

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

**POTENCIAL DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DAS
INFESTANTES EM PLANTIO DE MILHO (*Zea mays* L.)**

LETICIA DE PAULA NEVES DE SOUZA

MANAUS

2021

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

LETICIA DE PAULA NEVES DE SOUZA

**POTENCIAL DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DAS
INFESTANTES EM PLANTIO DE MILHO (*Zea mays* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.^a Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino

MANAUS

2021

Ficha Catalográfica

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

S729p Souza, Leticia de Paula Neves de
Potencial de plantas de cobertura no manejo das infestantes em
plântio de milho (*Zea mays* L.) / Leticia de Paula Neves de Souza .
2021
39 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Sônia Maria Figueiredo de Albertino
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Fitossociologia. 2. Porcentagem de cobertura. 3. Análises
foliares. 4. Supressão. I. Albertino, Sônia Maria Figueiredo de. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

LETICIA DE PAULA NEVES DE SOUZA

POTENCIAL DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO DAS INFESTANTES
EM PLANTIO DE MILHO (*Zea mays* L.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Aprovada em 12 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Figueiredo Albertino – Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Prof^a. Dr^a. Líbia de Jesus Miléo, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Agno Nonato Serrão Acioli, Membro
Universidade Federal do Amazonas

À minha família
pelo incentivo para realização
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sendo rico em misericórdia me fortaleceu durante o caminho, guiou e protegeu.

A minha mãe que sempre me incentivou e auxiliou, apoiando-me em cada momento durante esse período.

Ao meu pai que me ensinou, cuidou e que sempre acreditou na minha capacidade.

A minha irmã pela força, paciência e apoio em todos os momentos.

A minha orientadora e professora Sônia Maria Figueiredo Albertino pela dedicação, compreensão, paciência e acompanhamento desde a graduação, projetos de extensão e confiança até este momento.

A Fazenda Experimental da UFAM – FAEXP pelo apoio técnico e espaço cedido para a condução do experimento.

Ao Laboratório de Ciências de Plantas Daninhas – LCPD/UFAM pela oportunidade do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Técnico do Laboratório de Solos, Vitor Repolho, pela ajuda, paciência e conhecimento compartilhado.

Aos amigos, Jerônimo, Mauro, Daniel, Karla, Bruna, Talissa, Kamila e Naara por toda ajuda, incentivo e cooperação em cada etapa, sem o apoio de vocês eu não conseguiria.

A todos os professores e colegas do Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical.

A FAPEAM pela bolsa concedida e apoio financeiro.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa e por me ajudarem a concluir mais um ciclo em minha vida.

Aquele que leva a preciosa semente,
andando e chorando, voltará, sem dúvida,
com alegria, trazendo consigo os seus molhos

Salmos 126:6

RESUMO

O cultivo de plantas de coberturas é uma prática exercida há muito tempo, pois elas incrementam a matéria orgânica do solo, auxiliam na ciclagem de nutrientes e fixam nitrogênio biologicamente. Dessa maneira, se torna importante avaliar o desempenho das espécies de cobertura: mucuna preta (*Mucuna pruriens* L. DC. var. *utilis*), braquiária (*Brachiaria ruziziensis* R.Germ. & Evrard), feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) e feijão de porco (*Canavalia ensiformes* DC.) no manejo de plantas infestantes do milho em condições locais. Para isso, o experimento de campo foi organizado em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (quatro espécies de cobertura e controle) e quatro blocos, contendo 20 unidades experimentais, em dois ciclos de cultivo. Antes da implantação do experimento foi realizada a fitossociologia da área, assim como aos 60DAS e 90 DAS. Os parâmetros biométricos do milho foram mensurados em intervalos de 15 DAS e entre a penúltima e última coleta com intervalo de 35 dias. As folhas opostas e abaixo da espiga, no início do embonecamento foram coletadas para análises foliares de N, P e K. Quanto às espécies de cobertura a biomassa, massa seca e porcentagem de coberturas foram obtidas em intervalos de 15 DAS, as análises foliares de N, P e K, foram realizadas utilizando o material das coletas dos 60 DAS e 75 DAS. Houve supressão das plantas infestantes pelas plantas de coberturas no cultivo do milho. A introdução das plantas de coberturas do solo nas entrelinhas do cultivo de milho incrementou as propriedades químicas do solo (T, t, SB, V%, m% e Al^{3+}). A produtividade do milho não foi influenciada pelo cultivo das espécies de cobertura. As plantas de cobertura ocasionaram aumento na massa seca total das plantas de milho. As plantas de cobertura, a partir dos 60 DAS, apresentaram altos incrementos na massa seca, com destaque para *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*. *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*, que apresentaram as maiores porcentagens de cobertura de solo no agrossistema estudado. Em todos os tratamentos, as concentrações de P e K foliar das plantas de milho estavam ideais. As plantas de cobertura apresentaram concentrações de N foliar adequadas durante os dois ciclos de cultivo.

Palavras-chave: fitossociologia, porcentagem de cobertura, análises foliares.

