

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

**PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA DE
SOLO**



LEANDRO AMORIM DAMASCENO

MANAUS-AM
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

LEANDRO AMORIM DAMASCENO

**PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA DE
SOLO**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Dr. José Ferreira da Silva

MANAUS-AM
2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

D155p	Damasceno, Leandro Amorim Produtividade do milho em sucessão a plantas de cobertura de solo / Leandro Amorim Damasceno. 2019 68 f.: il.; 31 cm. Orientador: Dr. José Ferreira da Silva Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas. 1. Cobertura vegetal. 2. Zea mays L.. 3. semeadura direta. 4. decomposição. 5. componentes de produtividade. I. Silva, Dr. José Ferreira da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título
-------	---

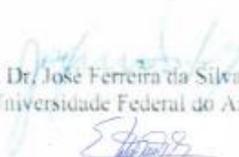
LEANDRO AMORIM DAMASCENO

PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE
COBERTURA DE SOLO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 29 de abril de 2019

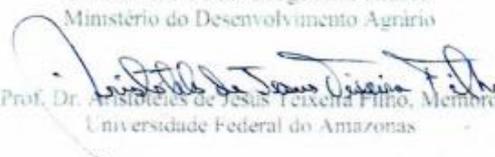
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Ferreira da Silva, Presidente
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. Aildo da Silva Gama, Membro
Instituto Federal do Amazonas


Profa. Dr. Maria Rosângela Malheiros Silva, Membro
Universidade Estadual do Maranhão


Dr. Haroldo Cunha Diógenes, Membro
Ministério do Desenvolvimento Agrário


Prof. Dr. Aristóteles de Jesus Teixeira Filho, Membro
Universidade Federal do Amazonas

*“A grandeza de um homem não está no quanto ele sabe,
mas no quanto ele tem consciência que não sabe”*

Augusto Cury

*Aos meus pais, Paulo Vilela Damasceno e Maria Aparecida Damasceno, pela educação,
dedicação e apoio em todos os momentos de minha vida.*

Aos meus irmãos Maísa e Luíz Eduardo pelo apoio nessa trajetória.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por me capacitar em mais essa conquista, e por sempre estar iluminando minha vida;

Ao meu orientador Prof. Dr. José Ferreira da Silva pelo acompanhamento, pelas sugestões, paciência, confiança na orientação e amizade;

À Universidade Federal do Amazonas pela oportunidade de me integrar ao programa de pós-graduação em Agronomia Tropical, contribuindo para minha formação;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM, na pessoa do Magnífico Reitor Prof. Msc. Antônio Venâncio Castelo Branco pelo apoio e suporte durante o desenvolvimento da pesquisa;

Aos meus amigos do Laboratório de Ciência de Plantas Daninhas, na pessoa de Monique Feitosa que não mediu esforços para que este trabalho fosse concluído;

Á todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, na pessoa da coordenadora, Profa. Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino da Universidade Federal do Amazonas pelos ensinamentos e colaboração;

À todos aqueles que de alguma forma participaram deste trabalho, muito obrigado!

RESUMO

O sistema de semeadura direta fundamenta-se na ausência do revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas. Dentre esses aspectos, o uso de plantas de cobertura contribui para produção de resíduos em áreas de produção de grãos. No entanto, informações sobre o milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura são escassas para o Amazonas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de plantas de cobertura de solo sobre a produtividade de milho em sistema de semeadura direta na região Sudoeste do Amazonas. O estudo foi realizado em dois ensaios sucessivos, nos anos agrícolas 2017/2018 e 2018/2019, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, no município de Eirunepé-AM. empregando-se cinco espécies de plantas de cobertura: milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) Leeke), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.), brachiaria (*Brachiaria ruziziensis* L.) e calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) no solo. Também foram empregados os tratamentos com vegetação nativa e pousio no limpo, em dois anos agrícolas. Posteriormente, semeado o milho, híbrido AG 1051 em toda área de cultivo. O experimento foi em blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 28 parcelas. Avaliou-se a densidade e matéria seca das plantas de cobertura e plantas daninhas, teor de macronutrientes, índice do efeito de vizinhança-RNE, decomposição da matéria seca remanescente, tempo de meia vida e componentes de produtividade. O acúmulo de matéria seca das plantas de cobertura não diferiram entre si, apenas para vegetação nativa. Nos dois anos, as plantas de cobertura acumularam maiores quantidades de nitrogênio, potássio e cálcio; e menores quantidades de fósforo, magnésio e enxofre. Todos os tratamentos com plantas de cobertura influenciaram na supressão das plantas daninhas, com destaque para *Brachiaria ruziziensis*, com valor de 98% de índice relativo de vizinhança. A velocidade de decomposição da matéria seca remanescente foi semelhante nos dois anos avaliados. As gramíneas apresentaram menores perdas de matéria seca remanescente, conseqüentemente, maior tempo de vida. Já as leguminosas apresentaram maiores perdas de matéria seca remanescente, logo menor tempo de meia vida. A *Canavalia ensiformis* foi superior em 83% das variáveis que compõem a produtividade. As plantas de cobertura *Canavalia ensiformis* e *Calopogonium mucunoides* promoveram maiores incrementos de produtividades de grãos em relação ao demais tratamentos.

Palavras-chave: Cobertura vegetal, *Zea mays* L., semeadura direta, decomposição, componentes de produtividade.

ABSTRACT

The system of direct sowing is based on the absence of soil rotation, its permanent cover and crop rotation. Among these aspects, the use of hedge plants contributes to the production of residues in areas of grain production. However, information on corn grown in succession to cover crops is scarce for the Amazon. The objective of this work was to evaluate the effects of soil cover plants on maize productivity in a no tillage system in the southwest region of Amazonas. The study was carried out in two successive trials, in the agricultural years 2017/2018 and 2018/2019, in the experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas - IFAM, in the municipality of Eirunepé-AM, using five species of brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.), brachiaria (*Brachiaria ruziziensis* L.) and calopogonium (*Calopogonium mucunoides* Desv.) in the soil. Also used were treatments with native vegetation and fallow in the clean, in two agricultural years. Subsequently, sowed the corn, hybrid AG 1051 throughout the growing area. The experiment was a randomized block with four replicates, totaling 28 plots. The density and dry matter of cover plants and weeds, macronutrient content, RNE-neighborhood effect index, remaining dry matter decomposition, half-life time, and productivity components were evaluated. The accumulation of dry matter of the cover plants did not differ among them, only for native vegetation. In the two years, the hedge plants accumulated larger amounts of nitrogen, potassium and calcium; and lower amounts of phosphorus, magnesium and sulfur. All treatments with weed plants influenced the suppression of weeds, especially *Brachiaria ruziziensis*, with a value of 98% relative neighboring index. The decomposition rate of the remaining dry matter was similar in the evaluated two years. The grasses had lower losses of dry matter remaining, consequently, longer life. On the other hand, the legumes presented greater losses of dry matter remaining, thus shorter half-life. *Canavalia ensiformis* was superior in 83% of the variables that compose the productivity. Cover plants *Canavalia ensiformis* and *Calopogonium mucunoides* promoted higher grain yield increases in relation to the other treatments.

Key words: vegetable cover, *Zea mays* L., direct seeding, decomposition, productivity components.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do município de Eirunepé-AM, 2017.....25
- Figura 2.** Localização da área do experimento, Eirunepé-AM, 2017.....26
- Figura 3.** Valores médios mensais de precipitação pluviométrica, umidade e temperatura média, mínima e máxima da região, nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Eirunepé, AM, 2019.....27
- Figura 4.** Croqui da área experimental com plantas de cobertura. Eirunepé-AM, 2017 30
- Figura 5.** Índice de vizinho relativo (RNE) em porcentagem (%) dos tratamentos (plantas de cobertura), sobre as plantas daninhas44
- Figura 6.** Decomposição da matéria seca remanescente proveniente da parte aérea das plantas de cobertura e vegetação nativa em função dos períodos que permaneceram em campo no ano agrícola 2017/2018. Eirunepé, AM, 201845
- Figura 7.** Decomposição da matéria seca remanescente proveniente da parte aérea das plantas de cobertura e vegetação nativa em função dos períodos que permaneceram em campo no ano agrícola 2018/2019. Eirunepé, AM, 2018.47
- Figura 8.** Produtividade do milho cultivado em sucessão a diferentes plantas de cobertura de solo, em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.....55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Levantamento fitossociológico das principais espécies de plantas daninhas presentes na área de vegetação nativa. Eirunepé-AM, 2017.....	28
Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental, em duas profundidades. Eirunepé-AM, 2017.....	29
Tabela 3. Valores médios da granulometria do solo da área experimental, em duas profundidades. Eirunepé-AM, 2017.....	29
Tabela 4. Análise do substrato agrícola "Vivatto". Eirunepé-AM, 2018.....	31
Tabela 5. Resumo da análise de variância do número de plantas de cobertura (NPC), número de plantas daninhas (NPD), matéria seca das plantas de cobertura (MSPC) e matéria seca das plantas daninhas (MSPD), em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019	38
Tabela 6. Valores médios para o número de plantas de cobertura (NPC), número de plantas daninhas (NPD), matéria seca de plantas de cobertura (MSPC) e matéria seca de plantas daninhas (MSPD), em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019	39
Tabela 7. Resumo da análise de variância do teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019	41
Tabela 8. Teor de macronutrientes na parte aérea de plantas de cobertura no município de Eirunepé, AM, 2019	41
Tabela 9. Resumo da análise de variância do índice do efeito de vizinhança-RNE. Eirunepé-AM, 2019	43
Tabela 10. Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida ($T_{1/2}$), em dias, da matéria seca das plantas de coberturas nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Eirunepé, AM, 2019.	48
Tabela 11. Resumo da análise de variância da produtividade e características do milho, em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019	51
Tabela 12. Componentes de produtividade da cultura do milho em sucessão a diferentes plantas de cobertura de solo, em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL -----	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	14
2.1 Importância econômica do milho -----	14
2.2 Sistemas de cultivo na cultura do milho -----	16
2.3 Plantas de cobertura -----	17
2.4 Produção e decomposição de resíduos vegetais -----	19
2.5 Acúmulo e liberação de nutrientes -----	21
2.6 Efeitos das plantas de cobertura na população de plantas daninhas -----	23
3. OBJETIVOS -----	25
3.1 Objetivo geral -----	25
3.2 Objetivos específicos -----	25
4 MATERIAL E MÉTODOS -----	26
4.1 Localização do experimento -----	26
4.2 Clima -----	27
4.3 Levantamento fitossociológico -----	28
4.4 Caracterização e preparo do solo -----	30
4.5 Delineamento experimental -----	31
4.6 Implantação do experimento -----	32
4.7 Variáveis analisadas -----	34
4.8 Análises estatísticas -----	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES -----	39
5.1 Produção de matéria seca de plantas de coberturas e plantas daninhas -----	39
5.2 Teor de nutrientes em plantas de cobertura -----	41
5.3 Supressão de plantas daninhas por plantas de coberturas -----	44
5.4 Dinâmica de decomposição de plantas de cobertura -----	46
5.5 Componentes de produtividade -----	50
6. CONCLUSÕES -----	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do milho possui destaque nos agronegócios mundial e brasileiro, por apresentar-se como matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais voltados tanto para a nutrição humana quanto para a alimentação animal (CRUZ et al., 2006; MÔRO e FRITSCH NETO, 2015).

No Estado do Amazonas, o milho (*Zea mays* L.) pode ser cultivado em basicamente dois ecossistemas de produção, terra firme e várzea. O ecossistema de terra firme caracteriza-se por não ser inundável, com possibilidade de cultivo durante o ano todo, e pela baixa fertilidade natural do solo. Em várzea, apesar da elevada fertilidade natural do solo, decorrente da sedimentação de minerais que ocorre nos períodos de inundação, pode-se cultivar o milho apenas em uma época do ano (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2017).

Contudo, a produtividade no estado ainda é insatisfatória. Segundo Oliveira Júnior et al., (2018), a produtividade de milho grãos no estado do Amazonas é de 2,5 toneladas ha⁻¹, inferior à média da região norte (3,7 toneladas ha⁻¹) e nacional (5,4 toneladas ha⁻¹). A baixa produtividade está relacionada à baixa fertilidade natural dos solos e à baixa capacidade de investimento por parte dos produtores rurais (SCHLINDWEIN et al., 2014), aliada a uma agricultura de baixa tecnologia e uso de variedades de polinização aberta, que permitem ao agricultor usar as sementes no ano seguinte ou adquiri-las a baixo custo, além da interferência das plantas daninhas com a cultura, de forma direta e indireta (FILGUEIRAS et al, 2009).

Visando o aumento da produtividade e à manutenção do equilíbrio do sistema de cultivo do milho, o uso de plantas de cobertura revela-se como uma alternativa para a região (MAIA et al., 2013). A inserção de plantas de cobertura atua na promoção da ciclagem de nutrientes no agroecossistema (BOER et al., 2007), tornando-os mais disponíveis para as culturas cultivadas (ZIECH et al., 2015).

Considerando o perfil distrófico predominante nos solos da região amazônica, a utilização de plantas de cobertura pode apresentar como vantagem, a redução do uso de fertilizantes químicos (ROSA et al., 2011), especialmente dos adubos nitrogenados, em parte, pelo uso de plantas leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico (N₂) (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Associado a isto, a cobertura morta na superfície do solo dificulta a emergência de várias espécies de plantas daninhas em função do efeito físico e, da consequente redução da amplitude térmica do solo (SEVERINO e CHRISTOFFOLETI, 2001). Além disto, a presença de palha permite uma maior diversidade de predadores que provocam danos às sementes, podendo diminuir sua viabilidade e o banco de sementes de plantas daninhas do solo (VIDAL e THEISEN, 1999).

Ademais, a utilização de plantas de cobertura é uma prática agrícola de baixa emissão de gases de efeito estufa, que contribui para mitigar efeitos das mudanças climáticas e promover aumento da sustentabilidade dos agroecossistemas (BASCHÉ et al., 2014; MUKHERJEE e LAL, 2015).

Esses benefícios proporcionados pelas plantas de cobertura são potencializados na região Amazônica, onde os processos de mineralização e de perda da matéria orgânica ocorrem de forma intensa, devido às elevadas temperaturas associadas a altos índices pluviométricos (CERRI et al., 2007). No entanto, pesquisas com a utilização de plantas de cobertura na região ainda são escassas. Logo, torna-se essencial estudos que auxiliem no esclarecimento das potencialidades do uso das plantas de cobertura para viabilização do sistema semeadura direta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica do milho

Atualmente existe a necessidade de aumentar a produção agrícola em cerca de 70% para atender à demanda crescente por alimentos, fibra e energia até 2050 (FAO, 2018). Portanto, é imprescindível o cultivo do milho em áreas frequentemente submetidas a estresses abióticos bem como melhorias quanto ao aumento da produtividade. Além disso, nos próximos anos, novas áreas deverão ser incorporadas ao setor agrícola, principalmente nas regiões tropicais, onde os solos se caracterizam pela baixa fertilidade (BONSER et al., 1996; ROCHA et al., 2005).

