

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

PAMELA RAIANE PELEGRINE PASCOAL

**ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS EM ASSOCIAÇÃO COM
Azospirillum brasilense NA CULTURA DO MILHO CRIOULO: AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL E DE BAIXO CUSTO**

**Uberlândia – MG
Julho – 2018**

PAMELA RAIANE PELEGRINE PASCOAL

**ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS EM ASSOCIAÇÃO COM
Azospirillum brasilense NA CULTURA DO MILHO CRIOULO: AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL E DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof. Ms .Tatiane Melo de Lima

**Uberlândia – MG
Julho – 2018**

PAMELA RAIANE PELEGRINE PASCOAL

**ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS EM ASSOCIAÇÃO COM
Azospirillum brasilense NA CULTURA DO MILHO CRIOULO: AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL E DE BAIXO CUSTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Aprovado pela Banca Examinadora em 09 de Julho de 2018

Ms. Tatiane Melo de Lima

Ms. Luara Cristina de Lima

Ms. Mara Lúcia Martins Magela

PASCOAL, Pamela Raiane Pelegrini. Adubação com resíduos agropecuários em associação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho crioulo: Agricultura e de baixo custo. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia – MG.
Orientadora: Prof. Ms. Tatiane Melo de Lima

RESUMO

A cafeicultura e a avicultura geram grande quantidade de resíduo com potencial poluidor, no entanto, o uso desses resíduos como adubo orgânico pode mitigar os impactos ambientais dessas atividades. Além disso, associar a adubação orgânica com a inoculação por *Azospirillum brasilense* pode reduzir a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados. O experimento foi instalado em Monte Carmelo- MG com o bjetivo de 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*. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com três repetições em arranjo fatorial, tendo como fatores a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* (com e sem inoculação) e os adubos orgânicos com sete tratamentos. Verificou-se que as plantas de milho tiveram maior desenvolvimento quando submetidas a adubos formados pela mistura dos resíduos. A adubação orgânica promove maior desenvolvimento vegetativo do milho em comparação com a adubação mineral. A inoculação com *Azospirillum brasilense* apresenta maior eficiência quando associada à adubação orgânica.

Palavras-chave: Casca de café. Cama de peru. Fertilidade do solo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 CULTIVO DO MILHO.....	5
2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	5
2.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO.....	6
2.4 ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	7
2.4.1 CAMA DE PERU	7
2.4.2 CASCA DE CAFÉ.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5 CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIA.....	19

1 INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos agropecuários como fertilizante orgânico é uma prática muito comum em propriedades de agricultores familiares e tem elevada importância para a construção da fertilidade do solo, principalmente em áreas de cerrado, que possuem solos altamente intemperizados, elevada acidez, baixa disponibilidade de nutrientes e retenção de cátions. A utilização desses compostos orgânicos melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, o reaproveitamento dos resíduos possibilita estabelecer sistemas sustentáveis de produção, reduzindo os impactos ambientais e custos de produção.

Na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba a cafeicultura e Avicultura possuem grande importância econômica para vários municípios dessa região, gerando quantidades expressivas de resíduos. A quantidade de resíduo gerado no processo de beneficiamento do café ocorre na proporção de 1:1 (BRUM, 2007). De acordo com Konzen (2003), a criação de frango de corte produz em média quatro toneladas de cama por ano para cada 1.000 aves, usando essa relação como referência estima-se que essa atividade produza anualmente 1380 toneladas de resíduo.

Os resíduos gerados nessas atividades são potencialmente impactantes ao meio ambiente, mas apresentam potencialidades para utilização agrícola. Os resíduos podem ter em sua composição quantidade considerável de matéria orgânica e de elementos essenciais para as plantas podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais, e podem também contribuir com a manutenção da fertilidade do solo e na produção agrícola. O seu aproveitamento pode reduzir os impactos ambientais, podendo até contribuir com a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas.

O sistema de produção de milho no Brasil apresenta grande diversidade tecnológica, existem agricultores altamente tecnificados e agricultores de baixo nível tecnológico, aproximadamente 43% possuem nível tecnológico marginal e 24% baixo nível tecnológico (Embrapa, 2010). Entre agricultores de baixo nível tecnológico o uso de sementes crioulas é uma prática comum, pois são mais adaptadas a solos que apresentam baixa fertilidade e requerem menos investimentos em insumos agrícolas. O uso de esterco e subprodutos da exploração agrícola local se configura como uma alternativa de melhoria do sistema produtivo o que pode ocasionar em aumento de produtividade do milho nesse sistema de produção (TEJADA; BENITES, 2014).