ABSTRACT

The cultivation of cover crops has been a practice for a long time, as they increase the organic matter in the soil, aid in nutrient cycling and biologically fix nitrogen. Thus, it is important to evaluate the performance of cover species: black velvet bean (*Mucuna pruriens* L. DC. var. *utilis*), brachiaria (*Brachiaria ruziziensis* R.Germ. & Evrard), cowpea (*Vigna unguiculata* L.) and pig bean (*Canavalia ensiformis* DC.) in the management of corn weeds under local conditions. For this, the field experiment was organized in randomized blocks, with five treatments (four cover and control species) and four blocks, containing 20 experimental units, in two cultivation cycles. Before the implementation of the experiment, the phytosociology of the area was carried out, as well as the 60DAS and 90 DAS. Biometric parameters of corn were measured at intervals of 15 DAS and between the penultimate and last collection with an interval of 35 days. The leaves opposite and below the ear, at the beginning of dolling were collected for foliar analysis of N, P and K. As for cover species, biomass, dry mass and percentage of cover were obtained at intervals of 15 DAS, the foliar analyzes of N, P and K were carried out using material from the collections of 60 DAS and 75 DAS. There was suppression of weeds by cover crops in corn cultivation. The introduction of ground cover plants between the rows of maize cultivation increased the chemical properties of the soil (T, t, SB, V%, m% and Al³⁺). Maize productivity was not influenced by the cultivation of cover crops. Cover crops caused an increase in the total dry mass of corn plants. The cover crops, from 60 DAS, showed high increases in dry mass, especially for *C. ensiformis* and *B. ruziziensis*. *C. ensiformis* and *B. ruziziensis* presented the highest percentages of soil cover in the studied agrosystem. In all treatments, the concentrations of P and K in leaves of maize plants were ideal. Cover crops showed adequate leaf N concentrations during both cropping cycles.

Keywords: phytosociology, percentage of cover, leaf analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Massa seca total das plantas de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas, aos 25, 40, 55, 70 e 105 dias após a semeadura (DAS) no primeiro (A) e segundo (B) ciclo de cultivo. Manaus - AM, 2020.	17
Figure 2. Massa seca das coberturas vegetais aos 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo (B) ciclo do milho. Manaus - AM, 2020.	20
Figura 3. Concentração (%) de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) foliar das plantas de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas, aos 60 dias após a semeadura (DAS), em dois ciclos de cultivo com coberturas nas entrelinhas. Manaus - AM, 2020. Letras minúsculas comparam a concentração de nutriente foliar das plantas de milho, com cultivo de espécies cobertura, em cada ciclo, barras de cores iguais.	25
Figura 4. Concentração de nitrogênio foliar (%) das coberturas vegetais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo (B) ciclo de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020. Letras minúsculas comparam a concentração de N foliar das plantas de cobertura no mesmo período, barras de cores iguais, letras maiúsculas comparam a concentração de N foliar aos 60 e 75 DAS para cada planta de cobertura, barras de cores diferentes.	27
Figure 5. Concentração de fósforo foliar (%) das coberturas vegetais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo (B) ciclo de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020. Letras minúsculas comparam a concentração de P foliar das plantas de cobertura no mesmo período, barras de cores iguais, letras maiúsculas comparam a concentração de P foliar aos 60 e 75 DAS para cada planta de cobertura, barras de cores diferentes.	29
Figura 6. Concentração de potássio foliar (%) das coberturas vegetais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo ciclo (B) de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020. Letras minúsculas comparam a concentração de K foliar das plantas de cobertura no mesmo período, barras de cores iguais, letras maiúsculas comparam a concentração de K foliar aos 60 e 75 DAS para cada planta de cobertura, barras de cores diferentes.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes em área sob plantio de milho, antes da implantação das plantas de cobertura do solo. Manaus-AM, 2020.....	9
Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes em área sob plantio de milho, aos 60 DAS das plantas de cobertura do solo. Manaus-AM, 2020.....	11
Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes em área sob plantio de milho, aos 90 DAS das plantas de cobertura do solo. Manaus-AM, 2020.....	12
Tabela 4. Propriedades químicas e granulometria do solo antes da implantação do experimento. Manaus-AM, 2020.....	13
Tabela 5. Propriedades químicas do solo após 180 dias da colheita de milho. Manaus-AM, 2021.....	15
Tabela 6. Análise de variância das variáveis número de grãos (NG), produtividade (Prod) e massa seca total (MSt) de dois ciclos de cultivo de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas. Manaus - AM, 2020.	16
Tabela 7. Análise de variância da massa seca das coberturas vegetais nos dois ciclos de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.....	18
Tabela 8. Análise de variância das plantas de cobertura (PC), plantas infestantes (PI) e solo descoberto (S) dos dois ciclos de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.	21
Tabela 9. Plantas de cobertura (PC), plantas infestantes (PI) e solo descoberto (S) aos 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura (DAS) das coberturas, <i>M. pruriens</i> , <i>V. unguiculata</i> , <i>C. ensiformis</i> e <i>B. ruziziensis</i> , em sistema de cultivo de milho. Manaus -AM, 2020.	23
Tabela 10. Análise de variância das concentrações de nitrogênio foliar (Nf), fósforo foliar (Pf) e potássio foliar (Kf) nos dois ciclos de cultivo de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas. Manaus - AM, 2020.....	24
Tabela 11. Análise de variância da concentração dos nutrientes das coberturas, nitrogênio foliar (Nf), fósforo foliar (Pf) e potássio foliar (Kf) das plantas de cobertura. Manaus - AM, 2020.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo geral	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1. Milho	2
3.2. Manejo de plantas infestantes	3
3.3. Coberturas vegetais	3
4. MATERIAL E MÉTODOS	4
4.1. Local do experimento	4
4.2. Delineamento experimental	5
4.3. Condução do experimento em campo	5
4.3.1. Fitossociologia	5
4.3.2. Milho	6
4.3.2.1. Parâmetros biométricos, produção e massa seca	6
4.3.2.2. Análises foliares de N, P e K	6
4.3.3. Coberturas vegetais	7
4.3.3.1. Plantas de cobertura	7
4.3.3.2. Biomassa e massa seca	7
4.3.3.3. Porcentagem de cobertura do solo	8
4.3.3.4. Análises foliares de N, P e K	8
4.4. Análise estatística	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5.1. Fitossociologia	9
5.2. Características químicas e físicas do solo	13
5.3. Milho	15
5.3.1. Número de grãos, massa seca total das plantas e produtividade	15
5.4. Coberturas vegetais	18
5.4.1. Massa seca	18
5.4.2. Porcentagem de cobertura	20
5.5. Análises foliares	24
5.5.1. Milho	24
5.5.2. Coberturas vegetais	26
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