Dentre as culturas de grãos, o milho possui papel de destaque devido a sua área de ocupação e valor econômico gerado. É uma planta anual cultivada em quase todos os continentes com grande importância no mundo devido a sua elevada produtividade, valor nutritivo e distintas formas de utilização na alimentação humana, animal, *in natura* e como biocombustível (ARGENTA et al., 2001; SANGOI et al., 2003; FORSTHOFER et al., 2006, CONAB, 2017).

De forma geral no Brasil, a semeadura do milho ocorre em duas épocas: a primeira safra ou época normal (outubro a janeiro) e a segunda safra ou safrinha (fevereiro a maio). De acordo com a CONAB (2017) apenas 29% do milho é cultivado na safra, sendo o restante (71%), cultivado na segunda safra. Esta diferença se deve, principalmente, pelo fato da cultura do milho estar perdendo espaço para a soja, frente aos altos valores pagos pela saca da leguminosa (SANTINI, 2018). Atualmente na região centro oeste, a soja tem sido a principal cultura da safra, enquanto o milho tem sido cultivado apenas na segunda safra. Mesmo assim, tanto a área quanto a produção total da segunda safra ultrapassaram, em 2012, a primeira safra. A produtividade que era baixa no início dessa prática, hoje, é equiparada ao da safra normal

(CONAB, 2017).

Apesar de ser uma cultura de segunda safra, o milho tem um importante papel para o setor do agronegócio brasileiro. Segundo dados gerados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017), o Brasil é o segundo maior produtor e exportador da cultura, com valores de 98,5 milhões de toneladas produzidos e 36 milhões de toneladas exportados. Na safra 2017/2018, seu cultivo foi de aproximadamente 17.063.600 hectares, perfazendo 27,8% da área total ocupadas por cultivos agrícolas no país.

Parte da produção de milho é reservada ao mercado interno brasileiro é destinada à avicultura e à suinocultura, setores estes que vêm expandindo suas fronteiras nos últimos anos. Apesar desses setores serem abastecidos pelo mercado brasileiro, algumas regiões, como a região norte ainda depende do milho produzido em outras regiões (DIOGENES, 2015). A falta do principal insumo (milho) nesses setores na região norte, torna o custo de produção muito elevado, o que acaba se tornando um gargalo na agroindústria de aves e suínos da região (FILGUEIRAS et al., 2009).

A demanda anual de milho no Estado do Amazonas é na ordem de 100 mil toneladas de grãos, porém o estado tem produzido apenas 31,3 mil toneladas (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2018). Isso demonstra que é imprescindível a busca por melhorias no nível tecnológico da cultura do milho no sentido de aumentar a produtividade da cultura, já que esse déficit de grãos no estado acarreta grandes perdas de divisas para o estado do Amazonas, devido ao aumento da demanda interna e ao elevado custo de importação.

Dessa forma, o uso de plantas de cobertura, podem se apresentar como alternativa para minimizar os custos de aquisição de fertilizantes e aumento de produtividade (PROCHNOW et al., 2004).

2.2 Sistemas de cultivo na cultura do milho

Nos últimos anos houve um aumento significativo na produção e produtividade do milho no Brasil, resultantes, principalmente das mudanças tecnológicas relacionadas à melhoria da qualidade dos solos. Esta melhoria está relacionada também aos sistemas de cultivos que inclui o sistema de preparo convencional (SPC) e o sistema de semeadura direta (SSD).

A adoção do sistema de preparo convencional (SPC) nas várias regiões do país teve como objetivo principal a eliminação das plantas daninhas, a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, possibilitando manter ou até melhorar o seu potencial produtivo. Por outro lado, o intenso revolvimento do solo para implantação das culturas, coincide geralmente com elevadas precipitações e aumenta a possibilidade de ocorrência de processos erosivos, tanto os causados pela água da chuva, como a erosão eólica em locais de ventos fortes (VOLK et al., 2004).

Diante deste contexto e com a necessidade de resolver os problemas causados às áreas agrícolas pelo SPC, o sistema de semeadura direta (SSD) foi introduzido na região Sul do Brasil, no início da década de 70, como um manejo conservacionista dos solos cultivados, que controlava os processos erosivos e adaptava-se bem ao clima regional, permitindo o cultivo de espécies de outono/inverno, mantendo o solo com cobertura vegetal.

No SSD é preconizada a semeadura direta sobre os resíduos vegetais de culturas anteriores, com o mínimo de revolvimento no solo, com o objetivo de mantê-lo com a máxima cobertura possível durante todo o ano. A eficácia desse sistema está relacionada com a quantidade e qualidade dos resíduos vegetais produzidos pelas plantas de cobertura e pelas culturas de verão (SATURNINO e LANDERS, 1997).

No Brasil, dentre os sistemas, o SSD representa cerca de 50% da área cultivada com culturas produtoras de grãos, ocupando uma área de 25,5 milhões de hectares na safra 2005/2006 (FEBRAPDP, 2007), de um total de 46,7 milhões cultivados com culturas anuais

(CONAB, 2008). Deste total, mais de 20 milhões de hectares são cultivados na região dos cerrados (CAIRES et al., 2006).

As plantas de cobertura utilizadas no SSD devem possuir características como: elevada capacidade de produção de matéria seca e taxa de crescimento, resistência à seca e ao frio, facilidade de manejo, sistema radicular vigoroso e profundo para melhor ciclar os nutrientes (EMBRAPA, 1996).

SILVA et al. (2003) semearam, no município de Selvíria-MS, diversas culturas de cobertura e constataram que a *Crotalaria juncea* produziu mais matéria seca que milho, arroz, soja, milho e a mucuna, além de promover maior cobertura do solo, 14 dias após o manejo realizado com triturador tratorizado, antecedendo a semeadura do feijão de inverno.

Na região amazônica, observam-se algumas dificuldades na produção de resíduos vegetais que sejam suficientes para proporcionar cobertura do solo, em quantidades e qualidade adequada para o rendimento do milho. Além disso, o manejo dado aos resíduos das culturas cultivadas no inverno com uso de roçadoras ou herbicidas precisa ser mais bem ajustado para permitir maior cobertura do solo (KLIEMANN et al., 2006; NUNES et al., 2006).

2.3 Plantas de cobertura

As plantas de cobertura contribuem na ciclagem de nutrientes e na absorção dos elementos essenciais em diferentes profundidades do perfil do solo. Quando mortas, disponibilizam esses nutrientes, nelas contidos, às culturas sucessoras (BALBINOT et al., 2014), sendo ainda ordenadas em duas classes, de decomposição rápida (leguminosas) e de decomposição lenta (gramíneas).

As leguminosas, por imobilizarem o N da fixação biológica nos seus tecidos, apresentam relação C/N baixa (< 20:1) e taxa de decomposição rápida, enquanto as gramíneas são de decomposição mais lenta por possuírem relação C/N alta (> 30:1) (COSTA et al., 2015).

As plantas de cobertura mais empregadas no SSD pertencem as famílias botânicas Fabaceae, Poaceae ou Brassicaceae, e são utilizadas para que seus resíduos sejam mantidos na superfície do solo para formar cobertura morta, no qual, contribuirão para aumentar a eficiência do sistema (ANDRIOLI e PRADO, 2012).

Dentre as Poaceae, também conhecida por gramíneas, as mais utilizadas para formação de palhada e proteção do solo em cultivos agrícolas são: milho, sorgo e braquiária. As braquiárias se destacam por sua rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, com origem principalmente tropical e subtropical africana. Dentre elas, as espécies *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis* possuem maior potencial de produção de matéria seca acima de 11 t ha⁻¹ (TIMOSSI et al., 2007).

As espécies da família Fabaceae, também conhecida por leguminosas, se destacam pela capacidade em associar-se com bactérias do gênero *Rhizobium* spp. E, por simbiose, fixarem nitrogênio atmosférico (N₂), reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada para a planta cultivada (VINHAL FREITAS et al., 2010). Ademais, as leguminosas apresentam maior constante de decomposição e menor tempo de meia vida (T_{1/2}), sendo que esta característica pode ser justificada por estas plantas acumularem maiores quantidades de nitrogênio em seus resíduos culturais, quando comparado às gramíneas (TORRES et al., 2014). Alguns estudos demonstram a maior produtividade do milho quando cultivado sobre resíduos de milho e feijão de porco ou apenas sobre palhada de leguminosa quando comparada à palhada de sorgo (BARROS et al., 2013).

Nas condições edafoclimáticas da Amazônia, Teixeira et al. (2014) verificaram que a braquiária como planta de cobertura, incorporou maiores teores de carbono, potássio e magnésio, enquanto o feijão de porco foi a espécie que mostrou maior potencial para ser usado como cobertura, devido a sua produção de biomassa, acima de 6,0 t ha⁻¹.

Desse modo, com base em diversos estudos pode-se observar que o milho, a braquiária

e o feijão de porco, utilizadas como plantas de cobertura, possuem a capacidade de ciclar nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas que serão cultivadas em sucessão. Diante desses benefícios, a utilização de plantas de cobertura é uma das alternativas para redução da competição com plantas daninhas, para o manejo sustentável dos solos, além do incremento da produtividade do milho.

No entanto, alguns cuidados específicos quanto a escolha das plantas de cobertura devem ser tomados, selecionando espécies que não sejam muito agressivas, reduzindo os riscos de competição com a cultura de interesse econômico. Calegari et al. (1993) enfatizam que a espécie mais indicada para determinado sistema de produção agrícola depende do seu ciclo, sua produção de fitomassa, porte, bem como a adaptação ao clima local e ao solo.

Essas recomendações reforçam a necessidade de estudos regionalizados, visando identificar as espécies mais apropriadas para cada condição.

2.4 Produção e decomposição de resíduos vegetais

Os resíduos vegetais são formados por componentes básicos de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S), sendo o C o elemento predominante com teores de até 60%. Já o N varia de 0,13 a 15% e o P, K e S chegam ao máximo de 1% (HOLTZ e SÁ, 1995).

Estudos têm demonstrado que o processo de decomposição dos resíduos vegetais é controlado pelas características qualitativas do material vegetal, principalmente pela porcentagem de N, C, lignina e de polifenóis (HEAL et al., 1997), pela relação C/N (ROMAN e VELLOSO, 1993), lignina/N e polifenóis/N (FOX et al., 1990) e influenciado pelas condições climáticas, principalmente temperatura do ar e precipitação (ESPÍNDOLA et al., 2006; CARNEIRO et al., 2008). Entretanto, os parâmetros mais utilizados em estudos sobre decomposição dos resíduos vegetais são os teores de carbono, nitrogênio e fósforo, assim como

a relação C/N e C/P (MELLILO et al., 1982).

A relação C/N das gramíneas na época de pleno florescimento, por exemplo, varia em torno de 40:1, enquanto que das leguminosas fica na faixa de 20:1 (MONEGAT, 1991). Nas plantas, essa relação influi na taxa de mineralização dos resíduos orgânicos, na mobilização e na ciclagem de nutrientes no solo (SÁ, 1993).

Amado et al. (2003) em uma avaliação da decomposição de aveia preta, adubada com doses de N (0 a 240 kg ha⁻¹), verificaram que embora a adubação nitrogenada tenha reduzido a relação C/N do resíduo vegetal de 50:1 para 26:1, não houve diferença estatística na taxa de decomposição dos resíduos da aveia.

A taxa de decomposição dos resíduos vegetais em clima tropical, chega a ser 10 vezes maior do que em regiões de clima temperado (LAL e LOGAN, 1995). Daí a importância em selecionar plantas de cobertura do solo que alcancem elevada produção de matéria seca e com maior tempo de meia-vida, ou seja, o tempo necessário para que metade da massa inicial de resíduos seja decomposta e proporcione elevada porcentagem de cobertura no solo.

Damasceno (2013), em estudo conduzido na região de Rio Preto da Eva, AM, mostrou que a maior decomposição dos resíduos vegetais ocorreu até aos 40 dias após o manejo das plantas de cobertura na superfície do solo. No período avaliado, o nabo forrageiro foi a cobertura que apresentou a maior taxa de decomposição, quando comparada ao feijão de porco, milho e braquiária sendo cultivados nas entre linhas de citros.

Normalmente, classifica-se os resíduos vegetais para fins de ciclagem de nutrientes em três tipos: 1) os de alta qualidade, que apresentam baixa relação C/N, baixos teores de lignina e promovem proteção efêmera do solo; 2) os de qualidade intermediária, que promovem uma proteção do solo por um período mais longo; 3) e os de baixa qualidade, que apresentam alta relação C/N e altos teores de lignina, como as gramíneas, que permanecem por longo período de tempo na superfície do solo (TIAN et al., 1993).

O manejo dos resíduos vegetais, o qual define o tamanho dos fragmentos vegetais e o contato destes com o solo também influencia fortemente a atividade dos organismos decompositores e a velocidade da ciclagem dos nutrientes. Além disso, o clima, principalmente a umidade e a temperatura, também influenciam na decomposição e ciclagem de nutrientes no sistema de cultivo (MOORE, 1986). Os manejos, como a roçagem, que trituram o resíduo vegetal ou forçam maior contato do resíduo vegetal com o solo, por exemplo, facilitam a atuação dos microrganismos, acelerando o processo de decomposição e diminuindo a cobertura do solo (BERTOLUZZI e ELTZ, 2000).

Existem várias metodologias para avaliar a taxa de decomposição dos resíduos vegetais. A maioria delas está baseada na incubação do material vegetal sobre o solo, em laboratório ou no campo (SCHUNKE, 1998). Esta taxa pode ser estimada através da perda de massa pela liberação de CO₂ e com o uso de carbono ou nitrogênio marcado. Alguns estudos tem utilizado essa metodologia de perda massa por meio do acondicionamento dos resíduos vegetais em sacolas de nylon “litter bags” para avaliação da taxa de decomposição.

2.5 Acúmulo e liberação de nutrientes

A maior parte dos nutrientes das plantas encontra-se nos resíduos vegetais, exercendo função estrutural ou como substância de reserva. Parte do estoque de nutrientes torna-se disponível para as plantas em um intervalo curto de tempo, contribuindo com a elevação da produtividade das culturas subsequentes (SOUZA e MELO, 2000).

A ciclagem biológica dos nutrientes por meio dos resíduos vegetais é um mecanismo que resulta na conservação de nutrientes no sistema agrícola, permitindo a sobrevivência e a produção de grande quantidade de fitomassa mesmo em ambientes com solos relativamente pobres. (MELO JÚNIOR et al., 2011).

A utilização de plantas de cobertura associadas à rotação das culturas anuais é uma das

alternativas para o manejo sustentável dos solos (DAROLT, 1998). Estudos de Torres et al. (2005) e Espíndola et al. (2006), concluíram que as épocas do ano e o manejo das coberturas vegetais, aliados com a variação climática da região, interferem diretamente na velocidade de decomposição dos resíduos vegetais.