Mesmo com a utilização de variedades menos exigentes a cultura do milho possui alta exigência nutricional, sendo muito exigente em adubação nitrogenada, o que aumenta

consideravelmente os custos de produção. A utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico N₂ é uma alternativa para aumentar a disponibilidade de N para as plantas (HUNGRIA et al., 2010). Ademais, o uso inadequado de fertilizantes nitrogenados tem sido uma preocupação crescente, em relação à sustentabilidade agrícola e ambiental, pois esse nutriente pode ser lixiviado e volatilizado. Uma das alternativas para reduzir o impacto de fertilizantes químicos é o uso de inoculantes contendo bactérias fixadoras de nitrogênio e promotoras de crescimento vegetal (COSTA, 2016).

Diante disso 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 brasiliense*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultivo do milho

O milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância no setor agropecuário, pois se trata de uma cultura com alto potencial produtivo, elevado valor nutricional, entre outras características que o tornam um dos cereais mais produzidos e consumidos mundialmente, tanto na alimentação humana quanto animal. Sendo assim, é importante a utilização de técnicas adequadas desenvolvidas e recomendadas, como o emprego de cultivares adequadas para cada região, adubações equilibradas, práticas de conservação do solo e controle fitossanitário que maximizam a produção da cultura (DOTTO et al., 2010; CANCELLIER et al., 2011; CASTOLDI et al., 2011; NOVAKOWISKI et al., 2011; CANGAHUALA-INOCENTE et al., 2013; PICCININ et al., 2015; REBOUÇAS NETO et al., 2016).

O milho é uma cultura muito exigente em nitrogênio (N), sendo este nutriente fundamental para a produção de grãos, pois é componente essencial da célula vegetal e participa de processos vitais da planta. A maioria dos solos tropicais apresenta deficiência de N, tornando a adubação nitrogenada indispensável, sendo a principal fonte utilizada os fertilizantes inorgânicos. Porém, devido a perdas por volatilização, lixiviação, entre outras, o aproveitamento do nitrogênio pelas plantas é baixo (CANCELLIER et al., 2011; NOVAKOWISKI et al., 2011; DARTORA et al., 2013; KAPPES et al., 2013; REPKE et al., 2013).

A adubação nitrogenada pode ser realizada em diferentes épocas no cultivo do milho, sendo os mais utilizados a lançar na superfície do solo e a incorporação em linhas. Quando realizada apenas uma aplicação anterior ao plantio pode ocorrer o acúmulo de $N-NO_3^-$, pois o consumo da planta nos estádios iniciais da cultura é baixo. Na adubação de cobertura é onde ocorre um maior aproveitamento do fertilizante, quando aplicada na cultura ao atingir entre 4 a 8 folhas. Com a aplicação total de N anterior ou no instante da semeadura objetiva-se diminuir a imobilização causadas pelos microrganismos do solo e aumentar a quantidade de N para a cultura em seu estágio inicial de desenvolvimento (POTTKER et al., 2004).

2.2 Adubação Nitrogenada

Os fertilizantes nitrogenados apresentam aspectos negativos. O custo destes produtos é elevado e também alguns problemas ambientais podem ser causados quando

usados de forma incorreta como, por exemplo, a eutrofização das águas. Neste caso, o teor de nutrientes presentes na água aumenta, elevando a atividade biológica do ambiente em questão, gerando uma quantidade de biomassa que impede a penetração da luz (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010; PEREIRA et al., 2013; VIDAL; CAPELO NETO, 2014). Outro problema causado pelo mau uso desses fertilizantes ocorre quando se aplica no solo quantidades superiores à capacidade de retenção do mesmo. Dessa forma, o produto é lixiviado, podendo gerar prejuízos ao solo e contaminação das águas subterrâneas (SILVA et al., 2007).