A produção de milho no mundo alcançou 1,16 bilhões de toneladas (USDA, 2020) e o Brasil cresceu significativamente, alcançando cerca de 97,5 milhões de toneladas (CONAB, 2020). Esse crescimento ocorreu em função de vários fatores, sendo o principal o aumento da produtividade, devido a introdução de cultivares mais produtivas, associada a determinadas práticas culturais. Outro fator que contribuiu para o aumento da produção foi o crescimento da área cultivada com plantios de segunda safra de 13.135,297 milhões de hectares (CONAB, 2020). Nas áreas agrícolas, a presença de plantas infestantes compromete a produção, pois competem por espaço, água e nutrientes (CERRUDO et al., 2012), além de serem hospedeiras de pragas e doenças da cultura principal. Algumas dessas espécies possuem grande restrição biológica, causando perdas de rendimento de 34% a 38% entre os principais cultivos em todo o mundo (BAKHTIAR et al., 2011; JABRAN et al., 2015).

As plantas infestantes são conhecidas por seu efeito nocivo nas lavouras comerciais, devido ao seu efeito de competição sobre os fatores de desenvolvimento das plantas agrícolas comerciais (BALBINOT JUNIOR et al., 2007). As culturas de cobertura do solo e sua matéria seca residual evitam a incidência e o desenvolvimento de ervas daninhas (DIDON et al., 2014; KORRES e NORSWORTHY, 2015; NICHOLS et al., 2015) e podem reduzir o uso de herbicidas (CAMPIGLIA et al., 2010; BRUST et al., 2014). A supressão da germinação e estabelecimento de ervas daninhas é atribuída ao bloqueio de luz, pressão mecânica, competição por água, oxigênio, nutrientes e produção de aleloquímicos pela alta biomassa produzida pelas plantas de cobertura (CARR et al., 2013; TEODORO et al., 2011).

A escolha correta das espécies para cobertura do solo melhora a sustentabilidade do sistema de cultivo e reduz a incidência das plantas infestantes (MARTINS et al., 2016). O uso de plantas de cobertura promove maior ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas, aumentando a disponibilidade de nutrientes para as lavouras subsequentes (BLANCO-CANQUI et al., 2012; BENDER e VAN DER HEIJDEN, 2015). O sistema consorciado, que utiliza gramíneas e leguminosas, proporciona conservação do solo e retorno econômico positivo ao agricultor (NOLLA et al., 2019). Pois os desafios associados aos métodos convencionais de controle de plantas infestantes (remoção manual, controle mecânico, herbicidas) tornam indispensável o desenvolvimento de diversidade nos métodos atuais (JABRAN et al., 2015). Desse modo, se torna importante avaliar o desempenho de mucuna preta (*Mucuna pruriens* L. DC. var. *utilis*), braquiária (*Brachiaria ruzizienses* R.Germ. & Evrard), feijão caupi (*Vigna*

unguiculata L.) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.) no manejo de plantas infestantes do milho em condições locais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o desempenho de quatro coberturas vegetais no manejo de plantas infestantes e na produção do milho.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a produção de milho com o cultivo de feijão caupi, braquiária, feijão de porco e mucuna preta, nas entrelinhas.
- Estimar a massa seca total e produtividade das plantas de milho, associadas a plantas de cobertura.
- Avaliar a supressão das plantas infestantes pelas plantas de cobertura.
- Determinar os teores de nutrientes no milho e nas coberturas vegetais por meio de análises foliares.
- Mensurar a produção de biomassa, massa seca e porcentagem de cobertura do solo das coberturas vegetais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Milho

O milho é originário da região tropical mexicana. Na classificação botânica é considerado uma gramínea da família Poaceae, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., taxonomicamente identificado como *Zea mays* L. ssp *mays*, para distinguir do seu parente silvestre mais próximo, o teosinto, ambos com $2n = 2x = 20$ cromossomos (PATERNIANI e CAMPOS, 1999).

O Brasil ocupa uma das posições de liderança no cenário global de milho, é o terceiro maior produtor mundo, depois dos Estados Unidos e da China, sendo o segundo maior exportador mundial de milho (DIAS et al., 2019).

No país existem duas estações de crescimento para a produção de milho. A primeira estação é conhecida como “temporada de verão”, ocorre no sul e nordeste do Brasil, e é plantada quando as chuvas começam (setembro-dezembro). A segunda estação, é conhecida como safrinha ou inverno, ocorre na região centro-oeste e sul do estado do Paraná, e é plantada

diretamente após a colheita da soja, de janeiro a março (GALVÃO et al., 2017; HUBBS et al., 2016).

