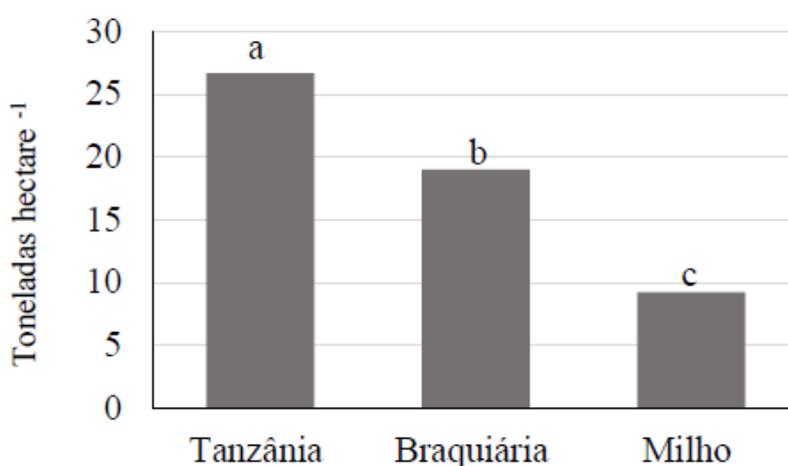


Figura 1 - Média da produção de biomassa em toneladas por hectare para o *Panicum Maximum* (tanzânia), *Brachiaria brizantha* (marandu) e *Zea Mays* (milho). Médias com letras diferentes diferem estatisticamente entre si ($p < 0,5$) pelo teste de Tukey.

Os resultados das análises de respirometria do solo apontaram variação significativa na quantidade de CO₂ produzido, sendo estas variações temporais e entre tratamentos, indicando que o tempo, o manejo, e a incorporação de palhada tiveram impacto na atividade biológica do solo (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Quantificação de CO₂ produzido pelos microrganismos do solo em cinco épocas durante o ciclo da batata para os tratamentos propostos na profundidade de 0 a 20 cm.

Tratamento	Época de coleta				
	T1	T2	T3	T4	T5
	mg CO ₂ /g solo.7dias				
Testemunha	1,7	1,3	1,6bAB	1,0bB	2,2aAB
Convencional	4,5	4,7	1,4bB	2,2aAB	2,1aAB
S.P. com tanzânia	4,8	4,6	2,5bA	3,5aA	3,0abA
S.P. com marandu	7,1	3,9	2,0abAB	1,4bB	2,3aAB
S.P. com milho	3,2	2,2	1,3aB	1,4aB	1,3aB

Médias com letras diferentes, minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p<0,5$). O Sistema Paces está representado pela abreviação S.P.

Os tratamentos testemunha, convencional e S.P. com capim tanzânia, na profundidade de 0 a 20 cm, apresentaram valores de produção de CO₂ mais elevados para época T4 e T5 quando comparados à época T3. Provavelmente, devido ao aumento da temperatura do solo em relação as épocas de coleta. O clima local é classificado como Cwa segundo a Köppen e Geiger (1928), ou seja, temperaturas amenas nos meses de junho a agosto. A última época de coleta (T5) ocorreu em meados de setembro, onde temperatura média mensal dobra em relação ao mês da primeira coleta. Como o metabolismo dos organismos do solo atendem às leis da termodinâmica, o aumento da temperatura gera aceleração da velocidade das reações como a degradação da matéria orgânica (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006) e, conseqüentemente, maior liberação de CO₂.

Tabela 2 - Quantificação de CO₂ produzido pelos microrganismos do solo em cinco épocas durante o ciclo da batata para os tratamentos propostos na profundidade de 20 a 40 cm

Tratamento	Época de coleta				
	T1	T2	T3	T4	T5
	mg CO ₂ /g solo.7dias				
Testemunha	1,4	0,8	1,3aA	0,6aB	1,3aB
Convencional	3,5	1,3	1,2aA	1,1aB	1,1aB
S.P. com Tanzânia	5,3	3,1	1,8bA	3,0aA	3,3aA
S.P. com marandu	4,8	4,1	1,8aA	0,8aAB	0,9aAB
S.P. com milho	2,8	1,9	1,8aA	0,8bB	0,9bB

Médias com letras diferentes, minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna, diferem significativamente ($p<0,5$) pelo teste de Tukey. O Sistema Paces está representado pela abreviação S.P.