Suzuki e Alves (2006), destacaram que a semeadura de culturas de cobertura no início da primavera, antes da cultura principal, no início do período das chuvas, além de aumentar a produção de matéria seca ainda fornece nutrientes para as culturas de verão.

Lara Cabreza et al. (2004), obtiveram uma produção de 5,3 t ha⁻¹ de resíduos vegetais de milho, com acúmulo e liberação de 130,7 kg ha⁻¹ de N aos 90 dias após o manejo com rolo-faca.

Torres et al. (2008) semeando milho no início das chuvas (agosto/setembro), obtiveram acúmulos da ordem de 165 kg ha⁻¹ de N, 23 kg ha⁻¹ de P e 219 kg ha⁻¹ de K. Já, a braquiária acumulou 131 kg ha⁻¹ de N e 13 kg ha⁻¹ de P, enquanto a crotalária acumulou 118 kg ha⁻¹ de N, 11 kg ha⁻¹ de P e 215 kg ha⁻¹ de K. No segundo ciclo, deste mesmo trabalho, semeando na estação seca as mesmas plantas, obtiveram tais resultados: milho acumulou 56 kg ha⁻¹ de N, 5 kg ha⁻¹ de P e 56 kg ha⁻¹ de K, a braquiária 42 kg ha⁻¹ de N, 2,5 kg ha⁻¹ de P e 46 kg ha⁻¹ de K e a crotalária 76 kg ha⁻¹ de N, 4,0 kg ha⁻¹ de P e 46 kg ha⁻¹ de K.

Embora trabalhos de pesquisa tais como os de Silva et al. (1997), Moraes (2001), Torres et al. (2005), Kliemann et al. (2006), Boer et al. (2007) e Torres et al. (2008), tenham sido conduzidos, em condições de cerrado, com o objetivo de avaliar a produção de matéria seca de plantas de cobertura, decomposição e ciclagem de nutrientes, os resultados encontrados são bastante variáveis.

Isto acontece, devido aos estudos com semeadura e manejo de plantas de cobertura ocorrerem em diferentes regiões e épocas do ano, com variadas condições climáticas. Com isso as plantas de cobertura apresentam desenvolvimento diferenciado. Sendo assim, há necessidade

de prosseguir com estudos sobre a produção de matéria seca de plantas de cobertura, decomposição, acúmulo e ciclagem de nutrientes em ambiente Amazônico.

2.6 Efeitos das plantas de cobertura na população de plantas daninhas

Os resíduos das plantas de cobertura na superfície do solo funcionam como um elemento isolante, reduzindo a amplitude térmica e hídrica no solo (ADEGAS, 1997). Toda via, os efeitos da cobertura na superfície do solo sobre as plantas daninhas devem ser analisados sob três aspectos: físico, biológico e químico.

O aspecto físico é importante na regularização da germinação e na taxa de sobrevivência de algumas espécies. Em termos de efeitos sobre o processo germinativo, pode-se exemplificar como uma redução de germinação de sementes fotoblásticas positivas e de sementes que necessitam grande amplitude térmica para iniciar o processo (MAYER e POLJAKOFF MAYBER, 1989; VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993).

Quanto o efeito biológico, a presença das plantas de cobertura cria condições para a instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo (MONQUERO, 2009). De maneira geral, os microrganismos exercem importantes funções na degradação e perda da viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo. Além disso, deve se considerar que a camada de palha cria um ambiente seguro para alguns predadores de sementes e plântulas, como os roedores, insetos e outros pequenos animais (ALVES e PITELLI, 2001).

Já a relação alelopática entre a planta de cobertura e as plantas daninhas presentes no solo, representam o aspecto químico de controle (ALMEIDA, 1988). Tal processo inicia depois da morte das plantas ou de seus órgãos, os aleloquímicos, são inicialmente liberados pela lixiviação dos resíduos. Além disso, os microrganismos presentes no solo podem induzir à produção de compostos tóxicos por degradação enzimática dos conjugados e dos polímeros

presentes nos tecidos.

Vários estudos têm sido conduzidos com o objetivo de determinar os tipos de plantas de cobertura para o controle de plantas daninhas. Em pesquisas realizadas com plantas de cobertura, Gomes et al. (2013), verificaram que a fitomassa do sorgo mantida na superfície do solo apresentou efeito positivo no controle das plantas daninhas, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea acuminata* e *Cenchrus echinatus*.

Borges et al., (2014) destaca que as espécies *Urochloa ruziziensis* e *Sorghum sudanense* apresentaram efeito supressivo sobre as plantas daninhas e boa cobertura do solo, com redução da densidade das daninhas acima de 90% e com cobertura do solo superior a 80% no cultivo da soja.

Desse modo, diante da necessidade de desenvolvimento de práticas agrícolas que objetivem a diminuição da ocorrência de plantas daninhas e o aumento da produtividade em áreas agrícolas na região Amazônica, é fundamental a realização de pesquisas que busquem identificar espécies de plantas de cobertura do solo adequadas à região e que contribuam no alcance dos objetivos supracitados. Com isso, é possível verificar o comportamento das plantas daninhas e da planta cultivada nas diversas condições ambientais que são impostas, como também, verificar as espécies que mais interferem no desenvolvimento da cultura do milho.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos de plantas de cobertura de solo sobre a produtividade de milho em sistema de semeadura direta no município de Eirunepé-AM.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a eficiência e o comportamento de diferentes espécies de plantas de cobertura como método auxiliar no manejo de plantas daninhas no cultivo do milho;
- Comparar a produção e decomposição de diferentes espécies de plantas de cobertura;
- Avaliar componentes de produtividade do milho em sucessão a diferentes plantas de cobertura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

O estudo foi realizado em dois ensaios, nos anos agrícolas 2017/2018 e 2018/2019, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, no município de Eirunepé-AM (Figura 1). O experimento foi conduzido em uma área de pastagem, em ecossistema de terra firme, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude $06^{\circ} 39' 37,8''$ S, longitude $69^{\circ} 52' 48,7''$ O e altitude de 130 metros (Figura 2).

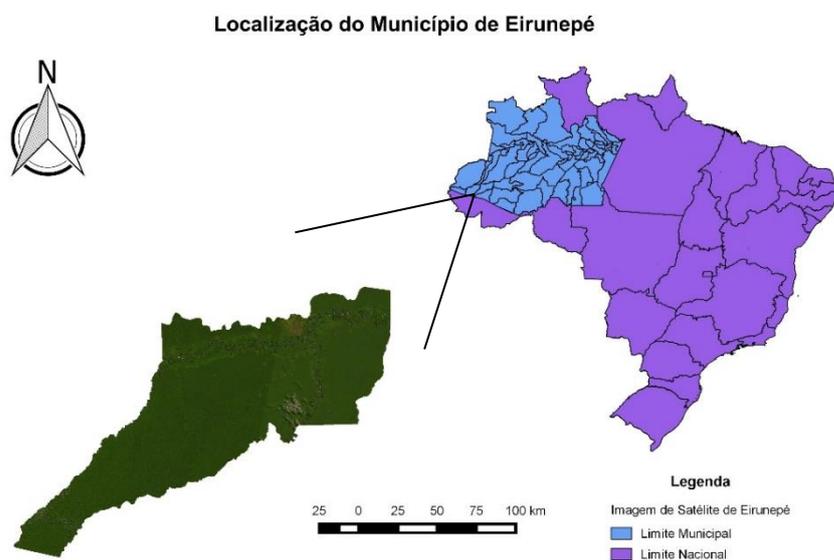


Figura 1. Localização do município de Eirunepé-AM, 2017.
Fonte: Damasceno, 2017.



Figura 2. Localização da área do experimento, Eirunepé-AM, 2017.
Fonte: Google Earth, 2017.

4.2 Clima

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af, considerado como equatorial quente e úmido, com temperatura média anual de 26,2°C, precipitação anual de 2.643 mm e umidade relativa do ar em torno de 89% (considerada a série histórica dos últimos 10 anos) (INMET, 2017).

Os dados de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade média mensal, durante a condução do experimento, foram obtidos na estação meteorológica de observação de superfície convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no município de Eirunepé-AM (Figura 3).

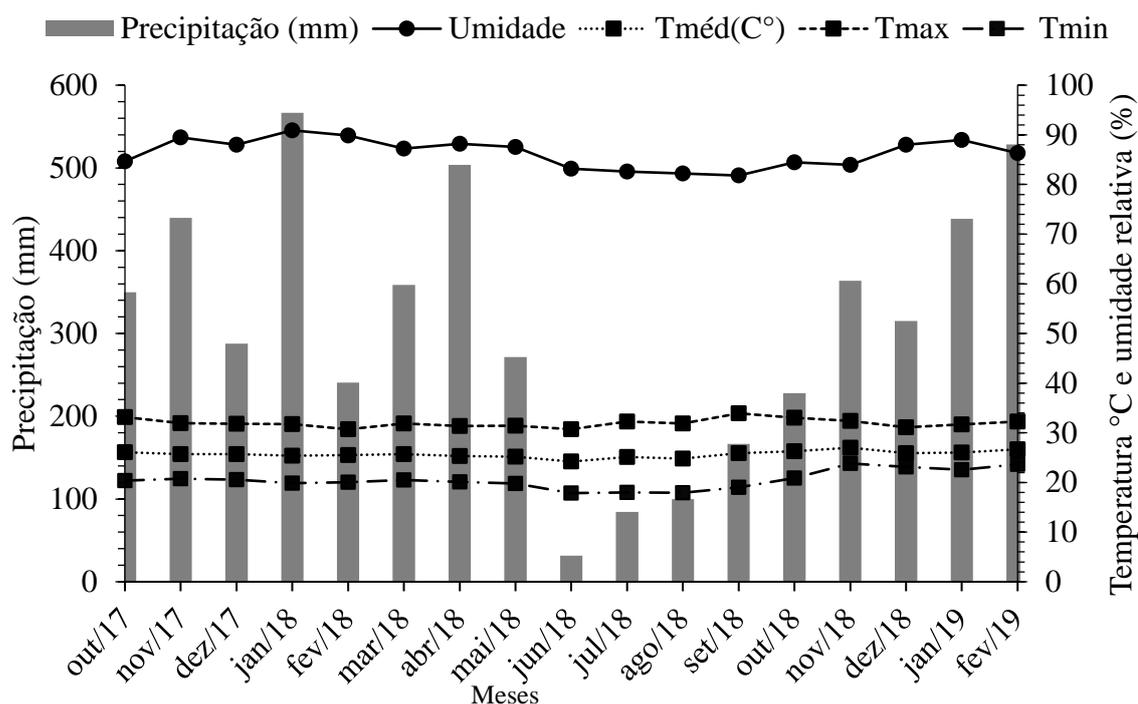


Figura 3. Valores médios mensais de precipitação pluviométrica, umidade e temperatura média, mínima e máxima da região, nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Fonte: Dados da rede do INMET. Eirunepé, AM, 2019.

4.3 Levantamento fitossociológico

Antes da instalação do experimento em campo, as plantas daninhas foram coletadas para identificação das principais espécies ocorrentes na área do experimento.

A amostragem foi de forma aleatória em 24 pontos, utilizando-se um amostrador com área de 0,12 m², totalizando uma área amostrada de 2,88 m². As plantas dentro do amostrador foram cortadas rentes ao solo, recolhidas e levadas ao Laboratório de Ciências do IFAM/Campus Eirunepé, para serem identificadas por família, gênero e espécie. Os nomes botânicos foram conferidos na página da web do Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>).

As espécies de plantas que ocorreram na área experimental foram avaliadas pelos seguintes índices fitossociológicos: densidade absoluta (Dabs) (Fórmula 1) e relativa (Dr) (Fórmula 2), frequência absoluta (Fabs) (Fórmula 3) e relativa (Fr) (Fórmula 4), abundância absoluta (Aabs) (Fórmula 5) e relativa (Ar) (Fórmula 6) e índice de valor de importância (IVI)

(Fórmula 7) proposto por Mueller-Dombois e ElleMBERG (1974).

$$(1) D_{abs} = \frac{\text{Número total de indivíduos por espécie}}{\text{Área total coletada}}$$

$$(2) Dr (\%) = \frac{\text{Densidade absoluta da espécie} \times 100}{\Sigma \text{ de densidade absoluta de todas as espécies}}$$

$$(3) F_{abs} = \frac{\text{Número de parcelas que contêm a espécie}}{\text{Número total de parcelas utilizadas}}$$

$$(4) Fr (\%) = \frac{\text{Frequência absoluta da espécie} \times 100}{\Sigma \text{ de frequência absoluta de todas as espécies}}$$

$$(5) A_{abs} = \frac{\text{Número total de indivíduos por espécies}}{\text{Número total de parcelas que contêm a espécie}}$$

$$(6) Ar = \frac{\text{Abundância absoluta da espécie} \times 100}{\Sigma \text{ de abundância absoluta de todas as espécies}}$$

$$(7) IVI = Fr + Ar + DoR$$

As espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental antes da implantação das plantas de cobertura estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Levantamento fitossociológico das principais espécies de plantas daninhas presentes na área de vegetação nativa. Eirunepé-AM, 2017.

Identificação/ Família / Espécie	Total de indivíduos	Parâmetros fitossociológicos						IVI
		Densidade Abs*	R	Frequência Abs	R	Abundância Abs	R	
Monocotiledôneas								
Poaceae								
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	1.889	655,90	68,64	0,88	19,6	78,71	68,64	156,9
<i>Digitaria violascens</i> Link	241	83,68	8,76	0,71	8,76	10,04	8,76	33,40
<i>Paspalum notatum</i> Fluggé	188	65,28	6,83	0,67	4,7	7,83	6,83	28,61
<i>Eleusine indica</i> L.	129	44,79	4,69	0,54	2,8	5,38	4,69	21,52
Cyperaceae								
<i>Cyperus difformis</i> L.	164	56,94	5,96	0,50	1,9	6,83	5,96	23,13
<i>Cyperus rotundus</i> L.	152	52,78	5,52	0,58	2,8	6,33	5,52	24,13
Dicotiledôneas								
Rubiaceae								
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	31	10,76	1,13	0,29	6,5	1,29	1,13	8,79
Amaranthaceae								
<i>Alternanthera tenella</i> L.	146	50,69	5,31	0,33	17,7	6,08	5,31	18,08
Euphorbiaceae								
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	52	18,06	1,89	0,42	8,4	12,17	1,89	13,12
Convolvulaceae								
<i>Ipomoea triloba</i> L.	16	5,56	0,58	0,33	2,8	0,67	0,58	8,64
Outros	89	31	3	1	24	102	3	24,0
Total	3.097	1075,35	112,44	6,33	100	129,04	112,53	360,0

*Abs - absoluto; R - relativo; IVI - índice de valor de importância.

4.4 Caracterização e preparo do solo

Após o levantamento fitossociológico, foi realizado a amostragem do solo de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade (EMBRAPA, 1997). Em seguida, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Lavras para análise química e granulométrica.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006) apresentando as características químicas e físicas conforme Tabela 2 e 3.

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental, em duas profundidades. Eirunepé-AM, 2017.