No Amazonas há dois ecossistemas de produção: terra firme e várzea (OLIVEIRA et al., 2015). No Estado a produtividade é baixa, há baixa oferta de sementes melhoradas de cultivares adaptadas às condições de estresse abiótico (OLIVEIRA et al., 2015).

3.2. Manejo de plantas infestantes

As plantas infestantes são uma grande restrição à produção agrícola e são responsáveis por consideráveis perdas de rendimento nos sistemas de produção de milho em todo o mundo (MHLANGA et al., 2016). O manejo de plantas infestantes usa métodos físicos e químicos para impedir que as plantas infestantes atinjam um estágio avançado de crescimento, podendo ser prejudiciais às plantas e animais domésticos (SUNITHA e KALYANI, 2012). Nos casos em que o controle de plantas infestantes em uma área agrícola depende apenas de um método, como o químico, a resistência ao método de controle é um problema comum (TEYMOORI et al., 2013). Os herbicidas são amplamente utilizados no controle de espécies infestantes em sistemas de produção de milho, mas podem ter consequências ambientais negativas (MHLANGA et al., 2016). Os desafios associados aos métodos convencionais, por exemplo, remoção manual, controle mecânico, herbicidas, tornam indispensável o desenvolvimento de métodos atuais (JABRAN et al., 2015).

Uma alternativa ao manejo de plantas infestantes é o uso de sistemas conservacionistas que utilizam estratégias de sucessão, consórcio e rotação de culturas. Além de proteger e melhorar a qualidade do solo e aumentar a produtividade da cultura, a geração de palha reduz a infestação de ervas daninhas (LOPES e GUILHERME, 2016; MARTINS et al., 2016). A palha no solo, proveniente de plantas de cobertura, pode atuar pelo impedimento físico e competição por recursos naturais para a germinação de ervas daninhas (GOMES et al., 2014) ou pela liberação de substâncias inibidoras da germinação e / ou crescimento de ervas daninhas (LAMEGO et al., 2015).

3.3. Coberturas vegetais

Na agricultura brasileira o uso de plantas de coberturas é de suma importância, tendo em vista seus benefícios para a proteção do solo, a manutenção da fauna e da flora microbiana, proteção contra plantas infestantes e ciclagem de nutrientes (BULEGON et al., 2015).

Espécies do gênero *Brachiaria* em consórcio com milho apresentam uma alternativa viável para o aumento da biomassa pós-colheita do milho, podendo trazer benefícios

significativos para a ciclagem de N e K (OLIVEIRA et al., 2019). Este sistema apresenta melhoria nas propriedades químicas do solo (AMADO et al., 2007) e maior supressão de plantas infestantes (CONCENÇO et al., 2013). A presença de palha e raízes da forrageira contribuem para diminuir a oscilação da temperatura (CECCON et al., 2009) e aumentar a atividade da macrofauna do solo (MARCHÃO et al., 2007).

Outra espécie que tem sido utilizada há muito tempo, é a mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis*), uma alternativa na prática de rotações de culturas e como planta de cobertura (BELL e JANZEN, 1971). No manejo de pragas, como, patógenos e nemátoides (VARGAS-AYALA et al., 2000). Para melhorar a fertilidade do solo (HOUNGNANDAN et al., 2001) e controlar plantas infestantes (UDENSI et al., 1999; AKOBUNDU et al., 2000; CASINI e OLIVERO, 2001), desempenhando um papel importante nos sistemas de produção tropical.

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.), é empregado como forragem (SINGH et al., 2003) e cobertura morta ou viva para melhoria da fertilidade do solo e no manejo de pragas e plantas infestantes (HARRISON et al., 2014). Com seus diferentes hábitos de crescimento variando de determinado a indeterminado, apresentando tamanhos eretos, prostrados e semiprostrados, podem desempenhar um papel importante na cultura e competitividade com ervas daninhas (FREIRE FILHO et al., 2005). Pois, cultivares com maior cobertura do solo são mais competitivas com espécies infestantes (PARREIRA et al., 2014).

Leguminosas utilizadas como adubo verde têm sido consorciadas, devido ao seu poder de cobertura do solo e sua capacidade de modificar o ambiente, competindo por luz, água e nutrientes e suprimindo a população de ervas daninhas (OLIVEIRA et al. 2014). Seu efeito supressor depende da planta de cobertura (QUEIROZ et al., 2010; CASTRO et al., 2011), com destaque para a *Canavalia ensiformis* DC. (ALVARENGA et al., 1995; FAVERO, 1998), e na quantidade de fitomassa produzida pela planta (MONQUERO et al., 2009), que pode ser aumentada quando os adubos verdes são consorciados (RODRIGUES et al., 2012). Além disso, o feijão de porco inibe a germinação de ervas daninhas, pois contém vários compostos fitotóxicos (SANTOS et al., 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da UFAM – FAEXP, (02° 39' 4,5'' S, 60° 02' 45,6'' W e 98 m de altitude) e no Laboratório de Ciências das Plantas Daninhas da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Manaus, Amazonas.

4.2. Delineamento experimental

Para o experimento de campo, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (quatro espécies de cobertura, mais um tratamento controle sem planta de cobertura), com quatro repetições, contendo 20 unidades experimentais.

4.3. Condução do experimento em campo

O cultivo de milho com as coberturas vegetais do solo foi implantado na Fazenda Experimental da UFAM, onde o clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, “Tropical úmido de monção”. Com duas estações climáticas bem definidas, uma de período chuvoso (novembro – maio) e outra seca (verão) (junho – outubro).