2.3 Fixação biológica de nitrogênio

Torna-se necessário a existência de alternativas que complementem ou até mesmo substituam o uso de fertilizantes nitrogenados, sendo a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) uma delas (NOVAKOWISKI et al., 2011; DARTORA et al., 2013; REPKE et al., 2013; MORAIS et al., 2016; GALINDO et al., 2016). Este processo ocorre de forma mais eficiente em plantas leguminosas, estudos realizados vem demonstrando sua contribuição para a produtividade das gramíneas (DOTTO et al., 2010; PICCININ et al., 2015).

A fixação biológica de nitrogênio ocorre devido a uma relação de simbiose entre as raízes da planta e bactérias capazes de transformar o N_2 atmosférico em amônio NH_3 , de forma que a planta consiga absorver o nutriente (KUSS et al., 2007). Essas bactérias são capazes de promover o crescimento das plantas através de diferentes mecanismos, sendo a fixação biológica de nitrogênio um deles. Outros mecanismos utilizados por essas bactérias são a solubilização de fosfato, aumento da atividade enzimática da nitrato redutase e produção de hormônios vegetais como auxinas, citocininas e giberelinas (HUNGRIA et al., 2010; PICCININ et al., 2015).

No caso do milho as principais bactérias isoladas são as espécies *Azospirillum brasiliense*, *Azospirillum lipoferum* e *Herbaspirillum seropedicae*, sendo que as do gênero *Azospirillum* são mais estudadas (NOVAKOWISKI et al., 2011; KAPPES et al., 2013; REPKE et al., 2013).

O *Azospirillum brasiliense* faz parte de um grupo de bactérias chamado de diazotróficas. Essas bactérias são de grande importância, pois conseguem fixar o nitrogênio atmosférico, complementando ou até mesmo substituindo os fertilizantes nitrogenados (MATSUMURA et al., 2015). Além disso, o *A. brasiliense* é capaz de modificar a arquitetura das raízes das plantas, pois sua inoculação pode promover o crescimento de raízes laterais e

adventícias em algumas espécies vegetais. Isso ocorre devido à eficiente capacidade de interação dessa bactéria com as raízes, estimulando seu crescimento através da produção de auxina (CANGAHUALA-INOCENTE et al., 2013). Assim, a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* pode aumentar a produtividade da cultura (PICCININ et al., 2015).

2.4 Adubação Orgânica

Utilizada para a maximização da produção de milho é a adubação orgânica, pois consiste no uso de produtos de baixo custo e de fácil obtenção como restos vegetais, adubos verdes, resíduos animais e de beneficiamento. Os adubos orgânicos apresentam coloração escura, são friáveis, ricos em húmus e são provenientes da fermentação e digestão de microrganismos e de animais pequenos em ambiente aeróbios sobre a matéria vegetal morta. Esses produtos se diferenciam dos adubos minerais em suas características e propriedades, apresentando como principais nutrientes nitrogênio, enxofre e boro (PRIMO et al., 2010; NOBRE et al., 2010; CASTOLDI et al., 2011; COSTA et al., 2011).

A quantidade de nutriente presente em um adubo orgânico varia de acordo com seu material de origem e do processo de produção. Estes produtos fornecem, além de nutrientes, matéria orgânica, aumentam a umidade do solo em períodos de escassez de água e preservam o solo contra erosão, gerando melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Como os compostos orgânicos são capazes de reter nutrientes e, durante sua decomposição, torná-los disponíveis no solo, a adubação orgânica pode diminuir o parcelamento da adubação mineral, aumentando sua eficiência e diminuindo o custo da produção (PRIMO et al., 2010; CANCELLIER et al., 2011; COSTA et al., 2011; PRIMO et al., 2012).

2.4.1 Cama de peru

Um dos resíduos animais que pode ser usado na adubação orgânica é a cama de peru que, assim como os outros produtos utilizados neste tipo de adubação, é rico em nutrientes e proporciona melhorias dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. No Brasil não havia o hábito de se reciclar resíduos aviários, mas o crescimento da exploração avícola, principalmente no setor de corte, tornou possível o aproveitamento da cama de peru em outras atividades (SILVA et al., 2011; PINTO et al., 2012; GONÇALVES et al., 2013).

