

ADUBAÇÃO DE MILHO CRIOULO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ASSOCIAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*

Tatiane Melo de Lima¹, Pamela Raiane Pelegrini Pascoal², Fabio Janoni Carvalho³, Regina Maria Quintão Lana⁴

RESUMO – A adubação orgânica do milho crioulo com resíduos agropecuários pode aumentar a produtividade e a sustentabilidade de propriedades de agricultores familiares. A cafeicultura e a avicultura geram grande quantidade de resíduos com potencial para contribuir na poluição ambiental, no entanto, o uso desses resíduos como fontes de adubos orgânicos pode mitigar os impactos ambientais dessas atividades. Além disso, associar a adubação orgânica com a inoculação com *Azospirillum brasilense* pode reduzir a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados. O experimento foi instalado em Monte Carmelo-MG cujo objetivo foi avaliar o efeito de adubos orgânicos provenientes da mistura de casca de café e cama de peru sobre o desenvolvimento vegetativo de milho crioulo, bem como, a influência da inoculação das sementes com *A. brasilense*. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial (2x7) com três repetições, tendo como fatores a inoculação das sementes com *A. brasilense* (com e sem inoculação) e sete adubos orgânicos proveniente da mistura de diferentes proporções de casca de café e cama de peru. Verificou-se que as plantas de milho apresentaram maior desenvolvimento vegetativo quando submetidas a adubos compostos pela mistura dos resíduos. A adubação orgânica promove maior desenvolvimento vegetativo do milho em comparação com a adubação mineral. A inoculação com *A. brasilense* apresenta maior eficiência quando associada à adubação orgânica.

Palavras chave: adubação orgânica, cama de peru, casca de café, nutrição mineral de plantas.

FERTILIZATION OF CREOLE MAIZE WITH ORGANIC WASTE IN ASSOCIATION WITH *Azospirillum brasilense*

ABSTRACT - Organic fertilization of creole maize with agricultural residues can increase the productivity and sustainability of farmer family farms. Coffee cultivation and avian production generate a large amount of waste with high pollution potential, however, the use of this waste as an organic fertilizer can mitigate the environmental impacts of these activities. In addition, associating the organic fertilization with inoculation by *A. brasilense* can also reduce the application of nitrogen fertilizers. The aim this study was to evaluate the effect of organic fertilizers from the coffee husk and turkey manure mixture on the vegetative development of traditional creole maize as well as the influence of seed inoculation with *A. brasilense*. The experiment was carried out in randomized block design, with three replications in factorial arrangement. The factors were inoculation of the seeds with *A. brasilense* (with and without inoculation) and seven organic fertilizers proved the mixture of different proportions of coffee husk and turkey manure. It was verified that corn plants had greater development when submitted to fertilizers formed by the mixture of the residues. Organic fertilization promotes greater vegetative development of maize compared to mineral fertilization. The inoculation with *A. brasilense* shows higher efficiency when associated with organic fertilization.

Keywords: coffee husk, mineral nutrition of plants, organic fertilization, turkey manure.

¹ Professora da Universidade Federal de Uberlândia.

² Estudante do Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia.

³ Doutorando da Universidade Federal de Uberlândia

⁴ Professora da Universidade Federal de Uberlândia



INTRODUÇÃO

As sementes crioulas desempenham um papel relevante na sustentabilidade dos sistemas de produção da agricultura camponesa na América Latina (Food and Agriculture Organization – FAO, 2017). São elas que garantem a preservação do patrimônio genético das plantas cultivadas, segurança e soberania alimentar das famílias agricultoras (Mazalla Neto e Bergamasco, 2017; Paulito e Boni, 2017). No Brasil, o cultivo de milho crioulo contribui com a soberania alimentar dos agricultores familiares, principalmente, daqueles que possuem sistemas produtivos de baixo nível tecnológico (Meneguetti et al., 2002; Carpentieri-Pípolo et al., 2010). Estima-se que no Brasil 67% dos estabelecimentos de produção de milho possuem nível tecnológico baixo ou marginal (Cruz et al., 2010).