A cultivar de milho utilizada foi a BRS 1050 e os tratamentos consistiram no cultivo de quatro espécies de cobertura: feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), mucuna preta (*Mucuna pruriens* L. DC. var. *utilis*), braquiária (*Brachiaria ruziziensis* R.Germ. & Evrard) feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.), mais um tratamento controle utilizando as próprias plantas invasoras do local como cobertura do solo.

Cada unidade experimental (parcela) apresentava quatro linhas de cultivo de milho, com espaçamento de 0,8 m x 0,2 m, entre linhas e entre plantas, respectivamente. Nas entrelinhas do milho foram implantadas duas linhas de plantas de cobertura, conforme o tratamento, por espécie. Cada parcela tinha 3,2 m de largura e 1,50 m de comprimento, sendo a área total de 4,80 m². A área útil das parcelas era composta por duas fileiras centrais de milho e quatro de cobertura, desprezando-se 0,50 m nas extremidades de cada linha. No tratamento com as plantas invasoras do local foram previamente levantadas as espécies presentes.

O preparo do solo para implantação das culturas foi no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. Amostras de solo foram coletadas para análises químicas e físicas e a área recebeu correção da acidez e adubação, com base no resultado das análises e na recomendação para a cultura do milho do Estado do Amazonas (OLIVEIRA et al., 2018). As propriedades do solo estão descritas nas tabelas abaixo, antes (Tabela 1) e após o experimento (Tabela 2).

4.3.1. Fitossociologia

As plantas infestantes foram coletadas pelo método do quadrado aleatório, lançado duas vezes por parcela, na área útil dos tratamentos. Durante a coleta foi utilizado um quadro de madeira

com área de 0,12 m², as plantas que se encontraram dentro do amostrador, foram coletadas e colocadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, para identificação botânica e contagem de indivíduos por espécie. As coletas foram realizadas no início, metade e fim do ciclo do milho. Com os dados em planilhas, foram realizados os cálculos dos parâmetros, frequência (Fre), densidade (Den), abundância (Abu), frequência relativa (Frer), densidade relativa (Denr), abundância relativa (Abur) e índice de valor de importância (IVI), segundo Mueller-Domboise e Ellenberg (1974).

4.3.2. Milho

4.3.2.1. Parâmetros biométricos, produção e massa seca

Aos 25, 40, 55, 70 e 105 dias após a emergência (DAS), foram coletados os indicadores biométricos (altura e diâmetro do caule) e massa seca (folhas, colmo e raízes). A altura das plantas foi medida a partir de 5 cm acima do solo até a última folha totalmente expandida, o diâmetro do colmo foi determinado a 5 cm do solo e a contagem das folhas foi realizada até a última folha totalmente expandida com lígula evidente.

As medições foram realizadas em intervalos de 15 DAS e entre a penúltima e última coleta com intervalo de 35 dias, com auxílio de paquímetro digital e trena. Ao fim do ciclo a produção foi estimada através da contagem das espigas por plantas e número de grãos por espiga. A massa seca de folhas, colmo e raízes foi mensurada, para isso as plantas foram cortadas com tesoura de poda 5 cm acima do solo, armazenadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada a 70 °C, até peso constante, para obtenção da massa seca.

Os dados obtidos em campo foram submetidos à análise de variância e as interações significativas entre a produção de fitomassa e o tempo de desenvolvimento foram submetidas à análise de regressão. Para a seleção da equação, serão considerados a significância do teste F, o valor do coeficiente de determinação e a equação de melhor ajuste aos dados originais.

4.3.2.2. Análises foliares de N, P e K

As folhas opostas e abaixo da espiga, no início do embonecamento foram coletadas e secas em estufa a 65 °C, moídas em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável, com peneiras de 0,5 ou 1 mm de diâmetro, visando assegurar a homogeneização da amostra, em seguida as amostras foram armazenadas em sacos plásticos pequenos. Após a armazenagem foi feita a digestão por via seca em mufla a 550 °C (MALAVOLTA et al.,1997). As análises foliares de N foram realizadas em laboratório especializado em análises de plantas.

Para as análises foliares de K e P a metodologia de Malavolta et al. (1997) foi adaptada. Utilizamos as cinzas obtidas no processo de digestão por via seca e para obter o extrato utilizamos 2 ml de HCl 6 mol, após 40 minutos, o sobrenadante foi submetido a 50°C em chapa aquecedora. Em seguida foram acrescentados 10 ml de HCl 0,1 mol nos cadinhos e o extrato foi transferido para falcons de 50 ml e o volume foi completado com água destilada.

A análise de K foliar ocorreu através de espectrometria de chama, o fotômetro foi calibrado com os padrões 0 e 20 mg L⁻¹ K, respectivamente, para as leituras 0 e 100, em seguida foram feitas as leituras dos padrões (0, 1, 2, 3 e 5 ppm) obtendo a curva analítica e desse modo, a leitura das amostras.

A análise de P foliar ocorreu através do método de espectrofotometria com azul de Molibdênio. Com isso, foi utilizada a solução de molibdato de amônio 2%, solução diluída de molibdato, solução padrão de 1.000 mg L⁻¹ P, soluções padrões de 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mg L⁻¹ de P e ácido ascórbico p.a. Com as soluções preparadas, retirou-se 5 ml da solução padrão de P em tubo de ensaio de 30 ml, são adicionados 10 ml da solução diluída de molibdato, uma pitada de ácido ascórbico e após 30 minutos a leitura foi feita no espectrofotômetro a 660 nm.