Outro fator que eleva a microbiota do solo é a liberação de exsudados pelo sistema radicular da planta. Segundo Cardoso e Andreote (2016), os organismos presentes no solo têm a nutrição

deficiente pela falta de compostos orgânicos energéticos no solo. Contudo, as plantas são capazes de secretar até 40% dos fotoassimilados para o solo, através das raízes. Desta forma, quanto mais desenvolvido o sistema aéreo e radicular da batata, maior é o fornecimento e carbono para o solo elevando a atividade metabólica do mesmo. Na ocasião da primeira coleta, a batateira estava no período de crescimento vegetativo, onde dá início ao desenvolvimento foliar, radicular e fotossíntese, logo, pouca produção de carbono para ser excretado. Na coleta T4 a planta entrou no período de tuberação, onde os fotoassimilados são usados prioritariamente na formação de estolões e tubérculo, sendo o excedente liberado no solo, já aos 80 DAP, coleta T5, fase de enchimento de tubérculos, a planta atingiu o desenvolvimento vegetativo máximo, possibilitando maior liberação de carbono pelas raízes a fim de aumentar o aporte nutricional dos microrganismos do solo.

Para o tratamento do S. P. com incorporação de marandu a época T3 não diferiu da época T5, provavelmente devido a decomposição da grande quantidade de massa radicular produzida durante o ciclo do capim marandu. Em experimento comparando o gênero *Panicum* ao gênero *Brachiaria* Cunha et al. (2010) constataram que com a adubação nitrogenada de 300 kg ha⁻¹ a densidade radicular do capim marandu é de 1,21 g dm³ enquanto a do capim tanzânia é de 0,72 g dm³.

O tratamento do Sistema Paces com incorporação de milho não diferiu do tratamento testemunha e não sofreu influência do período de coleta, em ambas profundidades. Logo, não é possível constatar a eficiência deste tratamento em aumentar a atividade microbiana do solo. Assume-se, dessa maneira, que a biomassa de milho incorporada (9,2 toneladas ha⁻¹), não foi suficiente para proporcionar resultados significativamente maiores que o tratamento testemunha.

Para a profundidade de 20 a 40 cm a época de coleta influenciou todos os tratamentos que houve Sistema Paces com incorporação de material vegetal a profundidade de 40 cm. Pois, o maior fornecimento de resíduo vegetal no solo aumenta a atividade microbiana, logo, os tratamentos sem adição de material orgânico da camada de 20 a 40 cm obtiveram a produção de CO₂ menor nesta camada. Em experimento com palhada de cana Yamaguchi et al., (2017) obtiveram resposta linear do aumento da respirometria em função da quantidade de palha adicionada ao solo.

Tendo o tratamento testemunha como base (Figura 2), o tratamento do S. P. com incorporação de capim tanzânia foi aquele com o potencial de manter uma atividade biológica considerável entre os tempos T1 e T4 visto que, diferentemente dos outros tratamentos, apresentou valores respirométricos bem acima dos obtidos pelo tratamento testemunha.