O cultivo de variedades de milho crioulo por agricultores de baixo nível tecnológico se configura como a alternativa mais apropriada para garantir a sustentabilidade agropecuária da propriedade, pois fornece sementes para o plantio da próxima safra, reduz custos e garante a produção de alimentos para a família e animais. (Carpentieri-Pípolo et al., 2010). As variedades crioulas são adaptadas a solos de baixa fertilidade, requerem menos investimentos em insumos agrícolas e apresentam desempenho produtivo superior aos híbridos de milho cultivados em sistemas com baixo uso tecnologias (Meneguetti et al., 2002; Carpentieri-Pípolo et al., 2010).

Nesse contexto, o desenvolvimento de pesquisas que possam melhorar a nutrição mineral das variedades de milho crioulo cultivados em solos de baixa fertilidade podem contribuir com o aumento da produtividade e com a sustentabilidade do sistema de produção da agricultura familiar (Cruz et al., 2006; Primo et al., 2012; Araújo et al., 2013). Barros et al. (2018) constataram que a utilização de cama de frango como adubo orgânico promoveu incrementos de até 50% na produtividade do milho cultivado em solo de baixa fertilidade. Santos et al. (2010) afirmaram que a substituição de fertilizantes químicos pelo uso de resíduos orgânicos é uma prática interessante para agricultores familiares, pois em suas propriedades esses materiais estão normalmente disponíveis (Santos et al., 2010).

Ademais, o suprimento da elevada demanda por nitrogênio pela cultura milho pode ser realizada através da utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (Hungria et al., 2010). Recentemente, diversas pesquisas

tem apresentado resultados satisfatórios com a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico do gênero *Azospirillum* na cultura do milho (Araújo et al., 2014; Costa et al., 2015; Szilagy-Zecchin et al., 2017).

Na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba a cafeicultura e avicultura possuem grande importância econômica para os agricultores familiares, entretanto, tais atividades geram quantidades expressivas de resíduos. Os resíduos gerados nessas atividades são potencialmente impactantes ao meio ambiente, mas, também, apresentam grande potencialidade para utilização agrícola. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de adubos orgânicos provenientes da mistura de casca de café e cama de peru sobre o desenvolvimento vegetativo de milho crioulo, bem como, a influência da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Campus de Monte Carmelo (coordenadas geográficas: 18°43'28.1" S e 47°31'26.0" W, altitude 890 m), em casa de vegetação. O clima do local apresenta uma estação seca e uma chuvosa bem definidas, com Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw (Reibota et al., 2015). O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (Santos et al., 2013), foi coletado na profundidade de 20 – 50 cm do perfil para evitar o efeito residual de adubações anteriores. A caracterização química do solo pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química do solo

Atributos químicos	Teores
pH H ₂ O	5,4
Al ³⁺	0,3 cmolc dm ⁻³
P	3,3 mg dm ⁻³
Mg ²⁺	0,3 cmolc dm ⁻³
K	0,16 cmolc dm ⁻³
Ca ²⁺	0,3 cmolc dm ⁻³
MO	3,4 dag kg ⁻¹
CTC	5,3 cmol _c dm ⁻³
B	0,21 mg dm ⁻³
Cu	0,9 mg dm ⁻³
Fe	21 mg dm ⁻³
Mn	0,6 mg dm ⁻³
Zn	1,0 mg dm ⁻³

pH água (1:2,5); P, K, Cu, Fe, Mn, Zn = (M1: HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ = (KCl mol L⁻¹); Cu, Fe, Mn, Zn = [DTPA: 0,005 mol L⁻¹ + CaCl 0,01 mol L⁻¹ + TEA 0,1 mol L⁻¹ a pH 7,3].

Os resíduos (casca de café e cama de peru) foram coletados em propriedades rurais do município de Monte Carmelo. Esses materiais foram alocados na área experimental em pilhas de compostagem com formato trapezoidal, cada resíduo foi distribuído em uma pilha separada. O processo de compostagem foi monitorado diariamente para aferição da temperatura e umidade, que foram mantidas na faixa de 55 - 65 °C e 50 - 60%, respectivamente. Esses fatores foram ajustados através da adição de água e do revolvimento da leira sempre que valores próximos ao limite crítico foram alcançados. Aos 45 dias o composto atingiu temperatura ambiente e atingiu a fase de maturação. Em seguida foi realizada a caracterização química dos compostos cama de peru e casca de café no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Uberlândia (Tabela 2). As determinações foram efetuadas conforme o método descrito por Tedesco et al. (1995).