4.3.3. Coberturas vegetais

4.3.3.1. Plantas de cobertura

As plantas de cobertura foram semeadas após o preparo do solo com gradagem e semeadura do milho, nas seguintes densidades: *Brachiaria ruziziensis* - 9 kg ha⁻¹, *Canavalia ensiformis* - 135 kg ha⁻¹, *Mucuna pruriens* - 80 kg ha⁻¹. *B. ruziziensis* foi semeada a lanço. *C. ensiformis* e *M. pruriens*, a 5 cm de profundidade com espaçamento de 0,1 m entre cada semente e 0,4 m entre fileiras. Para *V. unguiculata* feijão caupi foi usado o espaçamento de 0,2 m x 0,5 m, entre plantas e entre fileiras, respectivamente.

4.3.3.2. Biomassa e massa seca

Em cada parcela foram coletadas ao acaso, amostras da biomassa, referente à parte aérea das plantas de cobertura e das infestantes no tratamento controle, usando-se um amostrador com 0,12 m² de área, perfazendo 0,24 m² de área amostral por parcela, em todos os tratamentos, a cada 15 dias. O material foi armazenado em sacos de papel e seco em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante, posteriormente, foi pesado para estimativa da massa seca.

4.3.3.3. Porcentagem de cobertura do solo

As avaliações foram realizadas por meio do método da transecção linear (LAFIEN et al.,1981), a cada 15 dias, para isso, foi utilizada uma corda de 2 m de comprimento com marcações a cada 10 cm. A corda foi esticada aleatoriamente nas entrelinhas de cada parcela, em formato de X, sendo contados os intervalos que apresentarem planta de cobertura ou planta infestante, por meio de análise visual, para obtenção da porcentagem de cobertura do solo.

4.3.3.4. Análises foliares de N, P e K

As folhas das coberturas vegetais da terceira e quarta coleta, foram secas em estufa a 65 °C, moídas em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável, com peneiras de 0,5 ou 1 mm de diâmetro, visando assegurar a homogeneização da amostra, em seguida as amostras foram armazenadas em sacos plásticos pequenos. Após a armazenagem foi feita a digestão por via seca em mufla a 550 °C (MALAVOLTA et al.,1997). As análises foliares de N foram realizadas em laboratório especializado em análises de plantas.

Para as análises foliares de K e P a metodologia de Malavolta et al. (1997) foi adaptada. Utilizamos as cinzas obtidas no processo de digestão por via seca e para obter o extrato utilizamos 2 ml de HCl 6 mol, após 40 minutos, o sobrenadante foi submetido a 50°C em chapa aquecedora. Em seguida foram acrescentados 10 ml de HCl 0,1 mol nos cadinhos e o extrato foi transferido para falcons de 50 ml e o volume foi completado com água destilada.

A análise de K foliar ocorreu através de espectrometria de chama, o fotômetro foi calibrado com os padrões 0 e 20 mg L⁻¹ K, respectivamente, para as leituras 0 e 100, em seguida foram feitas as leituras dos padrões (0, 1, 2, 3 e 5 ppm) obtendo a curva analítica e desse modo, a leitura das amostras.

A análise de P foliar ocorreu através do método de espectrofotometria com azul de Molibdênio. Com isso, foi utilizada a solução de molibdato de amônio 2%, solução diluída de molibdato, solução padrão de 1.000 mg L⁻¹ P, soluções padrões de 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mg L⁻¹ de P e ácido ascórbico p.a. Com as soluções preparadas, retirou-se 5 ml da solução padrão de P em tubo de ensaio de 30 ml, são adicionados 10 ml da solução diluída de molibdato, uma pitada de ácido ascórbico e após 30 minutos a leitura foi feita no espectrofotômetro a 660 nm.

4.4. Análise estatística

As variáveis independentes foram: *M. pruriens*, *V. unguiculata*, *C. ensiformis* e *B. ruziziensis* e infestantes de ocorrência natural. As variáveis dependentes para o milho foram, altura, diâmetro do colmo, massa seca (folhas, colmo e raízes), produção (número de espigas por planta e número de grãos por espiga) e teores de nitrogênio, fósforo e potássio. As variáveis dependentes para as plantas de cobertura foram, taxa de cobertura do solo, biomassa, decomposição e teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio.

Os dados de biomassa das plantas de cobertura e das plantas infestantes e os dados biométricos e de produção do milho foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, precedidos dos testes de normalidade e homogeneidade. As interações significativas para os períodos avaliados foram submetidas à análise de regressão. Para a seleção da equação foi considerada a significância do teste F, o valor do coeficiente de determinação e a equação de melhor ajuste aos dados originais combinados à explicação biológica da característica. O software R foi utilizado para as análises estatísticas e o Excel 2019 para os cálculos dos parâmetros fitossociológicos e elaboração dos gráficos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fitossociologia

Antes da implantação do experimento foi realizado o levantamento fitossociológico da área experimental e foram registrados 429 indivíduos, distribuídos em 34 espécies, pertencentes à 17 famílias botânicas. A família com maior número de indivíduos foi Euphorbiaceae, com quatro espécies, seguida por Poaceae com uma espécie (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes em área sob plantio de milho, antes da implantação das plantas de cobertura do solo. Manaus-AM, 2020.