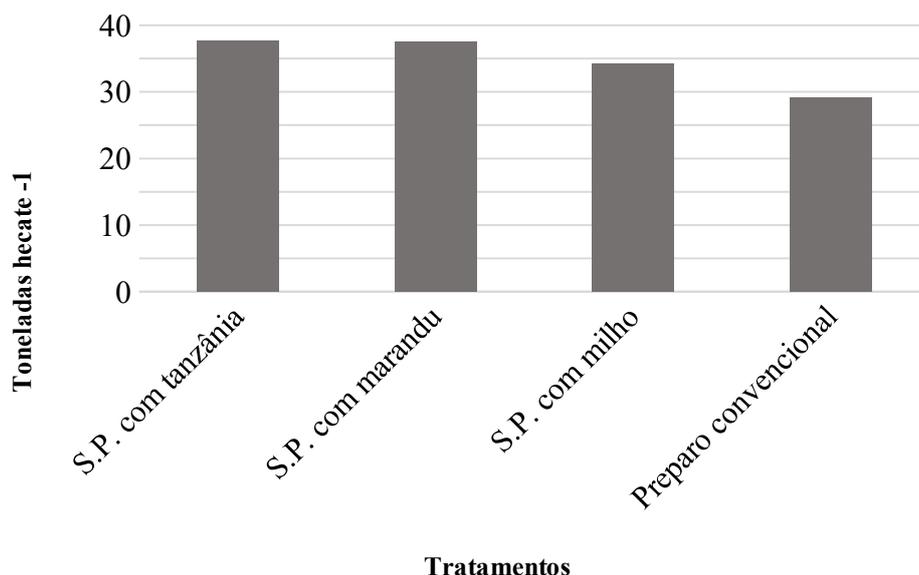


Figura 2 - Média da taxa de carbono produzido (mg CO₂/g solo.7dias) para a profundidade de 0 a 40 cm para os tratamentos testemunha e S.P. com tanzânia para as cinco épocas de coleta.

Em relação à produtividade de batata (Figura 3) não houve diferença entre os tratamentos com incorporação de capim tanzânia e de marandu, que apresentaram maior produção do tubérculo quando comparado ao tratamento com incorporação de milho. Provavelmente devido à menor produção de palhada e à menor atividade biológica do solo obtidas pelo tratamento P.S. com milho. O preparo convencional obteve a menor produção de batata dentre todos os tratamentos. Ou seja, a diferença de produtividade tem influência, além da espécie de gramínea incorporada, do tipo de preparo do solo, que é mais raso que o realizado nos tratamentos com S.P.

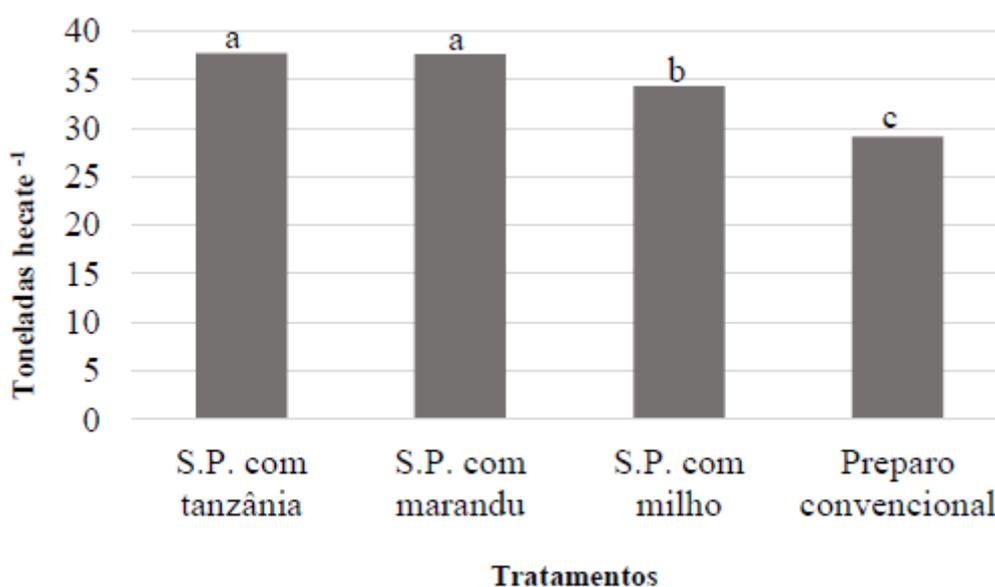


Figura 3 - Produção de batata em toneladas por hectare para os tratamentos com Sistema Paces e preparo Convencional do solo

Conclusão

A incorporação de 26,7 toneladas ha⁻¹ de capim tanzânia foi suficiente para manter a atividade microbiológica do solo acima da obtida no tratamento testemunha, durante todo o período do ciclo da batata (108 dias), em todo o perfil do solo de 0 a 40 cm.

O tratamento com incorporação profunda de 19 toneladas ha⁻¹ de marandu não diferiu estatisticamente daquele com tanzânia a não ser no período anterior à incorporação. Porém, em valores absolutos, a atividade microbiana com incorporação de tanzânia foi consideravelmente superior, apresentando um comportamento proporcional à biomassa incorporada.