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com 3 repetições, em arranjo fatorial (2x7), tendo como fatores a inoculação das sementes com *A. brasilense* (ausência e presença) e adubação (5 adubos orgânicos, 1 adubo mineral e 1 sem adubo). Cada parcela foi constituída por um vaso com volume de 10 litros, com quatro plantas por vaso.

Os adubos orgânicos foram preparados com as seguintes proporções dos compostos de cama de peru

(CP) e casca de café (CC): 1 - 20CP20CC (60% solo+20% de CP +20% CC); 2 - 10CP30CC (60% solo+10% de CP +30% CC); 3 - 30CP10CC (60% solo+30% de CP +10% CC); 4 - 40CC (60% solo+0% de CP +40% CC); 5 - 40CP (60% solo+40% de CP+0% CC). Adicionalmente, foram incluídos mais dois tratamentos, um sem adubação e outro com adubação mineral, que recebeu 250 kg ha⁻¹ da formulação N-P₂O₅-K₂O 4-14-8 na semeadura, e 100 kg ha⁻¹ de uréia na adubação de cobertura, 20 dias após a semeadura.

As sementes foram inoculadas no momento da semeadura, para isso foi utilizado um inoculante líquido à base de *A. brasilense*, na concentração de 2x10⁸ UFC ml⁻¹, na dose de 150 ml do produto para 50 kg de sementes. As sementes submetidas a inoculação foram condicionadas em sacos plásticos onde o produto foi adicionado e homogeneizado. A semeadura ocorreu no dia 15 de maio de 2015.

Os dados foram coletados na fase vegetativa da cultura, aos 40 e 60 dias após semeadura (DAS), utilizando-se duas plantas por vaso. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (ALT), número de folhas (NFOL), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA). Os dados foram submetidos aos testes de normalidade, homogeneidade e aditividade. Quando as pressuposições foram atendidas realizou-se a análise de variância pelo teste F e teste

Tabela 2 - Composição química dos compostos orgânicos

Atributos químicos	Unidade	Cama de Peru	Casca de Café
pH (CaCl ₂)		8	7
N total	g kg ⁻¹	1,68	1,78
MO Total	g kg ⁻¹	46,77	77,49
Carbono total	g kg ⁻¹	25,98	43,05
Carbono orgânico	g kg ⁻¹	20,97	31,65
Relação C/N		15,46	24,18
Fósforo (P ₂ O ₅)	g kg ⁻¹	4,2	0,23
Potássio (K ₂ O)	g kg ⁻¹	2,10	1,85
Cálcio	g kg ⁻¹	1,89	0,52
Magnésio	g kg ⁻¹	0,46	0,17
Enxofre	g kg ⁻¹	0,10	0,11
Boro	mg kg ⁻¹	40	29
Cobre	mg kg ⁻¹	140	16
Ferro	mg kg ⁻¹	1206	627
Manganês	mg kg ⁻¹	448	40
Zinco	mg kg ⁻¹	561	17
Sódio	mg kg ⁻¹	2396	88

Metodologia de análise: N - [N Total] = Digestão Sulfúrica; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico; B = Colorimétrico Azometina-H.



de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando a composição química dos compostos (Tabela 2), verificou-se que o potássio (K) é o nutriente em maior concentração nos dois compostos, sendo que o composto produzido com casca de café possui maior teor de carbono e nitrogênio e a cama de peru apresenta maiores teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na). Portanto, a cama de peru possui maiores quantidades de macro e micronutrientes disponíveis em relação à casca de café, associado com menor teor de carbono total.

Os compostos de cama de peru e casca de café (Tabela 2) apresentaram relação C/N igual a 15 e 24, respectivamente. De acordo com Brady; Weil (2013), relação C/N próximo de 25 mantém um equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização. Valores superiores causam imobilização líquida, enquanto que valores inferiores promovem mineralização líquida de N ao solo. Compostos com relação C/N menor que 25, proporcionam a liberação do nitrogênio em quantidade suficiente para atender às necessidades dos microrganismos e logo após sua decomposição, parte do nitrogênio é liberada para a solução do solo, aumentando sua disponibilidade para as plantas.