Prof. cm	pH H ₂ O	C -- dag kg ⁻¹ --	M.O. --	P mg dm ⁻³	K	Ca -----	Mg cmol _c dm ⁻³ -----	Al -----	H+Al -----	Fe -----	Zn mg dm ⁻³ -----	Mn -----	Cu -----
0-20	4,86	1,22	2,10	8	23	1,19	0,84	0,93	4,79	107	1,08	1,84	0,27
20-40	4,54	0,82	1,14	4	9	0,38	0,18	1,10	3,65	209	0,21	0,44	0,19

Tabela 3. Valores médios da granulometria do solo da área experimental, em duas profundidades. Eirunepé-AM, 2017.

Profundidade cm	Areia	Silte %	Argila	Classificação textural do solo
0 - 20	32,26	13,94	53,80	Argilosa
20 - 40	21,65	11,55	66,80	Muito argilosa

A correção do solo foi realizada com uma aplicação de calcário dolomítico (PRNT 91%), a 3 t ha⁻¹, para elevação da saturação de bases a 70%, indicada pela análise química de solo, no primeiro ano de cultivo. A distribuição foi realizada manualmente em área total 30 dias antes da semeadura das plantas de cobertura.

O solo foi preparado de maneira convencional com aração e gradagem em área total para implantação das espécies de cobertura na primeira semeadura. Utilizou-se grade aradora com discos de 28” e grade niveladora com discos de 20”. Na segunda semeadura não houve revolvimento do solo.

4.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas. Utilizou-se cinco espécies de plantas de cobertura do solo, além dos tratamentos com “vegetação nativa - VN” e “pousio no limpo - PL”, em dois anos agrícolas.

As plantas de cobertura utilizadas foram: milho - M (*Pennisetum glaucum* (L.) Leeke), feijão de porco - FP (*Canavalia ensiformis* L.), brachiaria - BD (*Brachiaria decumbens* L.), brachiaria - BR (*Brachiaria ruziziensis* L.) e calopogônio - CA (*Calopogoníum mucunoídes* Desv.).

As parcelas foram compostas de 6 m de largura por 18 m de comprimento, perfazendo uma área de 108 m² e como área total 3.024 m² (Figura 4).

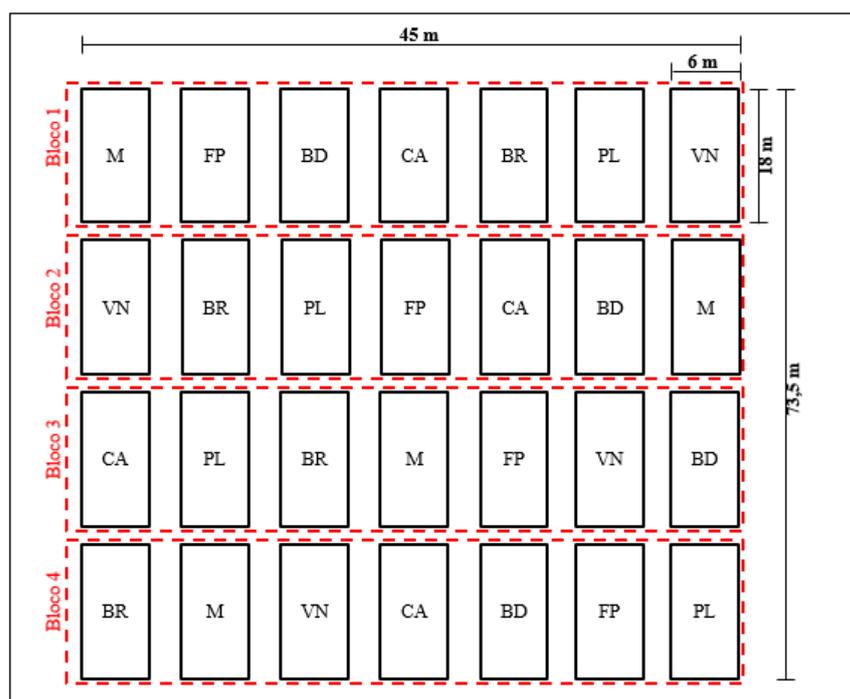


Figura 4. Croqui da área experimental com plantas de cobertura. Eirunepé-AM, 2017. Fonte: Damasceno (2017).

O milho utilizado foi o Híbrido AG 1051, semeado em dois anos agrícolas, após a dessecação das plantas de cobertura.

Para avaliação dos componentes de produtividade do milho, foi considerada uma área

útil de 40 m² (4 m x 10 m). As duas linhas externas de cada parcela e 4 m do início e fim de cada linha foram consideradas bordaduras.

4.6 Implantação do experimento

- Plantio de plantas de cobertura

A primeira sementeira das plantas de cobertura ocorreu após o preparo de solo convencional. Enquanto, na segunda foi realizada apenas uma roçagem utilizando-se roçadeira costal manual. As sementes das plantas de cobertura foram distribuídas a lanço no início do período chuvoso (1^a sementeira em outubro/2017 e 2^a sementeira em setembro/2018).

A densidade de sementes puras e viáveis por hectare foram: 120 kg de sementes para feijão de porco, 30 kg para milho, 12 kg para calopogônio e 6 kg para *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis*.

Para facilitar a sementeira a lanço das sementes das plantas de cobertura misturou-se o substrato agrícola Vivatto (3 kg parcela⁻¹) a fim de aumentar o volume e melhorar a distribuição das sementes nas parcelas (Tabela 4). A composição do substrato utilizado continha as seguintes matérias primas: casca de pinus bio-estabilizada, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica. Em seguida fez-se a incorporação superficial das sementes com uso de um rastelo.

Tabela 4. Análise do substrato agrícola "Vivatto". Eirunepé-AM, 2018.

Diluição 1:5 (v/v)		Massa/massa		Densidade	Aditivos (massa/massa)	
Ph (H ₂ O)	C.E. (ms/cm)	C.R.A.	Umid.	Base seca	Fertilizantes	Corretivo
5,6 ± 0,	1,2 ± 0,3	200%	48%	260 kg.m ⁻²	1,50%	0,20%

Fonte: Technes, (2017).

Após a sementeira, não foi realizada nenhuma adubação complementar durante o ciclo das espécies de cobertura nas duas épocas de cultivo.

No tratamento “vegetação nativa” realizou-se uma roçagem na mesma época da

semeadura das plantas de cobertura, com a finalidade de proporcionar a mesma condição para todas as plantas de cobertura no momento de serem dessecadas. Já no tratamento “Pousio no limpo”, a área permaneceu limpa, por meio de capina manual durante todo ciclo.

- Manejo das plantas de coberturas

Após o estabelecimento das plantas de cobertura, foi realizada a dessecação das mesmas juntamente com o tratamento “vegetação nativa” através da aplicação do herbicida Glifosato (2 L ha⁻¹ p.c.). Foi utilizado um pulverizador costal de 20 L, com bico tipo leque (110.03) e volume de aplicação de 200 L de calda por hectare.

A época de dessecação do feijão de porco ocorreu durante o pleno florescimento e início de formação de vagens. Já a brachiária, antes da formação de sementes. O corte do calopogônio ocorreu quando a planta estava na fase de floração. Para o milheto, o corte foi realizado na fase final do pendoamento.

Em todos os tratamentos, a dessecação foi efetuada aos 91 dias após a semeadura (DAS) no primeiro cultivo e 102 DAS no segundo cultivo, período em que todas as plantas de cobertura se apresentavam no ponto ideal de corte.

-Plantio do milho

A primeira semeadura do milho foi realizada em 18.12.2017 (Ano agrícola 2017/2018) e a segunda em 18.11.2018 (Ano agrícola 2018/2019). Utilizou-se uma Plantadeira/Adubadeira manual, modelo 13AZ, marca Krupp para realização da semeadura, após a dessecação das plantas de cobertura.

O genótipo de milho utilizado foi o Híbrido Duplo AG 1051 recomendado para o Amazonas. A densidade de plantio foi de seis sementes por metro, no espaçamento de 0,80 m entrelinhas. No estágio fenológico V4 foi realizado um desbaste, nos dois anos de cultivo, deixando-se cinco plantas por metro linear visando atingir uma população final de 60.000 plantas ha⁻¹.

A adubação de semeadura foi realizada, seguindo a recomendação por Raij e Cantarella (1997). Utilizou-se sulfato de amônio (21% N e 24% S), superfosfato triplo (42% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O) na proporção de 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 70 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. A adubação de cobertura constituiu de 80 kg ha⁻¹ de N, sendo 40 kg ha⁻¹ aplicado no estágio V4 e 40 kg ha⁻¹ no estágio V7 da cultura, utilizando como fonte o fertilizante sulfato de amônio.

Aos 25 DAS do milho, realizou-se o controle das plantas daninhas através de aplicação de Primatop (7 L ha⁻¹ p.c.) e Sanson (0,16 L ha⁻¹ p.c.). O controle de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) ocorreu mediante aplicação de inseticidas Belt (0,15 L ha⁻¹ p.c.) e Decis® 25EC (0,2 L ha⁻¹ p.c.). Foi utilizado um pulverizador costal de 20 L, com bico tipo leque (110.03) e volume de aplicação de 200 L de calda por hectare.

A colheita do milho na primeira safra, ocorreu aos 135 DAS e na segunda safra, aos 146 DAS na área útil de cada parcela. A colheita foi realizada manualmente no estágio fenológico R6 (maturação fisiológica). Após a colheita, realizou-se o despalhamento, debulhamento manual das espigas e a pesagem da produção com uso de balança de precisão.

4.7 Variáveis analisadas

Foram realizadas avaliações das plantas de cobertura e plantas daninhas para cada ciclo de cultivo, um dia antes da dessecação. As plantas foram coletadas, armazenadas em sacos de papel, identificadas e levadas ao laboratório para determinação de matéria seca e demais procedimentos.

As avaliações das características agronômicas e produtividade do milho foram realizadas ao final do ciclo da cultura, no ponto de maturidade fisiológica, caracterizando assim, o ponto adequado para colheita.

a) Número de plantas e fitomassa das coberturas vegetais e plantas daninhas

O número de plantas e a quantidade de fitomassa produzida, para cada cobertura vegetal e plantas daninhas, foi determinada utilizando um amostrador de 1 m² lançado duas vezes por parcela, seguindo a metodologia proposta por Crusciol et al. (2005).

A parte aérea das plantas foram cortadas rente ao solo, identificadas a nível de espécie, contadas e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para serem secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 75 °C, até atingir peso constante.

A matéria seca foi determinada a partir da pesagem da fitomassa proveniente do campo, utilizando balança de precisão. O peso da matéria seca total das plantas foi expresso em gramas por planta e estimado em toneladas por hectare.

b) Teor de nutrientes das plantas de cobertura

Após a pesagem, a matéria seca de cada espécie foi triturada, utilizando moinho tipo Willey e armazenada em tubos plásticos com tampa de rosca. Posteriormente, as amostras foram enviadas ao Laboratório da Universidade Federal de Lavras para determinar os teores dos macronutrientes. Os teores de N foram quantificados por digestão com enxofre, seguido da destilação de Kjeldahl (TEDESCO et al. 1995). P, K, Ca e Mg, foram determinados segundo os procedimentos descritos por Bataglia et al. (1983).

c) Supressão de plantas daninhas pelas coberturas vegetais

Para quantificar o efeito das plantas de cobertura sobre a supressão do crescimento das plantas daninhas, calculou-se o *Índice do Efeito de Vizinhança-RNE* conforme metodologia proposta por Smith et al. (2015):

$$RNE = (P_{controle} - P_{misture}) / X$$

onde:

$P_{controle}$: fitomassa das plantas daninhas no tratamento controle;

$P_{misture}$: fitomassa das plantas daninhas no tratamento com as plantas de cobertura;

X : é o termo dependente da situação. Se $P_{controle} > P_{misture}$, então $X = P_{controle}$; no entanto,

se $P_{misture} > P_{controle}$, então $X = P_{misture}$.

Onde:

$RNE = 1$: indica supressão completa das plantas daninhas pelas plantas de cobertura;

$RNE = 0$: indica que não há efeito da cultura de cobertura sobre a planta daninha;

$RNE = -1$: indicativo de facilitação da planta daninha pela planta de cobertura.

d) Velocidade de degradação das plantas de cobertura

A velocidade de degradação das plantas de cobertura foi determinada utilizando a metodologia de "litter bags" (sacos de polietileno) (SCHUNKE, 1998), com abertura de malha de 5 mm, permitindo a colonização por microrganismos e invertebrados. Em cada "litter bags" foram colocados 100 g de material vegetal fresco, oriundo das plantas de cobertura, pesado em balança de precisão e distribuídos aleatoriamente em todas unidades experimentais.

Os "litter bags" permaneceram em contato com a superfície do solo pelos períodos de 7, 14, 28, 56, 84, 112 e 140 dias após a dessecação das plantas de cobertura. Após cada período, foram coletados e levados à estufa de circulação forçada a 75 °C, até atingir peso constante e, posteriormente, pesado o material remanescente.

A comparação entre o peso seco inicial e o peso obtido a cada final de período foi usado para descrever a perda de matéria seca por decomposição ao longo do período avaliado. A taxa de decomposição da matéria seca das plantas de cobertura foi estimada pelo modelo exponencial simples, utilizado por Rezende et al. (1999):

$$k = \ln(X/X_0)/t$$

Onde:

k = constante de decomposição;

X = quantidade de matéria seca remanescente após um período de tempo t ;

X_0 = quantidade de matéria seca;

t = tempo em dias.

A partir da constante de decomposição (k), calculada para cada espécie vegetal, foi determinado o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de cada planta de cobertura por meio da equação:

$$t_{1/2} = \ln(2)/k.$$

e) Produtividade e características do milho

Na safra foram colhidas 10 espigas, ao acaso, das plantas úteis, em cada parcela para determinação das seguintes características: peso de espiga sem palha (g), diâmetro de espiga (determinada no terço médio da espiga utilizando paquímetro, em cm), comprimento de espiga (sem palha, em cm), número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e número total de grãos por espiga.

Nas plantas úteis de cada parcela foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas (cm); altura da inserção das espigas (cm); população final de plantas; porcentagem de plantas acamadas; número de espigas por hectare; índice de espigas (número de espigas/plantas).

A matéria seca da parte aérea foi determinada de três plantas de milho por parcela, compreendendo folhas, colmos, palha, pendão, grãos e sabugos. O material coletado foi submetido à secagem em estufa a temperatura de 75 °C, até atingir peso constante. Esses dados foram usados para a correção da população final de cada tratamento.

A produtividade de grãos de milho, nas duas safras, foi estimada mediante extrapolação da produção colhida na área útil para toneladas por hectare ($t \text{ ha}^{-1}$), corrigindo a umidade para

13%.