Este adubo orgânico trata-se de uma mistura do substrato utilizado na forração dos pisos dos galpões de criação de aves (maravalha, restos de madeira, sabugo de milho triturado, casca de arroz e amendoim, palhadas de culturas e fenos de gramíneas), fezes, urina, penas e restos de ração. A cama de peru é proveniente de vários ciclos de produção de aves, sendo reutilizado aproximadamente cinco vezes antes de ser destinado à adubação orgânica; entre cada ciclo é feita a redução da carga microbiana através da incorporação de cal virgem ou hidróxido de cal (CaO) (SILVA et al., 2011; PINTO et al., 2012, GONÇALVES et al., 2013).

Para ser utilizado como fertilizante, a cama de peru deve passar por tratamento. Entre os tratamentos utilizados está a compostagem, em que se realiza o amontoamento do material em pilhas ou leiras (aproximadamente 1,5m de altura) e a cobertura com lona de PVC. Algumas características do material devem ser analisadas para se garantir a qualidade da compostagem como pH, umidade, matéria orgânica, relação Carbono/Nitrogênio e presença de nutrientes e possíveis contaminantes. Outro mecanismo de tratamento da cama de peru é a biodigestão anaeróbica que, além de reduzir o potencial poluidor e os riscos sanitários do resíduo aviário, gera biogás e biofertilizante (GONÇALVES et al., 2013).

Quando comparada com a cama de suínos, a cama de peru apresenta maior disponibilidade de nutrientes como N, P e K, e, desde que seja manejada corretamente, pode suprir parcial ou totalmente o fertilizante químico, porém as doses utilizadas deste fertilizante orgânico são maiores que as de fertilizantes inorgânicos (SILVA et al., 2011).

2.4.2 Casca de café

O Brasil é o maior produtor mundial de café e, por isso, a casca de café é um resíduo gerado em grande quantidade no país. Este resíduo é rico em potássio e também pode ser utilizado como adubo orgânico, uma vez que grande parte dos nutrientes extraídos pela planta

está presente na casca. Trata-se de um resíduo da agroindústria com alto teor de compostos orgânicos e outros elementos, como cafeína e taninos que auxiliam na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas. Além disso, alguns trabalhos indicam que a casca do café reduz de forma significativa a população do nematoide *Meloidogyne javanica* na cultura da alface (MENDES et al., 2010; ASSIS et al., 2011; BERNARDO et al., 2011; MAY et al., 2011).

A casca de café contribui para o aumento da produtividade da cultura por fornecer nutrientes para as plantas, devido ao seu alto teor de matéria orgânica, potássio e nitrogênio. Além disso, o acúmulo desses resíduos forma uma camada de cobertura morta sobre o solo que apresenta capacidade alelopática, podendo causar efeitos positivos ou negativos no ecossistema, uma vez que a alelopatia pode inibir ou estimular o crescimento das plantas vizinhas (MAY et al., 2011).

Para que a casca de café seja usada como adubo orgânico também é necessário que ocorra o processo de compostagem. Através deste processo os microrganismos transformam a matéria orgânica dos resíduos em adubo, garantindo que a adubação orgânica exerça seu total potencial benéfico para o ecossistema (FERREIRA et al., 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Campus de Monte Carmelo (nas coordenadas: 18°43' 28.1'' S e 47°31' 26.0'' W, altitude 890 m), em casa de vegetação. O clima do município possui estação seca e chuvosa bem definida, com Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw (ROLIM et al., 2007).

O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et. al, 2013), foi coletado na profundidade de 20 – 50 cm do perfil, para evitar efeito residual das adubações anteriores.

Tabela 1 - Características do solo com relação aos atributos químicos relacionados à fertilidade 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 utilizados foram coletados de propriedades rurais do município de Monte Carmelo, e submetidos ao processo de compostagem aeróbica por 45 dias. Neste período a umidade foi mantida entre 50 e 60% ; temperatura entre 55 e 65 °C; Essa faixa de umidade e temperatura foi mantida através da adição de água e o revolvimento da leira. Em seguida foi

realizada a caracterização química dos compostos cama de peru e casca de café (Tabela 2). As determinações foram efetuadas conforme o método descrito por Tedesco et al. (1995).