Na Tabela 3 são apresentados os teores de nitrogênio total, carbono total e relação C/N dos adubos orgânicos testados. Verifica-se que a relação C/N dos adubos provenientes de misturas variaram de 17 a 21, de modo que a maior relação foi obtida com o adubo com maior proporção de casca de café (10CP30CC: relação C/N = 21). A mistura de compostos com diferentes teores de carbono pode favorecer o equilíbrio da relação C/N dos adubos e, a longo prazo, o suprimento de resíduos

orgânicos mais duradouros e estáveis podem contribuir com o incremento do teor de matéria orgânica no solo (Muzilli, 1996; Brady e Weil, 2013; Partey et al., 2013).

Neste estudo, a cama de peru teve maior participação no fornecimento de nutrientes às plantas e a casca de café na incorporação de carbono ao solo. A mistura de compostos com alta e baixa relação C/N melhoram a qualidade do adubo orgânico, pois aumentam a mineralização do nitrogênio e a disponibilidade de N na solução do solo, isto por sua vez, pode elevar a produtividade das culturas e reduzir custos de produção por exigir menor quantidade de fertilizantes nitrogenados (Partey et al., 2012; Partey et al., 2014).

A adubação orgânica e a inoculação das sementes com *A. brasilense* influenciaram o desenvolvimento vegetativo do milho crioulo. Verificou-se interação entre esses fatores apenas para o número de folhas aos 40 DAS. O número de folhas aos 60 DAS, altura de planta, massa fresca e seca da parte aérea aos 40 e 60 DAS foram influenciadas significativamente pela adubação e inoculação, entretanto não houve interação entre os fatores.

Na Tabela 4 observa-se o número de folhas aos 40 DAS de plantas provenientes de sementes inoculadas (presença) e não inoculadas (ausência) para todos os adubos testados. Nota-se que as plantas submetidas à adubação mineral tiveram menor número de folhas na presença de *A. brasilense*. Salienta-se que na adubação mineral o suprimento energético dos microrganismos (*A. brasilense*) é realizado, majoritariamente, por compostos carbônicos exsudados pelas raízes (Geddes et al., 2015). Em ambientes em que esta é a principal fonte de carbono, os microrganismos estimulam uma maior exsudação através da liberação de hormônios na rizosfera, assim os fotoassimilados que seriam utilizados no desenvolvimento das plantas são liberados pelas raízes,

Tabela 3 - Relação C/N, carbono total, nitrogênio total dos adubos orgânicos provenientes das misturas de palha de café e cama de peru

Adubos orgânicos	C/N	carbono total (g kg ⁻¹)	nitrogênio total(g kg ⁻¹)
20CP20CC	1/19	34,52	1,73
10CP30CC	1/21	38,78	1,76
30CP10CC	1/17	30,25	1,71
40CC	1/25	43,05	1,78
40CP	1/15	25,98	1,68

Tabela 4 - Número de folhas de plantas de milho crioulo aos 40 DAS para diferentes adubações em associação com *A. brasilense*

Adubo	Presença <i>Azospirillum brasilense</i>	Ausência <i>Azospirillum brasilense</i>
Sem adubação	5, 00 Ab	6, 00 aB
40CC	7, 17 aA	6, 83 aB
30CP10CC	8, 00 aA	8, 00 aA
10CP30CC	7, 66 aA	8, 50 aA
40CP	7, 83 aA	6, 83 aB
20CP20CC	7, 43 aA	8, 17 aA
Adubação mineral	5, 67 bB	7, 17 aB
CVAdubo = 7,71	CV inoc.(%) =10,7	

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

isto por sua vez, pode limitar o crescimento vegetal (Savka et al., 2002; Geddes et al., 2015).

Analisando o efeito da adubação para presença de *A. brasilense* aos 40 DAS, o maior desenvolvimento vegetativo das plantas foi obtido em todos os tratamentos que receberam adubação orgânica, com três folhas a mais quando comparado ao tratamento sem adubação e com adubação mineral. Na ausência do inoculante os adubos que possuem em sua composição as duas fontes orgânicas 30CP10CC; 10CP30CC; 20CP20CC tiveram maior número de folhas (Tabela 4).