4.8 Análises estatísticas

Os resultados obtidos para as variáveis de plantas de cobertura, plantas daninhas e os componentes de produtividade da cultura do milho, foram submetidos à análise de variância pelo Teste F para cada ano agrícola e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Posteriormente, procedeu-se à análise conjunta dos dois anos agrícolas, uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual de cada ano não foi superior a sete, para verificar se houve efeito dos anos e das interações entre o ano agrícola e os demais fatores estudados (BANZATTO e KRONKA, 1989). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Produção de matéria seca de plantas de coberturas e plantas daninhas

O número de plantas de cobertura e plantas daninhas apresentou comportamento diferenciado, independente das espécies (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância do número de plantas de cobertura (NPC), número de plantas daninhas (NPD), matéria seca das plantas de cobertura (MSPC) e matéria seca das plantas daninhas (MSPD), em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.

FV	GL	Quadrado médio			
		NPC	NPD	MSPC	MSPD
Bloco	3	8959,61 ^{ns}	7268,63 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Trat	5	155295,23 ^{**}	202192,60 ^{**}	10,41 ^{**}	21,57 ^{**}
Ano	1	2394,18 ^{ns}	3933,13 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,59 ^{ns}
Trat x ano	5	3052,73 ^{ns}	2827,05 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Total	47	-	-	-	-

** = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo Teste de F.

A planta de cobertura com maior número de planta por m² foi *Calopogonium mucunoides* e com menor quantidade foi *Canavalia ensiformis* (Tabela 6). Apesar do menor número de plantas, a *C. ensiformis* produziu quantidade de matéria seca semelhante as demais plantas de cobertura. Em trabalho de Torres et al. (2014), essa espécie apresentou produção de matéria seca inferior a outras plantas de cobertura, como o sorgo e milho e superior a braquiária, mostrando-se pouco eficiente na produção de matéria seca.

Tabela 6. Valores médios para número das plantas de cobertura (NPC), número das plantas daninhas (NPD), matéria seca de plantas de cobertura (MSPC) e matéria seca de plantas daninhas (MSPD), em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.

Tratamentos	Número de plantas		Matéria seca	
	m ²		t ha ⁻¹	
	NPC	NPD	MSPC	MSPD
<i>Brachiaria decumbens</i>	90,75 cd	48,25 b	6,39 a	0,28 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	119,37 bcd	27,32 b	7,42 a	0,18 b
<i>Canavalia ensiformis</i>	23,37 d	50,75 b	6,05 a	0,31 b
<i>Penissetum glaucum</i>	185,25 bc	65,94 b	6,05 a	0,43 b
<i>Calopogonium mucunoides</i>	196,63 b	26,63 b	7,36 a	0,27 b
Vegetação nativa	426,63 a	426,63 a	4,29 b	4,29 a
CV (%)	49,09	78,58	19,25	58,93
Ano agrícola 2017/2018	166,60 ^{ns}	95,58 ^{ns}	6,17 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Ano agrícola 2018/2019	180,72 ^{ns}	113,68 ^{ns}	6,34 ^{ns}	1,06 ^{ns}
CV (%)	26,82	40,63	11,78	84,99

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% (p≤0,05) de probabilidade.

As plantas de cobertura, independente das espécies, reduziram a matéria seca das plantas daninhas, em relação a vegetação nativa (Tabela 6). Tal resultado pode estar atribuído ao maior acúmulo de matéria seca, rápido crescimento, fenômenos físicos e efeitos alelopáticos das plantas de cobertura.

Duarte et al. (2014) relatam que entre as características que uma cobertura vegetal deve apresentar para ser eficaz no manejo de plantas daninhas, está a alta produção de fitomassa, sistema radicular profundo e o estabelecimento rápido na área. Contudo, as plantas de cobertura sobre o solo também diminuem a germinação de sementes fotoblásticas positivas, afetando sementes que necessitam de grande amplitude térmica para ativar o processo germinativo. Do exposto, o controle físico evita a entrada de luz e as oscilações térmicas que influenciam a germinação e disseminação das plantas daninhas (PITELLI, 1985).

O potencial alelopático de uma planta de cobertura depende das plantas que crescem no

ambiente, quantidade de resíduos vegetais e dos tipos de substâncias liberadas no solo (CRUZ-SILVA et al., 2015). Observa-se ainda, que as variações na intensidade dos efeitos alelopáticos dos compostos inibidores da germinação, depende dos fatores relacionados à espécie doadora e receptora, além do tipo de manejo que visam potencializar a atividade alelopática (SOUZA FILHO et al., 2003).

As plantas de cobertura, *B. ruziziensis* e *C. mucunoides* apresentaram maiores incrementos de matéria seca total, com produção média de 7,42 e 7,36 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 6), quando comparado a vegetação nativa. As demais coberturas apresentaram rendimentos de matéria seca variando de 6,05 a 6,39 t ha⁻¹.

Para as gramíneas, os valores obtidos foram próximos aos encontrados por Nunes et al. (2006), em que a *B. brizantha* e *B. decumbens* produziram em média 6,2 e 6,4 t ha⁻¹, respectivamente, porém, *C. mucunoides* obteve 3,4 t ha⁻¹, produção de matéria seca abaixo dos valores encontrados nesta pesquisa.

Os elevados valores de produção de matéria seca obtidos pelo *C. mucunoides* pode estar relacionado ao porte rasteiro da planta e desenvolvimento rápido, devido as condições climáticas favoráveis da Amazônia. Segundo Ferreira et al. (2007), o *C. mucunoides* apresentou desenvolvimento lento quando cultivado na região semiárida.

Neste trabalho, todas as plantas de cobertura superaram a quantidade mínima ideal de palhada para cobertura na superfície do solo, utilizada no sistema de plantio direto que é de 6 t ha⁻¹ (ALVARENGA et al., 2001).

5.2 Teor de nutrientes em plantas de cobertura

A análise de variância não apresentou efeito significativo na interação entre os tratamentos e os anos agrícolas para os nutrientes, ou seja, os teores obtidos pelas coberturas diferiram significativamente ($p < 0,05$) quanto às espécies analisadas, independente de ano

avaliado (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância do teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.

FV	GL	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	3	3,21 ^{ns}	0,0535 ^{ns}	10,1018 ^{ns}	1,3372 ^{ns}	0,1068 ^{ns}	0,0825 ^{ns}
Trat	4	39,75 ^{**}	1,3073 ^{**}	185,1498 ^{**}	23,8798 ^{**}	7,4627 ^{**}	2,6618 ^{**}
Ano	1	1,60 ^{ns}	3,6852 ^{**}	3,5752 ^{**}	3,7408 ^{**}	3,9102 ^{**}	3,5208 ^{**}
Trat x ano	4	1,61 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Total	39	-	-	-	-	-	-

** = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo Teste de F.

As plantas de cobertura apresentaram diferenças significativas quanto aos teores de nutrientes acumulados na matéria seca (Tabela 8).

Tabela 8. Teor de macronutrientes na parte aérea de plantas de cobertura no município de Eirunepé, AM, 2019.

Plantas de cobertura	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	(N)	(P)	(K)	(Ca)	(Mg)	(S)
-----g kg ⁻¹ -----						
<i>Brachiaria decumbens</i>	20,13 b	2,08 c	12,13 c	3,02 d	2,28 cd	1,38 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	20,15 b	2,73 b	21,88 ab	4,77 bc	2,68 bc	1,55 b
<i>Canavalia ensiformis</i>	22,93 a	2,67 b	26,27 a	5,07 b	2,87 ab	2,48 a
<i>Penissetum glaucum</i>	17,95 b	3,33 a	18,01 bc	3,93 cd	2,11 d	2,62 a
<i>Calopogonium mucunoides</i>	23,32 a	2,55 b	20,56 ab	6,86 a	3,32 a	2,76 a
Cv (%)	6,98	10,42	20,85	14,13	12,17	16,80
Ano agrícola 2017/2018	20,70 ^{ns}	2,40 b	19,50 b	4,46 b	2,37 b	1,89 b
Ano agrícola 2018/2019	21,10 ^{ns}	2,95 a	20,05 a	5,01 a	2,94 a	2,43 a
Cv (%)	2,30	2,13	2,09	2,39	1,78	2,77

*Médias não seguidas pela mesma letra, na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De modo geral, as plantas de cobertura acumularam maiores quantidades de N, K e Ca; e menores quantidades de P, Mg e S. As leguminosas, *Canavalia ensiformis* e *Calopogonium mucunoides* apresentaram maior eficiência na absorção de N diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) das demais plantas de coberturas. Enquanto, as gramíneas *Brachiaria decumbens*,

Brachiaria ruziziensis e *Penissetum glaucum* não diferiram entre si ($p>0,05$) (Tabela 8).

De acordo com Brito et al. (2017), o feijão de porco foi a planta de cobertura que acumulou maiores quantidades de N em comparação ao milho, o que indica grande potencial de incorporação de N no solo por essa cultura. As leguminosas apresentam elevada capacidade de fixação biológica de nitrogênio da atmosfera (N_2), podendo ser utilizadas como condicionadoras do solo, o que justifica o aumento da concentração de nitrogênio nessas espécies (MENDONÇA et al. 2017). A ciclagem de N favorecida pelas leguminosas via fixação biológica é uma informação importante para determinar as estratégias de manejo para o uso dessas plantas como condicionadores de solo agrícola, o que é discutido por Mendonça et al. (2017).

Em relação ao fósforo, *P. glaucum* apresentou o maior teor, diferindo estatisticamente das demais plantas de cobertura e o menor teor ocorreu em *B. decumbens* (Tabela 8). A absorção de fósforo no solo está associada diretamente ao desenvolvimento das raízes, assim, quanto maior superfície radicular maior capacidade para absorção do nutriente do solo (MARCANTE et al., 2011), com isso as plantas tendem a ter maiores concentrações de fósforo na parte aérea, o que foi observado no milho, com valor de concentração de $3,33 \text{ g kg}^{-1}$ de P, estando dentro da faixa ótima ($3 \text{ a } 5 \text{ g kg}^{-1}$), para o pleno desenvolvimento e crescimento da cultura (PRADO, 2008).

A *Canavalia ensiformis* foi a planta de cobertura que acumulou maior teor de potássio e *Calopogonium mucunoides*, a maior concentração de cálcio e magnésio. Para o enxofre, as maiores concentrações foram encontradas no *Canavalia ensiformis*, *Penissetum glaucum* e *Calopogonium mucunoides*, que não diferiram significativamente entre si ($p<0,05$) (Tabela 8). Isso mostrou variação na eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas de coberturas, como o caso do *Calopogonium mucunoides* que teve mais de 50% de Ca quando comparado a *Brachiaria decumbens*.

O *C. mucunoides* demonstrou elevada capacidade de absorção do Ca por unidade de material vegetal produzida, o que é um ponto positivo, pois esse nutriente presente na parte aérea das plantas de cobertura retornará ao solo e posteriormente absorvidos pela cultura cultivada em sucessão, reduzindo assim os gastos com adubação deste nutriente.

A variabilidade presente nos teores de nutrientes pode estar diretamente relacionada com a fertilidade do solo, podendo inferir que a eficiência da ciclagem de nutrientes das espécies depende muito da fertilidade pré-existente na camada superficial e subsuperficial do solo (TEIXEIRA et al., 2005).

5.3 Supressão de plantas daninhas por plantas de coberturas

Os resultados da análise de variância da característica do índice do efeito de vizinhança-RNE encontram-se na tabela 9.

Tabela 9. Resumo da análise de variância do índice do efeito de vizinhança-RNE. Eirunepé-AM, 2019.

FV	GL	Quadrado médio
		RNE
Bloco	3	0,000589 ^{ns}
Trat	5	1,168298 ^{**}
Ano	1	0,000300 ^{**}
Trat x ano	5	0,000665 ^{ns}
Total	47	-
CV	2,8	2,19

** = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo Teste de F.

As plantas de cobertura mostraram efeito supressor sobre as plantas daninhas, independente da espécie nos dois anos conforme análise de RNE (Figura 5).

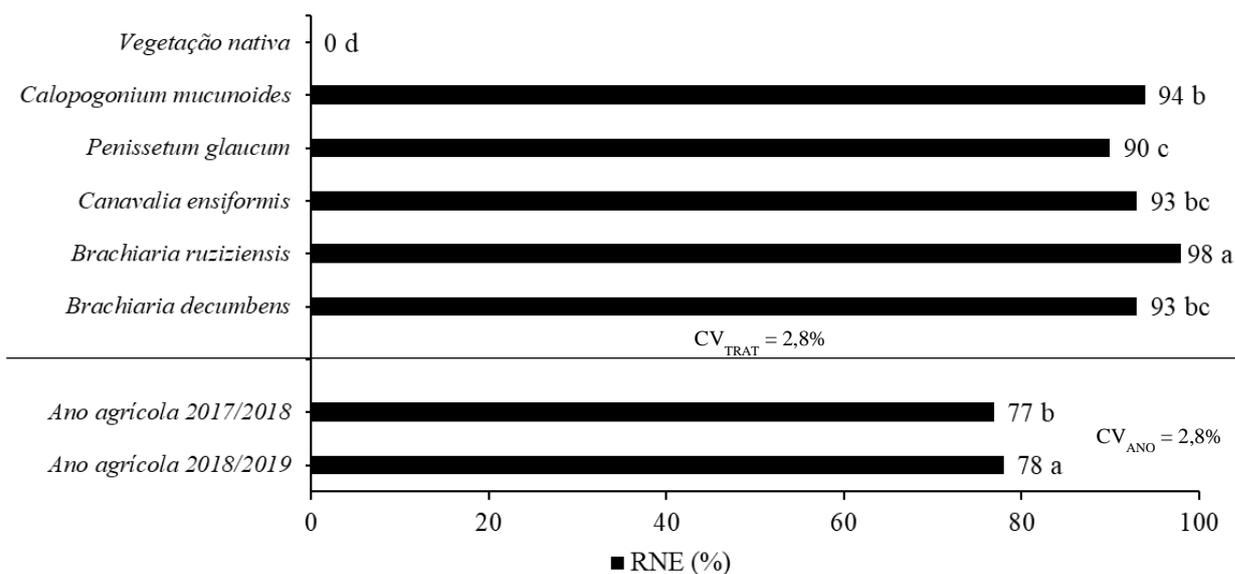


Figura 5. Índice de vizinho relativo (RNE) em porcentagem (%) dos tratamentos (plantas de cobertura), sobre as plantas daninhas. Eirunepé, AM, 2019.

As plantas de cobertura, *B. ruziziensis* e *C. mucunoides* suprimiram as plantas daninhas com índice de 98% e 94%, respectivamente. Já o *P. glaucum* apresentou menor eficiência (90%), quando comparados com os demais tratamentos. Borges et al. (2014) observaram que a cobertura com a *B. ruziziensis* aos 35 DAS na cultura da soja, obteve alta taxa de crescimento e reduziu em 95% a densidade e biomassa das plantas daninhas.

Damasceno et al. (2019), em uma área de produção comercial de laranja, no município Rio Preto da Eva-AM, observaram que os tratamentos com *B. decumbens*, *C. ensiformis* e *P. glaucum*, mostraram efeito supressivo sobre as plantas daninhas com 92%, 90% e 90%, respectivamente.