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.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com 3 repetições, em arranjo fatorial (2x7), tendo como fatores a inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* (ausência e presença); e os compostos orgânicos formado pela mistura de compostos de casca de café e cama de peru. Cada parcela foi constituída por um vaso com volume de 10 litros, com quatro plantas por vaso.

Os tratamentos são resultantes, das seguintes misturas 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); Além desses, 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.

Foi utilizada a dose 150 ml de inoculante para 50 kg de sementes, sendo realizada a inoculação das sementes em maio de 2015 no momento da semeadura.

As coletas de dados foram realizadas na fase vegetativa da cultura, aos 40 e 60 dias após semeadura (DAS), utilizando duas plantas por vaso. Foram avaliadas as seguintes variáveis: Altura de planta, números de folhas, massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca da raiz. 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 de tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando a composição química (Tabela 2), verificou 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 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 3) apresentaram relação C/N 15 e 24, respectivamente. De acordo com Brady e Weil (2013) relação C/N próximo de 25 mantêm 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, há a liberação do nitrogênio em quantidade suficiente para atender às necessidades dos microorganismos e logo após sua decomposição, parte do nitrogênio é liberada à solução do solo, aumentando o nível de N solúvel para absorção pelas plantas.

Tabela 3 - Relação C/N, Carbono total, Nitrogênio total dos tratamentos provenientes das misturas de palha de café e cama de peru

Tratamento/ Composto	C/N	Carbono total (g kg ⁻¹)	N 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

Neste estudo, os compostos gerados pela combinação da palha de café e cama de peru promoveu o equilíbrio da relação C/N, favorecendo a disponibilização dos nutrientes para o sistema solo-planta. Além disso, resíduo com maior teor de carbono possui maior capacidade de agregar as partículas do solo, melhorando as características físicas do mesmo. Essa relação acarreta uma decomposição mais lenta, contribuindo com aumento do teor de matéria orgânica no solo, e suprimento de resíduos orgânicos mais duradouros e estáveis (MUZILLI, 1996; BRADY; WEIL, 2013; PARTEY et al., 2013).

A mistura de resíduos com diferentes relações C/N têm efeitos sobre os níveis de atividades biológicas e mineralização do N. A atividade biológica de compostos provenientes de misturas aumentam a mineralização e disponibilidade de N. A mistura de resíduos de alta e baixa relação C/N melhoram a disponibilidade de N e promovem aumento de produtividade e redução de custos (PARTEY et al., 2012, 2014).

Portanto, através da mistura desses compostos obtêm-se um produto de melhor qualidade. Neste caso, a cama de peru fornece nutrientes às plantas e a casca de café incorpora carbono ao sistema, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo. Isso mostra a grande viabilidade da mistura desde dois resíduos, tanto para aplicação com fertilizante e condicionador de solo, bem como mitigação de impactos ambientais contribuindo para ter um sistema agrícola sustentável.

O efeito dos adubos orgânicos associados à inoculação podem ser observados nas Tabelas 4 e 5. A adubação orgânica e a inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* influenciaram o desenvolvimento vegetativo do milho crioulo. Verificou-se interação entre inoculante e adubação sobre o número de folhas do milho aos 40 DAS (Tabela 4). A adubação orgânica teve efeito sobre o crescimento inicial do milho, observado pelo número de folhas, altura de plantas, massa fresca e seca. E, a inoculação foi verificada, apenas, sobre altura de plantas aos 40DAS (Tabela 4).

Na Tabela 4 observou a interação entre adubo e inoculante sobre o número de folhas aos 40 DAS. Observando o efeito do inoculante para cada adubo, notou que o número de folhas diferenciou apenas para a adubação mineral, sendo que as plantas provenientes de sementes inoculadas produziram duas folhas a menos.

Tabela 4 - Número de folhas aos 40 DAS

Adubo	Presença	Ausência
	<i>Azospirillum brasiliense</i>	<i>Azospirillum brasiliense</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
CV Adubo = 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;

Analisando o efeito da adubação para presença de *Azospirillum brasiliense*, o maior desenvolvimento 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, que diferiram entre si. Na ausência de 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 *Azospirillum brasiliense* na fase vegetativa do milho crioulo. Possivelmente, a adição de carbono e nutrientes ao solo promoveu o aumento da atividade dessas bactérias (Tabela 4). Os resultados de pesquisa demonstraram que interação entre as bactérias diazotróficas, microbiota do solo, característica genética das plantas e condições ambientais, esses fatores interferem nas respostas à inoculação (ROESCH et al., 2006; HUNGRIA, 2011).