Tal resposta sugere que a adubação orgânica beneficiou o efeito das bactérias *A. brasilense* na fase vegetativa do milho crioulo. Possivelmente, a adição de carbono e nutrientes ao solo promoveu o aumento da atividade dessas bactérias (Tabela 4). O fornecimento de carbono na região da rizosfera pode aumentar a eficiência de microrganismos introduzidos em ambiente não estéril, pois a competitividade por carbono com a microbiota nativa pode ser minimizada (Geddes et al., 2015). Diversos trabalhos demonstram que a interação entre as bactérias diazotróficas, microbiota do solo, característica genética das plantas e condições ambientais, interferiram nas respostas à inoculação (Savka et al., 2002; Roesch et al., 2006; Hungria, 2011; Geddes et al., 2015).

Para as demais características fitotécnicas (Tabela 5), nota-se que o crescimento vegetativo das plantas foi estimulado pelo uso de adubos orgânicos, as plantas submetidas a estes tratamentos apresentaram maior número de folhas, altura de planta e acúmulo de massa fresca e seca em comparação às plantas submetidas à adubação mineral e não fertilizadas. As plantas que

tiveram maior desenvolvimento foram provenientes da adubação com 30CP10CC; 10CP30CC; 20CP20CC e 40CP aos 40 e 60 DAS.

Em relação ao efeito do inoculante (Tabela 5), verificou-se que plantas de milho provenientes de sementes não inoculadas apresentaram a maior altura e maior acúmulo de massa fresca aos 40 DAS. Entretanto, nota-se que aos 60 DAS essas diferenças não foram observadas, uma vez que os tratamentos com e sem inoculação não apresentaram diferenças significativas. O menor crescimento das plantas em associação não-simbiótica com *A. brasilense* aos 40 DAS pode estar relacionado ao elevado gasto energético da planta com a liberação de exsudados radicular para o fornecimento de energia para bactérias diazotróficas (Talbyos et al., 2014; Geddes et al., 2015; Souza, 2017). Tal fato pode ser atribuído a liberação de auxinas pelas bactérias diazotróficas na rizosfera, que estimula a liberação de exsudados pelas plantas (Talbyos et al., 2014). As plantas podem liberar até 20% dos fotossintatos por exsudação radicular, resultando em um importante gasto energético para as plantas (Geddes et al., 2015).

Muitas pesquisas apresentam respostas positivas à inoculação com a *A. brasilense* (Kappes et al., 2013; Araújo et al., 2014; Costa et al., 2015; Szilagyi-Zecchin et al., 2017), mas ainda não há um consenso sobre os benefícios da sua utilização. De acordo com Reis (2007) a inconsistência nos resultados de pesquisa ligados a utilização da inoculação com essas bactérias tem sido atribuída aos seguintes fatores: condições edafoclimáticas onde os experimentos são conduzidos, interação das bactérias fixadoras de nitrogênio com a biota do solo, número de bactérias por semente, a qualidade fisiológica da semente, e por fim, falta o



Tabela 5 - Número de folhas aos 60 DAS, altura de plantas (ALT), massa fresca e seca aos 40 e 60 DAS

Adubo	NFOL	ALT (cm)		Massa fresca (g)		Massa seca (g)	
	60 DAS	40 DAS	60 DAS	40 DAS	60 DAS	40 DAS	60 DAS
S/adubação	6, 16 c	22, 2 c	28, 8 c	10, 5 b	19, 88 b	1, 18 b	2, 7 b
40CC	8, 33 b	31, 2 b	39, 0 b	27, 6 b	87, 45 b	3, 26 b	14, 7 b
30CP10CC	10, 50 a	50, 2 a	75, 7 a	95, 3 a	262, 7 a	9, 6 a	44, 8 a
10CP30CC	9, 00 a	50, 5 a	69, 5 a	112, 3 a	224, 0 a	10, 8 a	35, 6 a
40CP	9, 83 a	51, 2 a	70, 2 a	84, 8 a	226, 9 a	8, 4 a	28, 8 a
20CP20CC	9, 50 a	52, 1 a	71, 0 a	80, 2 a	195, 0 a	11, 0 a	31, 6 a
Mineral	7, 50 b	29, 7 b	40, 0 b	22, 3 b	49, 6 b	2, 5 b	6, 9 b
Com inoc.	8, 35b	39, 2b	55, 2 a	52, 8b	143, 4 a	1, 0 a	21, 0 a
Sem inoc.	9, 02a	43, 0a	57, 6 a	70, 9 a	161, 1 a	1, 3 a	26, 1 a
CV Adubo (%)	7, 7	17, 6		41, 70		58, 15	
CV inoc. (%)	10, 8	10, 5		35, 05		63, 11	