As braquiárias são utilizadas no sistema de semeadura direta principalmente por proporcionarem boa cobertura do solo, atuando na supressão de plantas daninhas, além de serem pouco exigentes em fertilidade do solo (PACHECO et al., 2008). A maior porcentagem de cobertura do solo pela braquiária favorece a interceptação de luz pelo dossel da forrageira,

limitando este recurso para o desenvolvimento das plantas daninhas (JAKELAITIS et al., 2005).

As espécies de gramíneas e leguminosas utilizadas nesta pesquisa proporcionaram cobertura do solo de forma a suprimir eficientemente o desenvolvimento das plantas daninhas.

5.4 Dinâmica de decomposição de plantas de cobertura

A cinética de decomposição dos resíduos culturais das plantas de cobertura apresentou padrão semelhante com taxa decrescente, seguindo uma exponencial com o tempo no primeiro ano de cultivo (Figura 6).

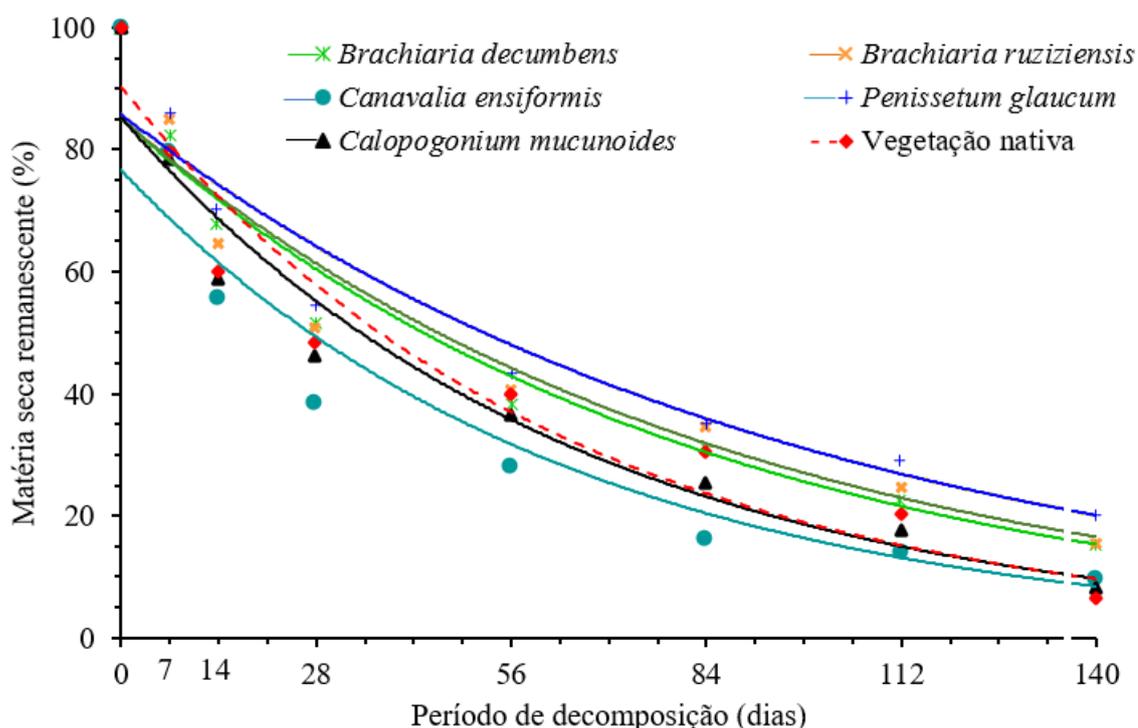


Figura 6. Decomposição da matéria seca remanescente proveniente da parte aérea das plantas de cobertura e vegetação nativa em função dos períodos que permaneceram em campo no ano agrícola 2017/2018. Eirunepé, AM, 2018.

No ano agrícola 2017/2018, as plantas de cobertura apresentaram um padrão semelhante na taxa de decomposição dos resíduos, observou-se um decréscimo da matéria seca mais acentuado no tratamento com *C. ensiformis*. Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo foram relatados por Rossi (2013), avaliando a decomposição e liberação de nutrientes

da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano.

Dentre as plantas de cobertura, as gramíneas apresentaram menores perdas de matéria seca remanescente com média de 60% aos 56 dias após a dessecação. Já as leguminosas apresentaram padrão inverso, com média de 67% aos 56 dias após a dessecação (Figura 6).

As perdas de matéria seca para as espécies *C. ensiformis*, *C. mucunoides*, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *P. glaucum* foram na ordem de 72%, 63%, 62%, 59% e 57% aos 56 dias após a distribuição dos *litter bags* sobre o solo.

A elevada taxa de decomposição talvez seja justificada pela maior umidade do solo constatada neste período, devido principalmente aos altos índices de precipitação total ocorridos nos meses de janeiro e fevereiro (807 mm) que são comuns na região (Figura 3).

Outros estudos comprovaram a influência da precipitação pluvial sobre a velocidade de decomposição dos resíduos, onde se destaca que a decomposição aumenta paralelamente ao aumento da precipitação e diminuem a valores mínimos no período seco do ano (TEIXEIRA et al., 2012; PACHECO et al., 2013).

Venegase Scudeler (2012), em estudo realizado em Rondonópolis-MT, avaliaram o efeito de diferentes coberturas vegetais na produção de milho e constataram que o milheto apresentou menor taxa de decomposição de matéria seca remanescente corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa. Resultados semelhantes foram também observados por Gama-Rodrigues et al. (2007), no qual o feijão de porco apresentou maior taxa de decomposição de matéria seca, quando comparada a outras espécies.

A dinâmica de decomposição das plantas de cobertura e vegetação nativa, no primeiro e segundo ano da pesquisa ocorreu de forma semelhante.

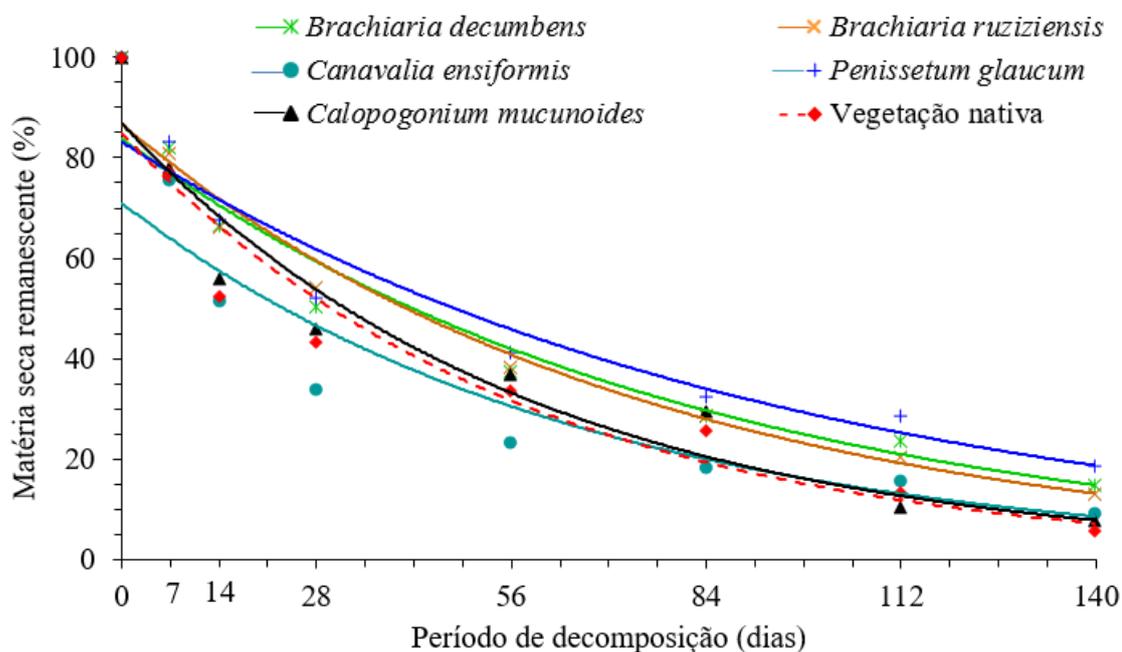


Figura 7. Decomposição da matéria seca remanescente proveniente da parte aérea das plantas de cobertura e vegetação nativa em função dos períodos que permaneceram em campo no ano agrícola 2018/2019. Eirunepé, AM, 2019.

No ano agrícola 2018/2019, a taxa de decomposição para as gramíneas e leguminosas foram em média 61% e 69%, respectivamente. A planta de cobertura *C. ensiformis* obteve maior taxa de decomposição, com perda de matéria seca em aproximadamente 72% e *P. glaucum* com perda de 58% aos 56 dias após o manejo (Figura 7). Tais resultados podem estar atribuídos à grande quantidade de biomassa acumulada, que foram favorecidas por maiores teores de umidade no solo e a atividade microbiana, além da menor relação C/N, para as leguminosas, e maior relação C/N para as gramíneas.

Alguns autores afirmam que o feijão de porco apresenta maior taxa de decomposição no solo e o milho menor taxa, situação que ocorre em espécies de Fabaceae e Poaceae, respectivamente (TEIXEIRA et al., 2009; CARVALHO et al., 2015). Assim, contribuindo na redução da taxa de decomposição e liberação lenta de nutrientes no solo (SILVA et al., 2012).

Soratto et al. (2012) observaram diminuição de até 84% na matéria seca do milho aos 56 dias no campo, no período chuvoso. Essa redução foi superior quando comparada ao

resultado do presente trabalho, que foi de 59% aos 56 dias, provavelmente pela maior precipitação ocorrida durante o período de avaliação.

Os valores obtidos para constante de decomposição (k), tempo de meia vida ($T_{1/2}$) e coeficientes de determinação obtidos a partir da análise de regressão, encontradas para cada variável da cobertura vegetal constam na Tabela 10.

Tabela 10. Constante de decomposição (k), tempo de meia-vida ($T_{1/2}$), em dias, da matéria seca das plantas de coberturas nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Eirunepé, AM, 2019.

Plantas de cobertura	Decomposição da fitomassa remanescente			
	k (g g ⁻¹)	T _{1/2} (dias)	Equação	R ²
<i>Ano agrícola 2017/2018</i>				
<i>Brachiaria decumbens</i>	0,01327	52	y = 85,098e ^{-0,012x}	0,9759
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	0,01334	49	y = 85,145e ^{-0,012x}	0,9626
<i>Canavalia ensiformis</i>	0,01626	42	y = 76,628e ^{-0,016x}	0,9507
<i>Penissetum glaucum</i>	0,01212	57	y = 85,815e ^{-0,01x}	0,9639
<i>Calopogonium mucunoides</i>	0,01781	39	y = 85,26e ^{-0,016x}	0,9693
Vegetação nativa	0,01938	35	y = 90,314e ^{-0,016x}	0,9262
<i>Ano agrícola 2018/2019</i>				
<i>Brachiaria decumbens</i>	0,01364	51	y = 83,893e ^{-0,012x}	0,9689
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	0,01457	47	y = 86,686e ^{-0,013x}	0,9867
<i>Canavalia ensiformis</i>	0,01704	41	y = 71,025e ^{-0,015x}	0,9216
<i>Penissetum glaucum</i>	0,01189	58	y = 83,188e ^{-0,011x}	0,9544
<i>Calopogonium mucunoides</i>	0,01838	38	y = 86,893e ^{-0,017x}	0,9539
Vegetação nativa	0,02039	34	y = 84,912e ^{-0,018x}	0,9570

No ano agrícola 2017/2018, as plantas de cobertura *P. glaucum*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis*, sofreram 50% de decomposição dos resíduos vegetais ($T_{1/2}$) aos 57, 52 e 49 dias, respectivamente, após a colocação do *litters bargs* no campo. Já o *C. mucunoides* e *C. ensiformis* apresentaram $T_{1/2}$ aos 39 e 42 dias (Tabela 10).

As elevadas precipitações aliada a altas temperaturas, possivelmente, afetaram as taxas de decomposição, que pode ser comprovado pelos menores $T_{1/2}$ vida das leguminosas. Diversos autores afirmaram que as condições climáticas atuam diretamente sobre a biomassa microbiana

do solo, promovendo a decomposição dos resíduos vegetais e alterando a velocidade de decomposição dos mesmos, diminuindo assim o $T_{1/2}$ (TEIXEIRA et al., 2012; DAMASCENO et al., 2019).

Diversos fatores como o estágio de desenvolvimento da espécie em que foi realizado o manejo e a composição química do material vegetal cultivado, influenciam a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais (VILANOVA et al., 2014; HENTZ et al., 2014).

No ano agrícola 2018/2019, a velocidade de decomposição dos resíduos foi mais lenta para a espécie *P. glaucum*, quando comparadas ao primeiro ano agrícola 2017/2018, como pode ser verificado pelo maior valor do $T_{1/2}$ vida. Resultados semelhantes foram observados por Torres et al. (2014), quando avaliaram a produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja em área de cerrado mineiro.

Nascente et al. (2015) verificaram que o milheto e pousio tiveram rápida degradação da palhada e liberação de nitrogênio para o solo. Já as *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria ruziziensis* apresentaram o menor coeficiente de degradação e permaneceram mais tempo na superfície do solo do que o milheto.

Para a função de manutenção da cobertura do solo, os resíduos orgânicos derivados de gramíneas, podem apresentar menor velocidade de decomposição sendo considerados mais interessantes no plano de manejo. Por outro lado, materiais provenientes de leguminosas podem ciclar nutrientes mais rapidamente (TEIXEIRA et al., 2009).

Nesta pesquisa, o calopogônio pode ser considerado uma opção interessante para o sistema de produção, pois demonstrou maior velocidade de decomposição, podendo ao mesmo tempo promover as funções de proteção do solo e ciclagem de nutrientes a médio prazo.

5.5 Componentes de produtividade

Os resultados referentes aos componentes de rendimento da cultura do milho, cultivado

em sucessão a diferentes plantas de cobertura são apresentados na Tabela 12.

Tabela 11. Resumo da análise de variância da produtividade e características do milho, em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.

FV	GL	Quadrado médio ⁽¹⁾							
		PROD	MSPA	APL	AIE	PF	PAC	NTE	PESP
Bloco	3	5849,23 ^{ns}	35752,34 ^{ns}	15,70 ^{ns}	7,57 ^{ns}	586865,11 ^{ns}	0,002 ^{ns}	513440,53 ^{ns}	17,45 ^{ns}
Trat	6	1933953,45 ^{**}	7001372,86 ^{**}	99,16 ^{**}	41,40 ^{**}	115444962,12 ^{**}	0,323 ^{**}	100990073,61 ^{**}	1836,77 ^{**}
Ano	1	905765,78 ^{**}	3034617,85 ^{**}	1398,88 ^{ns}	378,76 ^{**}	50342422,47 ^{**}	0,136 ^{**}	44033060,99 ^{**}	442,57 ^{**}
Trat x ano	6	8305,78 ^{ns}	5,78 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	1,90 ^{ns}	5,78 ^{ns}	0,006 ^{ns}	5,79 ^{ns}	5,78 ^{ns}
Total	55	-	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾PROD= Produtividade do milho; MSPA= Matéria seca da parte aérea das plantas de milho; APL= Altura de Planta; AIE= Altura de Inserção da Espiga; PF= População final de plantas de milho; PAC= Plantas acamadas; NTE= Número total de espigas; PESP= Peso de espiga sem palha. ** = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo Teste de F.