Espécie	Família	Classe	Nº Indivíduos	freq rel	dens rel	abund rel	IVI
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	M	95	15,79	22,14	6,02	43,95
<i>Mimosa pudica</i>	Fabaceae	D	52	14,91	12,12	3,49	30,52
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	D	47	12,28	10,96	3,83	27,07
<i>Acalypha aristata</i>	Amaranthaceae	D	17	0,88	3,96	19,39	24,23
<i>Amaranthus sp.</i>	Verbenaceae	D	42	7,89	9,79	5,32	23,01
<i>Lantana camara</i>	Euphorbiaceae	D	28	4,39	6,53	6,39	17,30
<i>Croton lobatus</i>	Fabaceae	D	27	7,02	6,29	3,85	17,16
<i>Desmodium intortum</i>	Fabaceae	D	26	5,26	6,06	4,94	16,27
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Euphorbiaceae	D	16	7,02	3,73	2,28	13,03

<i>Mitracarpus hirtus</i>	Asteraceae	D	18	3,51	4,20	5,13	12,84
<i>Cyperus sp.</i>	Cyperaceae	M	14	3,51	3,26	3,99	10,76
<i>Rivina humillis</i>	Petiveriaceae	D	10	1,75	2,33	5,70	9,79
<i>Astraea lobata</i>	Euphorbiaceae	D	7	1,75	1,63	3,99	7,38
<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	D	7	1,75	1,63	3,99	7,38
<i>Galinsoga parviflora</i>	Asteraceae	D	4	0,88	0,93	4,56	6,37
<i>Cleome affinis</i>	Brassicaceae	D	5	1,75	1,17	2,85	5,77
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	D	3	1,75	0,70	1,71	4,16
<i>Rubus pruinosos</i>	Rosaceae	D	2	0,88	0,47	2,28	3,62
<i>Mentha aquatica</i>	Lamiaceae	D	2	0,88	0,47	2,28	3,62
<i>Veronica chamaedrys</i>	Plantaginaceae	D	1	0,88	0,23	1,14	2,25
<i>Melothria pendula</i>	Curcubitaceae	D	1	0,88	0,23	1,14	2,25
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	D	1	0,88	0,23	1,14	2,25
<i>Boehmeria nivea</i>	Urticaceae	D	1	0,88	0,23	1,14	2,25
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	D	1	0,88	0,23	1,14	2,25
<i>Sida hirsutissima</i>	Malvaceae	D	1	0,88	0,23	1,14	2,25
<i>Cyperus alternifolius</i>	Cyperaceae	M	1	0,88	0,23	1,14	2,25

M=monocotiledôneas; D= dicotiledôneas; freq rel = frequência relativa; dens rel = densidade relativa; abund rel = abundância relativa; IVI = Índice de valor de importância.

Houve predominância de dicotiledôneas com 74,36% do total das plantas identificadas, que correspondem a 31 espécies, representadas por 15 famílias, enquanto as monocotiledôneas (25,64 %) foram representadas por duas famílias e três espécies. Resultados semelhantes a outras pesquisas realizadas em agrossistema amazônico, onde maiores números de espécies pertenciam às dicotiledôneas (MILÉO et al., 2016). As monocotiledôneas representaram menor quantidade de espécies, entretanto, o número de seus indivíduos foi maior na comunidade infestante (Tabela 1).

As famílias Euphorbiaceae e Poaceae apresentaram os maiores números de indivíduos e ambas foram relatadas como as famílias mais encontradas em plantios de milho em savanas amazônicas (ALBUQUERQUE et al., 2012). A família Euphorbiaceae foi representada por três anos consecutivos em diferentes programas de rotação de culturas, num solo sob cerrado, em sistemas de plantio direto, revelando sua grande ocorrência (PEREIRA et al., 2003).

As plantas infestantes pertencentes à família Poaceae, apresentam ciclo de vida perene e produzem enorme quantidade de sementes, aumentando assim o seu poder de disseminação (ALBUQUERQUE et al., 2012). Além, de apresentarem o ciclo C4 de fixação de carbono, o que confere a essa família, altas taxas fotossintéticas, quando estão em condições de elevadas temperaturas e luminosidade (FERREIRA et al., 2014).

Aos 60 dias após a implantação das plantas de cobertura (Tabela 2), notou-se a diminuição no número de indivíduos desta família, contudo, seus índices ainda alcançaram 15% de destaque nos parâmetros fitossociológicos. A predominância de dicotiledôneas permaneceu, atingindo 84,98% do total das plantas identificadas, correspondendo a 15 espécies,

representadas por 11 famílias, enquanto as monocotiledôneas (15,03%) apresentaram apenas uma família e uma espécie. Neste período, as plantas de cobertura já haviam sido implantadas e apresentavam mais de 70% de cobertura de solo (Tabela 9), o que influenciou na supressão das plantas infestantes.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes em área sob plantio de milho, aos 60 DAS das plantas de cobertura do solo. Manaus-AM, 2020.