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 fertilizadas com os adubos 30CP10CC; 10CP30CC; 20CP20CC e 40CP aos 40 e 60 DAS.

Tabela 5 - Número de folhas aos 60 DAS, altura de plantas (ALT), massa fresca e seca ao 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 a	6, 9 b	
Com inoc.	8, 35 b	39, 2 b	55,2 a	52, 8 b	143,4 a	1, 0 a	21,0 a	
Sem inoc.	9, 02 a	43,0 a	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 coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Ao analisar o efeito do inoculante (Tabela 5) verificou que plantas de milho provenientes de sementes não inoculadas tiveram maior altura e acúmulo de massa fresca e altura aos 40 DAS. No entanto, nota-se que aos 60DAS essa diferença não se manteve, de modo que os tratamentos com e sem inoculação apresentaram mesmo resultado. Segundo Alves, 2007, a bactéria consome energia da planta (açúcares). Com base nisso, esse consumo de energia pode ter prejudicado o desenvolvimento inicial o que se igualou ao sem inoculação.

Muitas pesquisas apresentam respostas positivas à inoculação com a *Azospirillum brasiliense* (COSTA et al., 2015; KAPPES et al., 2013), 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: As condições edafoclimáticas onde os experimentos são conduzidos; a interação das bactérias fixadoras de Nitrogênio com a Biota do solo; ao número de bactérias por semente, a qualidade fisiológica da semente, e por fim, falta o desenvolvimento de estirpes específicas para as culturas que se pretende utilizar tal tecnologia.

Além disso, a adição de compostos orgânicos ou a manutenção da palhada no solo promove o acúmulo de matéria orgânica nas camadas superficiais, ocasionando, conseqüentemente, aumento na disponibilidade de alguns nutrientes nessas camadas. A maioria dos solos tem potencial de adsorver ácidos orgânicos com grande energia, ocupando

os sítios de adsorção de fosfato, aumentando, assim, a disponibilidade de P para as plantas (ANDRADE et al., 2003; BRADY; WEIL, 2013).

A resposta à inoculação indica que mais pesquisas são necessárias para o aumento da eficiência e resposta dos *Azospirillum brasiliense* no cultivo do milho. 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.

5 CONCLUSÕES

Os adubos orgânicos produzidos com cama de peru e casca de café promove maior desenvolvimento vegetativo do milho em comparação com a adubação mineral. Os adubos nas proporções de 30CP10CC; 10CP30CC; 20CP20CC podem ser recomendados como adubos, pois promovem benefícios ao desenvolvimento inicial do milho.

A inoculação com *Azospirillum brasiliense* apresenta maior eficiência sobre o desenvolvimento inicial do milho associada à adubação orgânica, todas as combinações testadas.

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 degradados e pobres em nutrientes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, W. L. Efeito do composto orgânico de lixo na fertilidade do solo e na disponibilidade de nutrientes e de metais pesados para o sorgo. 1997. 75p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista. AZAMBUJA, A. V. Forragicultura - Plantas Forrageiras, 2007.
- ANDRADE, F. V. et al. 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.
- ASSIS, Adriane Marinho de et al. Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 544-549, 2011.
- BERNARDO, Janaína T. et al. Efeito de Adubos Orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em Tomateiro. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 35, n. 2, p. 10-19, maio 2011.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, p.437 – 500, 2013.
- BRUM, Sarah Silva. **Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais**. 2007. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- CANCELLIER, L. et al. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 527-540, jul. 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p527>.
- CANGAHUALA-INOCENTE, Gabriela Claudia et al. Identification of six differentially accumulated proteins of *Zea mays* seedlings (DKB240 variety) inoculated with *Azospirillum brasilense* strain FP2. **European Journal Of Soil Biology**, S.i, v. 58, p.45-50, out. 2013.
- CASTOLDI, G. et al. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 139-146, mar. 2011. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.766>.
- COSTA, M. S. S. de M. et al. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 810-815, jun. 2011.
- COSTA, Raoni Ribeiro Guedes Fonseca et al. CROP SCIENCE Efficiency of inoculant with *Azospirillum brasilense* on the growth and yield of second-harvest maize. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 3, p.304-311, set. 2015.
- DARTORA, Janaína et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbapirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p.1023-1029, 28 jun. 2013.