Continuação...

FV	GL	Quadrado médio ⁽¹⁾				
		CE	DE	NFGE	NGF	NTGE
Bloco	3	0,06 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,03706 ^{ns}	0,158592 ^{ns}	63,38 ^{ns}
Trat	6	89,06 ^{**}	1,6394 ^{**}	9,16171 ^{**}	34,709602 ^{**}	24775,91 ^{**}
Ano	1	5,22 ^{**}	0,4340 ^{**}	3,19686 ^{**}	13,671945 ^{**}	8857,52 ^{**}
Trat x ano	6	0,000006 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,000014 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	8,37 ^{ns}
Total	55	-	-	-	-	-

⁽¹⁾CE= Comprimento de espiga; DE= Diâmetro de espiga; NFGE= Número de fileiras de grãos na espiga; NGF= Número de grãos na fileira; NTGE= Número total de grãos por espiga. ** = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo pelo Teste de F.

Tabela 12. Componentes de produtividade da cultura do milho AG 1051 em sucessão a diferentes plantas de cobertura de solo, em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.

Tratamentos	Componentes de Produtividade ⁽¹⁾											
	MSPA t ha ⁻¹	APL ----- cm -----	AIE -----	PF mil pls ha ⁻¹	PAC %	NTE ha ⁻¹	PESP g	CE ----- cm -----	DE -----	NFGE ----- n° -----	NGF -----	NTGE -----
<i>Brachiaria decumbens</i>	12,00 c*	227,24 ab	107,67 ab	48,83 c	3,54 c	46672,06 bc	163,27 cd	17,72 b	4,08 bc	12,35 bcd	25,55 bc	315,7 bcd
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	12,55 bc	228,23 a	108,34 ab	51,07 bc	3,51 c	47663,44 bc	171,66 bc	19,44 ab	4,20 b	12,91 bc	26,71 bc	346,0 bc
<i>Canavalia ensiformis</i>	14,03 a	231,22 a	109,79 a	57,08 a	3,91 ab	53387,63 a	192,52 a	20,38 a	4,70 a	14,51 a	29,94 a	434,9 a
<i>Penisetum glaucum</i>	12,14 bc	225,47 ab	105,98 bc	49,37 bc	3,58 bc	46177,30 bc	165,60 cd	17,90 b	4,20 b	12,58 bcd	25,93 bc	326,5 bcd
<i>Calopogonium mucunoides</i>	13,50 ab	228,71 a	109,61 a	54,91 ab	3,85 abc	51354,10 ab	184,34 ab	20,80 a	4,10 b	13,47 ab	28,31 ab	382,5 ab
Vegetação nativa	11,91 c	226,45 ab	106,46 abc	48,49 c	3,69 abc	45348,88 c	157,15 cd	12,61 c	3,64 cd	11,86 cd	24,97 c	296,5 cd
Pousio no limpo	11,41 c	219,94 b	103,32 c	46,45 c	4,02 a	43438,52 c	149,16 d	12,98 c	3,37 d	11,25 d	23,80 c	268,8 d
CV (%)	6,69	3,98	1,97	6,69	5,91	6,69	6,58	6,30	7,30	6,71	6,70	13,23
Ano agrícola 2017/2018	12,27 b	222,03 ^{ns}	104,74 b	49,93 b	3,68 b	46704,97 b	166,21 b	17,08 b	3,98 b	12,46 b	25,96 b	326,17 b
Ano agrícola 2018/2019	12,74 a	232,03 ^{ns}	109,91 a	51,83 a	3,78 a	48478,44 a	171,83 a	17,69 a	4,10 a	12,94 a	26,95 a	351,33 a
CV (%)	2,02	-	2,74	2,00	2,36	2,01	3,43	2,01	3,80	2,01	2,02	2,06

⁽¹⁾ MSPA= Matéria seca da parte aérea das plantas de milho; APL= Altura de Planta; AIE= Altura de Inserção da Espiga; PF= População final de plantas de milho; PAC= Plantas acamadas; NTE= Número total de espigas; PESP= Peso de espiga sem palha; CE= Comprimento de espiga; DE= Diâmetro de espiga; NFGE= Número de fileiras de grãos na espiga; NGF= Número de grãos na fileira; NTGE= Número total de grãos por espiga. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey (p<0,05).

As plantas de cobertura, *C. ensiformis* e *C. mucunoides*, proporcionaram incrementos sob os componentes de produção do milho cultivado em sucessão, na ordem de 14,03 e 13,50 t ha⁻¹ para MSPA; 231,22 e 228,7 cm para APL; 109,79 e 109,71 cm para AIE; 57,08 e 54,91 mil plantas ha⁻¹ para PF; 53387,63 e 51354,10 ha⁻¹ para NTE; 192,53 e 184,32 g para PESP; 20,38 e 20,80 cm para CE; 14,51 e 13,47 para NFGE; 29,94 e 28,31 para NGF e 581,01 e 555,40 g para NTGE, respectivamente (Tabela 12).

Tais resultados podem estar associados ao aumento de nitrogênio, fixado biologicamente pelas leguminosas, através das bactérias do gênero *rizobium*, essas bactérias possuem um complexo enzimático denominado nitrogenase, capaz de reduzir o N₂ atmosférico a NH₃ e posteriormente absorvidos pelas plantas (MERCANTE et al., 2011).

As plantas de cobertura que menos influenciaram no rendimento destas variáveis foram as gramíneas, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *P. glaucum*, não diferindo estatisticamente entre si. Essas diferenças entre gramíneas e leguminosas pode promover incrementos na produção do milho, demonstrando que as gramíneas não exercem o mesmo efeito que as leguminosas, provavelmente em função dos teores mais baixos de nitrogênio.

O milho cultivado em sucessão a *C. ensiformis* apresentou quantidade de MSPA superior à encontrada por Bertin et al. (2005) que foi na ordem de 5,3 t ha⁻¹. A maior produção do presente estudo evidencia que as plantas de milho se desenvolveu com maior eficiência nas condições edafoclimáticas da região amazônica.

Para a característica altura de planta, o milho foi favorecido pelas plantas de cobertura. Resultados inferiores foram encontrados por Barros et al. (2013) com altura média de 1,93 m para o milho cultivado em sucessão a esta espécie. Lazaro et al. (2013), avaliaram o desempenho agrônomico do milho para produção de silagem, cultivado em sucessão ao calopogônio, constataram que a altura da inserção da espiga foi diferente dos resultados desta pesquisa, 0,95 m. Esta variável possui grande importância por estar diretamente correlacionada

com o percentual de acamamento das plantas de milho no campo.

Entre as leguminosas, o milho cultivado após a *C. ensiformis* apresentou uma população final de plantas de 18% e 23% superior ao cultivado sob vegetação nativa e pousio no limpo, respectivamente. Estes resultados diferem dos observados por Carvalho et al. (2004), onde os mesmos não encontraram diferença entre a população de plantas cultivadas sobre a palhada de *Calopogonium mucunoides* e a área cultivada em pousio, em dois anos de cultivo.

As maiores porcentagens de plantas acamadas do milho foram observadas quando cultivada em pousio no limpo (4,02%), já o menor índice foi verificado no milho cultivado em sucessão a todas plantas de cobertura com percentual médio de 3,6 %. Tais resultados podem estar relacionados a exposição do solo, o que favorece a sua compactação, inibindo o crescimento radicular do milho, além do excesso de umidade do solo, ventos e chuvas na região. Na cultura do milho, é desejável se obter plantas de porte mais baixo e menores alturas de inserção de espigas (PATERNIANI, 1993), por reduzirem a taxa de acamamento e facilitarem a colheita mecanizada (GUIMARÃES et al., 2010).

O número de espigas por hectare acompanhou o comportamento observado para a população final de plantas entre os tratamentos. Conforme Albuquerque et al. (2013), o número de espigas por plantas é um componente de produção que sofre grande influência genética, portanto, espera-se que o número de espigas acompanhe, de forma direta, a variação da população de plantas.

De modo geral, as plantas de coberturas proporcionaram maiores rendimentos para os componentes de produção do milho, com destaque para a espécie *C. ensiformis*, na qual foi superior em 83% das variáveis que compõem a produtividade. Assim, podendo ser recomendada como planta de cobertura antecedendo o cultivo do milho no sistema de semeadura direta.

A produtividade do milho foi superior quando cultivado em sucessão as plantas de

cobertura em comparação ao pousio no limpo (Figura 8). A média geral de produtividade obtida neste ensaio foi de 6,15 t ha⁻¹, sendo superior à produtividade média do Amazonas (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2017).

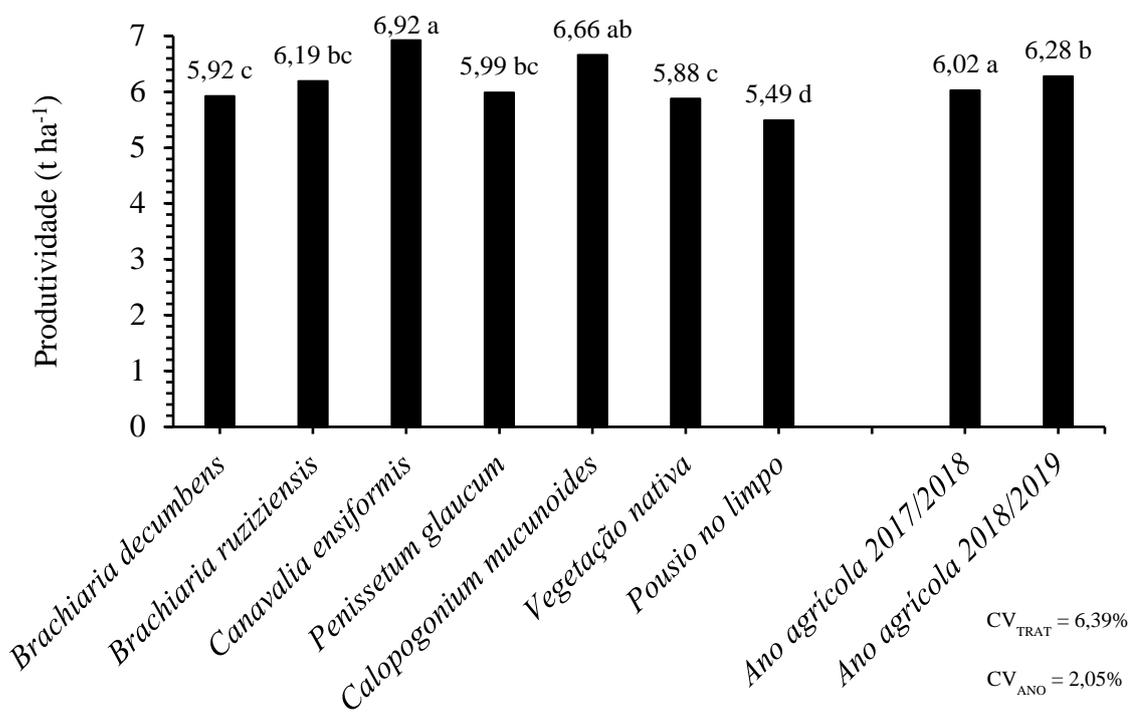


Figura 8. Produtividade do milho AG 1051 cultivado em sucessão a diferentes plantas de cobertura de solo, em dois anos agrícolas. Eirunepé-AM, 2019.

Entre as plantas de cobertura, as leguminosas proporcionaram maiores rendimentos de grãos do milho com produção média de 6,8 t ha⁻¹. A maior produtividade foi obtida, quando cultivada em sucessão a *C. ensiformis* atingindo 6,92 t ha⁻¹, superando assim, a média do estado e da região norte, além da média nacional, com valores de 2,5, 3,7 e 5,4 t ha⁻¹, respectivamente (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2018).

A planta de cobertura que obteve a menor produtividade foi a *B. decumbens*, com 5,92 t ha⁻¹, quando comparado com as demais espécies, apesar desta produtividade, todas as plantas de cobertura atingiram produtividade média superior ao do estado.

De modo geral, a produtividade do milho foi superior quando cultivado em sucessão as

leguminosas, possivelmente pela elevada capacidade dessas plantas em fixar N atmosférico através da simbiose com bactérias específicas do gênero *Rhizobium*, aumentando a concentração deste nutriente no solo após a decomposição do resíduo (CHERUBIN et al., 2014).

Aker et al. (2016), pesquisando a influência das plantas de cobertura sobre atributos agronômicos do milho na região sudoeste da Amazônia, verificaram que a produtividade máxima de grãos foi observada no cultivo do milho em sucessão a planta de cobertura feijão de porco, com produção média de 7,5 t ha⁻¹.

Muniz et al. (2014), ao avaliarem o efeito do sistema plantio direto sobre a produtividade de milho em Manaus, AM, em quatro safra agrícolas, mostraram que o rendimento de grãos foi superior no manejo com sistema plantio direto em relação ao preparo convencional do solo, e os valores aumentaram ao longo dos anos. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira Júnior et al. (2017), avaliando a produtividade de milho no Amazonas em dois sistemas de cultivo, plantio convencional e plantio direto, obtiveram maior produção quando cultivado no sistema de plantio direto sob a palhada de *B. Brizantha*.

O sistema plantio direto propicia maior produtividade devido ao não revolvimento das camadas superficiais do solo, formação e manutenção da palha, além das características físicas, químicas e biológicas do solo (SÁ et al., 2015). No entanto, as plantas de cobertura *C. ensiformis* e *C. mucunoides* apresentaram-se como estratégicas para compor sistemas de produção de milho para a região Sudoeste do Amazonas ao promoverem maiores incrementos de produtividades de grãos em relação ao pousio no limpo.