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

desenvolvimento de estirpes bacterianas específicas para as culturas em que se pretende utilizar tal tecnologia.

A resposta à inoculação indica que mais pesquisas são necessárias para o aumento da eficiência e resposta dos *A. brasilense* no cultivo do milho crioulo. Contudo, a utilização dos resíduos provenientes da avicultura e cafeicultura como adubos orgânicos apresentam resultados promissores, de modo que sua utilização permite a redução de fertilizantes minerais, reduz a poluição ambiental e contribui com a sustentabilidade dos sistemas de produtivos, principalmente em propriedades de agricultores familiares.

O reaproveitamento de resíduos da cafeicultura e avicultura representa uma estratégia de manejo eficaz para promover o aumento da fertilidade do solo e do potencial produtivo das culturas. Essa técnica é, especialmente, recomendada para agricultores familiares que possuem áreas solos de baixa fertilidade, com baixa capacidade de troca catiônica, pobre em nutrientes, baixo teor de carbono e degradados. A adição de compostos orgânicos e a manutenção da palhada no solo promove o acúmulo de matéria orgânica nas camadas superficiais, ocasionando, conseqüentemente, no aumento da disponibilidade de alguns nutrientes nessas camadas (Andrade et al., 2003; Brady e Weil, 2013).

CONCLUSÕES

Os adubos orgânicos produzidos com cama de peru e casca de café promovem maior desenvolvimento vegetativo do milho em comparação com a adubação mineral.

Os compostos nas proporções de 30CP10CC; 10CP30CC; 20CP20CC podem ser recomendados como adubos, pois promovem benefícios ao desenvolvimento vegetativo do milho.

A inoculação com *A. brasilense* apresenta maior eficiência sobre o desenvolvimento inicial do milho associada à adubação orgânica, para todas as combinações de adubos orgânicos testados.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem o apoio da Universidade Federal de Uberlândia, CAPES, CNPq e FAPEMIG.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1003-1011, 2003.
- ARAÚJO, A. V.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A. Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000400027>.



- ARAÚJO, R. M.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1556-1560, 2014.
- BARROS, J. S.; MEDEIROS, J. C.; ROSA, J. D.; LACERDA, J. J. J.; SOUSA, D. C.; MAFRA, M. S. H. Corn yield in sandy soil fertilized with poultry litter. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 29, n. 12, p. 921-926, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2017.v29.i12.1562>
- BRADY, N. C.; WEIL, R. *R. Elementos da natureza e propriedades dos solos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, p. 437 – 500, 2013.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; SOUZA, A.; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010.
- COSTA, R.; QUIRINO, G.; NAVES, D.; SANTOS, C.; ROCHA, A. F. Eficiência de inoculante com *Azospirillum brasilense* no crescimento e produtividade de milho de segunda safra. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 3, p. 304-311, 2015.
- CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. *Produção de milho orgânico na agricultura familiar*. Embrapa Sorgo e Milho, 2006. 17 p. (Circular Técnica, 81).
- CRUZ, J.C. (Ed.). *Cultivo do milho*. 6.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/coeficientestecnicos.htm Acesso: 27 Jul. 2017.
- FERREIRA, D. F. *Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados*. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. *Iniciativa regional da FAO aponta agricultura familiar como promotora do desenvolvimento rural sustentável e a agenda 2030*. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1043666/>
- GEDDES, B. A.; RYU, M.; MUS, F.; COSTAS, A. M. G.; PETERS, J. W.; VOIGT, C. A.; POOLE, P. Use of de plant colonizing bacteria as chassis for transfer of N₂- fixation to cereals. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 32, p. 216-222. 2015. DOI: 10.1016/j.copbio.2015.01.004
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil*, v. 331, p. 413-425. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>
- Hungria, M. *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Londrina: Embrapa Soja, 2011, 36p.
- KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Maize grain yield in response to different soil management and nitrogen rates. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1310-1321, 2013.
- MAZALLA NETO, W.; BERGAMASCO, S. M. P. P. A experiência agroecológica e o fortalecimento da racionalidade camponesa na relação com a natureza In: DELGADO, G. C. BERGAMASCO, S. M. P. P. A (orgs.) *Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017. p. 195-220.
- MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. *Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 3, n. 1, p. 12-17, 2002.
- MUZILLI, O. *A fertilidade do solo no contexto da agricultura sustentável*. In: Congresso Latino-americano de Ciência do Solo. 1996. v. 12. p. 1996.
- PARTEY, S. T.; PREZIOSI, R. F.; ROBSON, G. D. Effects of organic residue chemistry on soil biogeochemistry: Implications for organic matter management in agroecosystems In: ADEWUYI, B., CHUKWU, K. *Soil fertility: characteristics, processes and management*. Nova York: Nova Publishers, 2012. p. 1-27.