DOTTO, Adriano P. et al. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 376-382, 04 jun. 2010.

EMBRAPA. **Cultivo do milho (Coeficientes técnicos)**. 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/coeficientestecnicos.htm Acesso: 27 Jul. 2017.

FERREIRA, Aline Guterres et al. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 307-317, 2013.

GALINDO, Fernando Shintate et al. Corn Yield and Foliar Diagnosis Affected by Nitrogen Fertilization and Inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 40, p.1-18, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/18069657rbc20150364>.

GONÇALVES, Morgana Suszek et al. Caracterização de cama de frangos e perus visando o manejo adequado de resíduos avícolas. In: **SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL AND AGROINDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT**. 2013.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>.

HUNGRIA, Mariangela. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

KAPPES C. et al. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2001. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p527>.

KONZEN, Egídio Arno. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

KUSS, Anelise Vicentini et al. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 10, p.1459-1465, out. 2007.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia H. Eutrofização e qualidade na água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 2, p.149-163, nov. 2010.

MALHEIROS, S.M.P.; JÚNIOR, PAULA. D.R. Utilização do processo de compostagem com resíduos agroindustriais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**. 1997.

MATSUMURA, Emilyn Emy et al. Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of Microbiology**, Milano, v. 25, n. 4, p.2187-2200, abr. 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s13213-015-1059-4>.

MAY, Dayane et al. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p.180-186, jun. 2011.

MENDES, Rafael Farinassi et al. Efeito da incorporação de casca de café nas propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p.610-617, jun. 2010.

MENEZES, J. F. S. et al. **Cama-de-frango na agricultura: perspectiva e viabilidade técnica e econômica**. Fesurv, 2004.

MORAIS, Tâmara Prado de et al. Inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* in the seed furrow. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p.290-298, jun. 2016.

MUZILLI, O. A fertilidade do solo no contexto da agricultura sustentável. In: **Congresso Latino-americano de Ciência do Solo**. 1996. v 12. p. 1996.

NOBRE, Reginaldo G. et al. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p.747-754, mar. 2010.

NOVAKOWISKI, Jaqueline Huzar et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p.1687-1698, 6 dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32suplp1687>.

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. <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 Reserch**, Washington, v. 2, n. 1, p. 58 – 67, Mar. 2013. <https://doi.org/10.1007/s40003-013-0051-0>.

PEREIRA, Paulo Sérgio et al. Avaliação da influência do fósforo e do nitrogênio no processo de eutrofização de grandes reservatórios estudo de caso: Usina Hidrelétrica Foz do Areia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p.43-52, mar. 2013.

PICCININ, Gleberon G. et al. Agronomic performance of maize in response to seed inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with nitrogen doses and bioregulator. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsink, v. 13, n. 4, p.67-73, set. 2015.

PINTO, Flávio Araújo et al. Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação de cama de peru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p.254-262, ago. 2012.

POTTKER, Delmar et al. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, jul./ago. 2004.

PRIMO, Dário C. et al. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p.742-746, mar. 2010.

PRIMO, Dário 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, mar. 2012.

REBOUÇAS NETO, Mario de Oliveira et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino. **Cadernos Cajuína**, [s.l.], v. 1, n. 3, p.4-14, 2016.

REIS, V. M. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

REPKE, Rodrigo Alberto et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p.214-226, dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p214-226>.

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. <https://doi.org/10.1007/s11274-006-9142-4>.

SILVA, Mellissa A. S. da et al. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p.108-114, 2007.

SILVA, Thais R. da et al. Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama-de-frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p.903-910, jun. 2011.

TEDESCO, Marino José et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Ufrgs, v. 174. 1995.

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. <https://doi.org/10.1002/ldr.2316>.

UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. **Crop Science**, Madison, v. 35, p.1376-1383, 1995.

VIDAL, Ticiana F.; CAPELO NETO, José. Dinâmica de nitrogênio e fósforo em reservatório na região semiárida utilizando balanço de massa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p.402-407, 2014.