6. CONCLUSÕES

- I. As plantas de cobertura apresentaram maiores rendimentos de matéria seca quando comparado com a vegetação nativa, antecedendo o cultivo do milho, nos dois anos de cultivo;
- II. As leguminosas (*Canavalia ensiformis* e *Calopogonium mucunoides*) apresentaram maiores perdas de matéria seca remanescente quando comparadas as gramíneas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis* e *Penisetum glaucum*);
- III. As plantas de cobertura acumularam maiores quantidades de nitrogênio, potássio e cálcio e menores quantidades de fósforo, magnésio e enxofre;
- IV. A *Brachiaria ruziziensis* mostrou maior eficiência de supressão sobre as plantas daninhas com o melhor índice de vizinhança relativo, porém foi a *Canavalia ensiformis* que ocorreram as maiores produtividade do milho;
- V. Os componentes de produtividade do milho variaram em função da cobertura vegetal no solo, nos dois anos de cultivo, porém proporcionaram maiores produtividades do milho em sucessão quando comparada à área de pousio;
- VI. A *Canavalia ensiformis* é uma espécie com grande potencial para ser utilizada como planta de cobertura no município de Eirunepé-AM.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, A. S. Manejo integrado de plantas daninhas. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Pato Branco. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p. 17-26.
- AKER, A. M. et al. Plantas de cobertura sobre atributos agronômicos do milho na região sudoeste da Amazônia. Embrapa Milho e Sorgo-**Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; FILHO, G. M.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 721-726, 2013.
- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.
- ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Manejo ecológico de plantas daninhas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 29-39, 2001.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1085–1096, 2003.
- ANDRIOLI, I; PRADO, R. M. Plantas de cobertura em pré-safra e adubação nitrogenada na fertilidade do solo em diferentes camadas, cultivada com milho em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.3, p.963-978, 2012.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; FLECK, N.G.; BORTOLINI, C.G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.851-860, 2001.
- BALBINOT, M. et al. Uso de plantas de cobertura e cobertura morta em pomar de pessegueiro. In: Congreso Nacional de Ciencias Agrarias: Producción sostenible de alimentos para el desarrollo de Paraguay. n. 3. 2014. San Lorenzo - Paraguay. **Anais...** San Lorenzo: Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, p. 73-74, 2014.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 1989. 247p.
- BARROS, D. L.; GOMIDE, P. H. O.; CARVALHO, G. J. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, 2013.
- BASCHE, A. D.; MIGUEZ, F. E.; KASPAR, T. C.; CASTELLANO, M. J. Do cover crops increase or decrease nitrous oxide emissions in agroecosystems? A meta-analysis. **Journal of**

Soil and Water Conservation, Ankeny, v. 69, n. 6, p. 471-482, 2014.

BATAGLIA, O.C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum**, Londrina, v.27, p.379-386, 2005.

BERTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p.449 – 457, 2000.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BONSER, A. M.; LYNCH, J. P.; SIEGLINDE, S. Effect of Phosphorus deficiency on growth angle of basal roots in *Phaseolus vulgaris* L. **New Phytologist**, v.132, p.281-288, 1996.

BORGES, W. L. B. et al. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, p. 755-763, 2014.

BRITO, M. F. et al. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 3, p. 11-21, 2017.

CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p.87 – 98, 2006.

CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de semeadura direta e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.47-53, 2004.

CERRI, C. E. P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; FALLOON, P.; POWLSON, D. S.; BATJES, N.; MILNE, E.; CERRI, C. C. Simulating SOC changes in 11 land use change hronosequences from the Brazilian Amazon with RothC

and Century models. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, Berlin, v. 122, n. 1, p. 46-57, 2007.

CHERUBIN, M.R.; FABRIS, C.; WEIRICH, S.W.; ROCHA, E.M.T.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L.; LAMEGO, F.P. Desempenho agrônômico do milho em sucessão a espécies de cobertura do solo sob sistema plantio direto no sul do Brasil. **Global Science and Technology**, v.7, n.1, p.76-85, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 4 - Safra 2016/17, n 12 - **Décimo segundo levantamento**, setembro 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br.perspec.agropec>>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos: **décimo levantamento**, julho 2008 / CONAB – Brasília: Conab, 2008.

COSTA, N. R. et al. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, 2015.

CRUSCIOL, C.A. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo-forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

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, Sete Lagoas – MG**. (Circular Técnica, 81). p. 17, 2006.

CRUZ-SILVA, C. T. A., MATIAZZO, E. B., PACHECO, F. P. & NÓBREGA, L. H. P. Allelopathy of crotalaria juncea L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. **Idesia**, 33, n.1, p.27-32. 2015.

DAMASCENO, L. A. Crescimento e períodos de decomposição de plantas de cobertura e seus efeitos sobre a supressão de plantas infestantes no Amazonas. **Dissertação** –Universidade Federal do Amazona, Manaus, 2013.

DAMASCENO, L. A. et al. Weed Suppression by Cover Plants in the Amazonian. **Journal of Agricultural Science**; vol. 11, n. 7, 2019.

DAROLT, M. R. Princípios para manutenção e implantação do sistema. In: DAROLT, M.R. **Plantio direto**: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16– 45 (circular 101).

DIÓGENES, H. C. Fontes e doses de fósforo no cultivo de milho em condições de terra firme em Manaus-AM. **Tese**, Universidade Federal do Amazona, Manaus, 2015.

DUARTE, I. B., GALLO, A. S., GOMES, M. S., GUIMARÃES, N. F., ROCHA, D. P. & SILVA, R. F. Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Acta Iguazu**, 3, n.2, p. 150-165. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Serviço nacional de levantamento e conservação do solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Sistema Brasileiro de**

Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2006, 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja: Recomendações técnicas para o Mato Grosso do Sul e Matogrosso.** Dourados: EMBRAPA / CPAD / Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, 1996. 157 p. (Circular Técnica 3).

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, L.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Composição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.321-328, 2006.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. **Área de plantio direto no mundo.** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2007.

FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; CHAVES, V. C.; MOTTA, E. F.; RIBEIRO, F. N.; SILVA, S. A. B.; SILVA, M. S. L. da. Produção de fitomassa e composição química de plantas utilizadas em coquetéis vegetais para cobertura de solo e adubação verde no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. 2007, Gramado, RS. **Anais...** Viçosa, MG, 2007.

FILGUEIRAS, G. C. et al. Aspectos Socioeconômicos. In Jerri Édson Zilli, Aloisio Alcantara Vilarinho, José Maria Arcanjo Alves. (Org.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira.** Embrapa Roraima. p.356p,2009.

FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

FOX, T. R.; COMERFORD, N. B.; MCFEE, W. W. Phosphorus and aluminum release from a spodic horizon mediated by organic-acids. **Soil Sci.Soc.Am.J.** 54:1763-1767. Soil Sci.Soc.Am.J. 54:1763-1767. 1990.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho amarelo na região noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 06, p. 1421-1428, 2007.

GOMES, D. S., BEVILAQUA, N. C., SILVA, F. B. e MONQUERO, P. A. Supressão de plantas espontâneas pelo uso de cobertura vegetal de crotalária e sorgo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 9(2), 206-213,2014.

GUIMARÃES, F. S.; ARF, O.; GITTI, D. C.; KANEKO, F. H.; VILELA, R. G. Doses e épocas de aplicação regulador de crescimento na cultura do milho. **Bragantia**, v. 61, p. 127-141, 2010.

HEAL, W.; ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In: CADISCH, G. e GILLER, K.E., eds. **Driven by nature: Plant litter quality and decomposition.** Wallingford, CAB International, 1997. p.3-30

HENTZ, P.; CARVALHO, N. L.; LUZ, L. V.; BARCELLOS, A. L. Ciclagem de nitrogênio em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Ciência e Natura**, 36, Ed. Especial II, p.663-676, 2014.

HOLTZ, G. P.; SÁ, J. C. de M. Resíduos culturais: Reciclagem de nutrientes e impacto na fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA SEMEADURA DIRETA, Castro/PR. **Anais**. Ponta Grossa: Fundação ABC, 1996. p. 14-16, 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em: 29 mar. 2017.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KLIEMANN, J. H.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.21-28, 2006.

LAL, R.; LOGAN, T.J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B.A., (Ed.) **Soil management greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p.293-307.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema semeadura direta e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.

LÁZARO, R. L. et al. Produtividade de milho cultivado em sucessão á adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p. 10-17, 2013.

MAIA, S. M. F.; CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; LAL, R.; BERNOUX, M.; GALDOS, M. V.; CERRI, C. C. Contrasting approaches for estimating soil carbon changes in Amazon and Cerrado biomes. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 133, n. 4, p. 75-84, 2013.

MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A. e PAREDES, F. P. J. Teores de nutrientes no milheto como cobertura do solo. **Bioscience Journal**, vol. 27, n. 2, p. 196-204. 2011.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270p

MELLILO, J. M.; ABER, J. D.; MURATORE, J. F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 63, n. 3, p. 621 – 626, 1982.

MELO JÚNIOR, H. B; CAMARGO, R; WENDLING, B. Sistema de plantio direto na conservação do solo e água e recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.12, 2011.

MENDONÇA, E. de SÁ. et al. Biological nitrogen fixation by legumes and N uptake by coffee plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, 2017.

MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B. Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes microbianos na cultura da soja. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 4p. **Comunicado Técnico**, 169.

MONÉGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: características e manejo em pequenas

propriedades. Chapecó, 336p, 1991.

MONQUERO, P. A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MOORE, A. M. Temperature and moisture dependence of decomposition rates of hardwood and coniferous leaf litter **Soil Biology e Biochemistry**, Oxford, v.18, p.427-435, 1986.

MORAES, R. N. S. Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto. 2001. 90 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ – NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M, A. **Milho do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p.9-23, 2015.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. 1974.

MUKHERJEE, A.; LAL, R. Short-term effects of cover cropping on the quality of a Typic Argiaquolls in Central Ohio. **Catena**, Amsterdam, v. 131, n. 2, p. 125-129, 2015.

MUNIZ, A. W. et al. Sistema plantio direto: conservação do solo e produção sustentável de grãos em terra firme do Amazonas. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**, p.6, 2014.

NASCENTE, A. S.; STONE, L. F. Decomposição de palhada e liberação de nitrogênio em latossolo vermelho do Cerrado. Embrapa Arroz e Feijão-**Comunicado Técnico** (INFOTECA-E), 2015.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. A.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.943-948, 2006.

OLIVEIRA, I. J. et al. Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental-**Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2018.

OLIVEIRA, I. J.; ATROCH, A. L.; DIAS, M. C.; GUIMARÊS, L. J.; GUIMARÃES, P. E. de O. Seleção de cultivares de milho quanto à produtividade, estabilidade e adaptabilidade no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.52, n.6, p.455-463, jun. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO - **FAO**. Estado Mundial da Agricultura e Alimentação, (2018). <http://www.fao.org/brasil/pt/>

PACHECO, L. P.; MONTEIRO, M. M. S.; PETTER, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; ALMEIDA, F. A. Cover crops on the development of beggar's-tick. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 170-177, 2013.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; CARMO, R. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobresemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.815-823, 2008.

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento de milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: **Potafós**, 1993. p. 23-42.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n. 129, p.16-27, 1985.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. Editora UNESP, São Paulo. 407 p. 2008.

PROCHNOW, L.I.; ALCARDE, J.C. & CHIEN, S.H. **Eficiência agrônômica dos fosfatos totalmente acidulados**. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S. Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba, Potafos, 2004. p.605-663.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. Cereais: milho para grão e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. e FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de calagem e adubação para o estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, p.56-59, 1997.

REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E. & BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of the south of Bahia, Brazil. *Nutr. Cycling Agroec.*, 54:99-112, 1999.

ROCHA, A. T.; DUDA, G. P.; NASCIMENTO, C. W. A.; RIBEIRO, M. R. Fracionamento de fósforo e avaliação de extratores de P-disponível em solos da ilha de Fernando de Noronha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 178-184, 2005.

ROMAN, E. S.; VELLOSO, J. A. R. O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas, In: **Semeadura direta no Brasil**, Passo Fundo, Aldeia Norte, 1993. p.77-84.

ROSA, D. M.; NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P. de; MAULI, M. M. Desempenho da cultura do milho implantada sobre resíduos culturais de leguminosas de verão em sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.1287-1296, 2011.

ROSSI, C. Q. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2013.

SÁ, J. C. et al., Carbon depletion by plowing and its restoration by no-till cropping systems in oxisols of subtropical and tropical agro-ecoregions in Brasil. **Land Degradation e Developments**, v.26. 531-543, 2015

SÁ, J. C. M. **Manejo de fertilidade do solo em semeadura direta**. Carambeí: Fundação ABC, p.96, 1993.

SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, v.33, p.1021-1029, 2003.

SANTINI, J. M. K. Consorcio do milho com capim-xaraés, inoculação de *Azospirillum* brasileiro, doses nitrogênio e feito residual na soja. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2018, 134p. (Tese de Doutorado)

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e a semeadura direta**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997. 116 p.

SCHLINDWEIN, J. A. et al. Manejo dos solos e a sustentabilidade da produção agrícola na Amazônia Ocidental. Porto Velho: Núcleo Regional Amazônia Ocidental: **SBCS**, 2014. v. 1, p. 267-287.

SCHUNKE, R. M. Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximum*. 1998. 88 f. Tese (Doutorado em Solos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

SEVERINO, F. J., CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Revista Planta Daninha**. v.19, p. 223-228, 2001.

SILVA, J.A.N.; SOUZA, C.M.A.; SILVA, C.J.; BOTTEGA, S.P. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.769-775, 2012.

Silva, M. L. N.; Curi, N.; Blancaneaux, P.; Lima, J. M.; Carvalho, A. M. Rotação adubo verde: milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.649-654, 1997.

SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema semeadura direta. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.81 – 87, 2003.

SMITH, R. G., ATWOOD, L. W., POLLNAC, F. W. e WARREN, N. D. Cover-crop species as distinct biotic filters in weed community assembly. **Weed Science**, 63:282-295. 2015.

SORATTO, R. P. et al. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalaria e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1462-1470, 2012.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C. Efeitos alelopáticos do calopogônio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, v. 21, n. 02, p. 211-218, 2003.

SOUZA, W. J. O. e MELO, W. J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 24:885-896, 2000.

SUZUKI, L.E.A.S.; ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v.5, p.121-127, 2006.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A. et al. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. Porto Alegre: Departamento de Solos – Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p.

TEIXEIRA, C. M.; LOSS, A., PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, Chile, v.30, n.1, p.55-64, 2012.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; ANDRADE, M.J.B.; SILVA, C.A.; PEREIRA, J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v.31, p.647-653, 2009.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. C.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B. e MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-deporco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **C. Agrotecnol.**, 29:93-99, 2005.

TEIXEIRA, R. A., et al. Grasses and legumes as cover crop in no-tillage system in northeastern Pará Brazil. **Acta Amazonica**, v. 44, p. 411-418, 2014.

TIAN, G.; KANG, B. T.; BRUSSARD, B. L. Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrients accumulation. **Plant and Soil**. The Hague, v.153, p.179–187, 1993.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C. & LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, 66:617-622, 2007.

TORRES, J. L. R.; CUNHA, M. A.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, D. M. S. Cultivo de feijão e milho em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 117-125, 2014.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de resíduo vegetal por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C. e FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:609-618, 2005.

UNIDET STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. [S. l.]: WASDE, 2017. 40 p.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, n.1, p.69-87, 1993.

VENEGAS, F.; SCUDELER, F. Compatibilidade de diferentes cepas de *Rhizobium tropici* com o fungo *Trichoderma harzianum* no tratamento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, vol. 15, n. 5, p. 19-30, 2011.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I. Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

VILANOVA, C. C., COMIN, J. J., KURTZ, C., MÜLLER JR, V., BRUNETTO, G. Interferência de plantas de cobertura sobre a incidência de plantas invasoras e a produção de

cebola sob sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, 15, n.1, p.9-14, 2014.

VINHAL-FREITAS, I. C.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 143-154, 2010.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.763-774, 2004.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.