Não houve diferença na produtividade de batata entre a incorporação de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha*, enquanto que com a incorporação de *Zea mays*, a produtividade foi significativamente menor. A produtividade em preparo convencional demonstrou ser menor que nos tratamentos do Sistema Paces.

Referências bibliográficas

ALEF, K. Soil respiration. In: **Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press. p. 234 – 245, 1995.

BATISTA, K.; DUARTE, A.P.; CECCON, G.; DE MARIA, I.C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1154-1160, 2011.

CARDOSO, J. B. N.; ANDREOTE, F.D. **Microbiologia do Solo**. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 225 p

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de classificação**. Disponível na internet <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/batata.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2018.

COSTA, C.F.A.; MELO, P.C.T.; GUERRA, H.P.; RAGASSI, C.F. Soil properties and agronomic attributes of potato grown under deep tillage in succession of grass species. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.1, p.75-81, 2017.

COSTA, C.F.A.; MELO, P.C.T.; RAGASSI, C.F.; LAZZARINI, P.R.C.; FERRONATO, E.M.; MARTINS, E.A.S.; ARAÚJO, T.H. Crescimento da batateira em sistema de preparo profundo de solo e sucessão de poáceas. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.1, p.51-58, 2015.

CUNHA, F.F.; RAMOS, M.M.; DE ALENCAR, C.A.B.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; DE OLIVEIRA, R.A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.351-357, 2010.

DA SILVA, J.M.; DE MEDEIROS, E.V.; DUDA, G.P.; DE BARROS, J.A.; DOS SANTOS, J.J. Fames and microbial activities involved in the suppression of cassava root rot by organic matter. **Revista Caatinga**, v.30, n.3, p.708 – 717, 2017.

DA SILVA., M.G.; ORIVALDO A.R.F.; ALVES, M.C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, v.67, n.2, p.335-347, 2008.

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.4, p.1047-1054,2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção da Batata**. Sistemas de Produção, v.8. 2015. 252 p

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Food and agriculture data**. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 05 de outubro de 2018.

HONEYCUTT, C.W.; CLAPHAM, W.M.; LEACH, S.S. Crop rotation and N fertilization effects on growth, yield, and disease incidence in potato. **American Potato Journal**, v.73, p.45– 61, 1996.

KHALIL, M.I.; HOSSAIN, M. B.; SCHIMIDHALTER, U. Carbon and Nitrogen Mineralization in Different Upland Soils of Subtropic Treated with Organic Materials. **Soil Biology and Biochemistry**, v.37, p.1507-1518, 2005.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MELO, P.C.T.; ROSSI, F.; MELO, M.F.F.T.; MELO, R.A. Valor Nutricional da Batata. In: Zambolim, L. (ed.) **Produção Integrada da Batata**. UFV - Departamento de Fitopatologia. Viçosa, MG.2011.511p

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Metabolismo e Processos Microbianos**. In: **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2ª ed, cap. 4, p. 163-201. 2006b.

RAGASSI, C.F.; FAVARIN, J.L.; MELO, P.C.T. de; SHIRAIISHI, F.A.; SAKO, H. Qualidade do solo e sustentabilidade na cultura da batata. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.10, n.2, p.88-103, 2011.

RAGASSI, C.F.; FAVARIN, J.L.; SHIRAIISHI, F.A.; MOITA, A.W.; SAKO H.; MELO, P.C.T. Efeito da descompactação profunda de solo na produção da cultura da batata. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.4, p.484-489, 2009.

SILVA, G.O.; STOKER, G.; PONIJALEKI, R.; PEREIRA, A.S. Rendimento de tubérculos de três cultivares de batata sob condições de estiagem. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.216-219, 2013.

SILVA, J.L.; RIBEIR, K.G.; HERCULANO, B.N.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, R.C.A.; SOARES, L.F.P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.3, p. 342-348,2016.

SOUZA, Z.M.; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, 2005.

YAMAGUCHI, C.S.; RAMOS, N.P.; CARVALHO, C.S.; PIRES, A.M.M.; DE ANDRADE, C.A. Decomposição da palha de cana-de-açúcar e balanço de carbono em função da massa inicialmente aportada sobre o solo e da aplicação de vinhaça. **Bragantia**, v.76, n1, 2017.

Recebido em 24/10/2018

Aceito em 08/11/2018