- PARTEY, S. T.; PREZIOSI, R. F.; ROBSON, G. D. Improving maize residue use in soil fertility restoration by mixing with residues of low C-to-N ratio: effects on C and N mineralization and soil microbial biomass. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Temuco, v. 14, n. 3, p. 518-531, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162014005000041>.
- PARTEY, S. T.; PREZIOSI, R. F.; ROBSON, G. D. Maize residue interaction with high quality organic materials: effects on decomposition and nutrient release dynamic. *Agriculture Research*, Washington, v. 2, n. 1, p. 58-67, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40003-013-0051-0>.
- PAULITO, M. I. S.; BONI, V. Movimentos de mulheres agricultoras e ecologia. In: DELGADO, G. C. BERGAMASCO, S. M. P. P. A (orgs.) *Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017. p. 398-417.
- PRIMO, D. C. et al. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 7, n. 1, p. 81-88, 2012.
- REBOITA, M.S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 17, p. 206-226, 2015.
- REIS, V. M. *Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas*. Embrapa Agrobiologia-Documents (INFOTECA-E), 2007.
- ROESCH, L. F. W. et al. Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply. *World J. of Microbiology & Biotechnology*, Dordrecht, v. 22, n. 9, p. 967-974, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-006-9142-4>.
- SANTOS, J. F.; BRITO, C. H.; CARDOSO, M. D. C.; Santos, A. Avaliação da produção de batata-doce em função de níveis de adubação orgânica. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, p. 663 - 666 2010.
- SAVKA M. A.; DESSAUX, Y.; OGER, P.; ROSSBACH, S. Engineering bacterial competitiveness and persistence in the phytosphere. *Molecular Plant-Microbe Interaction*, v. 15, p. 866-874, 2002.
- SOUZA, A. A. *Resposta do milho e do tomateiro à inoculação com bactérias diazotróficas isoladas da superfície de folhas*. 2017. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. DOI:10.11606/D.11.2018.tde-08012018-102656.
- SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; MARRIEL, I. E.; SILVA, P. R. F. Produtividade de milho inoculado com *Azospirillum* brasileiro em diferentes doses de nitrogênio cultivado em campo no Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 40, n. 4, p. 110-119, 2017.
- TALBOYS, P. J.; OWEN, D. W.; HEALEY, J. R.; WITHERS, P. J. A.; JONES, D. L. Auxin secretion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 both stimulates root exudations and limits phosphorus uptake in *Triticum aestivum*. *BMC Plant Biology*, v. 15, n. 51, p. 1-9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-14-51>.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; WOLKWEISS, S.J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)
- TEJADA, M.; BENÍTEZ, C. Effects of crushed maize straw residues on soil biological properties and soil restoration. *Land Degradation & Development*, Chichester, n. 25, p. 501-509, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/ldr.2316>.

Recebido para publicação em 26/12/2018 e aprovado em 3/5/2019.