Espécie	Família	Classe	Nº Indivíduos	freq rel	dens rel	abund rel	IVI
<i>Mimosa pudica</i>	Fabaceae	D	67	30,00	43,79	10,01	83,80
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	M	23	3,33	15,03	30,92	49,28
<i>Croton lobatos</i>	Euphorbiaceae	D	11	13,33	7,19	3,70	24,22
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	D	10	13,33	6,54	3,36	23,23
<i>Acalypha sp.</i>	Euphorbiaceae	D	9	6,67	5,88	6,05	18,60
<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	D	8	8,33	5,23	4,30	17,86
<i>Oxalis barreleeri</i>	Oxalidaceae	D	6	3,33	3,92	8,07	15,32
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	D	6	5,00	3,92	5,38	14,30
<i>Rubus pruinosos</i>	Rosaceae	D	3	3,33	1,96	4,03	9,33
<i>Sida hirsutissima</i>	Malvaceae	D	2	1,67	1,31	5,38	8,35
<i>Cleome affinis</i>	Brassicaceae	D	2	1,67	1,31	5,38	8,35
<i>Desmodium sp.</i>	Fabaceae	D	2	3,33	1,31	2,69	7,33
<i>Veronica chamaedrys</i>	Plantaginaceae	D	1	1,67	0,65	2,69	5,01
<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae	D	1	1,67	0,65	2,69	5,01
<i>Physalis angulata</i>	Solanaceae	D	1	1,67	0,65	2,69	5,01
<i>Amaranthus sp.</i>	Amaranthaceae	D	1	1,67	0,65	2,69	5,01

M=monocotiledôneas; D= dicotiledôneas; freq rel = frequência relativa; dens rel = densidade relativa; abund rel = abundância relativa; IVI = Índice de valor de importância.

No levantamento inicial (Tabela 1), a comunidade infestante na área levantada era heterogênea (26 espécies) e com maior número de indivíduos (429), já no segundo levantamento foi observada a redução da infestação, com 16 espécies e 153 indivíduos, sendo Fabaceae, a família predominante com 69 indivíduos em duas espécies presentes (Tabela 2).

Ao fim do experimento, grande parte das espécies infestantes foram suprimidas pelas plantas de cobertura do solo. As características de desenvolvimento e crescimento das leguminosas e, sua adaptabilidade ao consórcio com o milho, resultaram em efeito supressor, como pôde ser constatado também por Nolla et al. (2019).

Estudo com plantas do gênero *Brachiaria* e atividade supressora de plantas infestantes foram observadas concentrações de três substâncias ativas alelopáticas, (6R, 9S) -3-oxo- α -ionol, (6R, 9R) -3-oxo- α -ionol e 4-cetopinoresinol (KOBAYASHI e KATO-NOGUCHI, 2015). Essas substâncias fitotóxicas podem ser liberadas no solo por exsudatos ou decomposição de resíduos de plantas, atuando assim, como substâncias alelopáticas que inibem a germinação de sementes do banco do solo (KATO-NOGUCHI et al., 2014).

O que pode ter contribuído com a redução dos parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade e abundância, nesse estudo.

As Dicotiledôneas dominaram na área, representadas por 11 das 12 espécies presentes, porém com baixo número de indivíduos ao final do ciclo do milho, exceto *Mimosa pudica* que era a espécie mais frequente na área (Tabela 3). A família Poaceae persistiu na área, representada por *Digitaria sanguinalis*, considerada uma das espécies mais abundante e de maior densidade.

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das plantas infestantes em área sob plantio de milho, aos 90 DAS das plantas de cobertura do solo. Manaus-AM, 2020.

Espécie	Família	Classe	Nº Indivíduos	freq rel	dens rel	abund rel	IVI
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	M	97	17,81	42,73	24,54	85,08
<i>Mimosa pudica</i>	Fabaceae	D	58	20,55	25,55	12,72	58,81
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	D	22	9,59	9,69	10,34	29,62
<i>Cleome affinis</i>	Brassicaceae	D	11	9,59	4,85	5,17	19,60
<i>Croton lobatus</i>	Euphorbiaceae	D	4	1,37	1,76	13,15	16,29
<i>Veronica chamaedrys</i>	Plantaginaceae	D	6	8,22	2,64	3,29	14,15
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	D	6	6,85	2,64	3,95	13,44
<i>Boehmeria nivea</i>	Urticaceae	D	5	6,85	2,20	3,29	12,34
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Fabaceae	D	4	2,74	1,76	6,58	11,08
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Asteraceae	D	4	5,48	1,76	3,29	10,53
<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	D	2	1,37	0,88	6,58	8,83
<i>Melothia pendula</i>	Curcubitaceae	D	1	1,37	0,44	3,29	5,10

M=monocotiledôneas; D= dicotiledôneas; freq rel = frequência relativa; dens rel = densidade relativa; abund rel = abundância relativa; IVI = Índice de valor de importância.

As espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) nos três períodos foram, *Mimosa pudica* e *Digitaria sanguinalis*. Entre os mecanismos de adaptação manifestados por *Mimosa pudica* está a alta produção de sementes (SOUZA FILHO et al., 2001). Espécies do gênero *Digitaria* apresentam capacidade de germinar em ampla gama de temperatura e luminosidade (MENDONÇA et al., 2014). Este fato contribui para que esteja presente praticamente durante todo o ano nas áreas de produção agrícola (SILVA et al., 2017).

As sementes liberadas para o meio ambiente formam o banco de sementes, que constituem um reservatório de suprimento constante ao longo do tempo. As flutuações na germinação dessa população de sementes são reguladas por um conjunto de fatores que, em maior ou menor escala, influenciam a taxa de emergência e, conseqüentemente, a dinâmica

populacional. Fatores relacionados às condições de solo e clima, têm sido apontados como controladores da germinação das sementes no campo (MACDONALD et al., 1992; PEREZ & PRADO, 1993; VILLIERS et al., 1994; MOSJIDIS e ZHANG, 1995). Essas espécies de maior IVI nem sempre são consideradas de difícil controle como é o caso de *Mimosa pudica* e *Digitaria sanguinalis*. A persistência se deve ao maior banco de sementes formado no solo durante os anos em que a área esteve sobre controle convencional de plantas infestantes (GAMA, 2019).

5.2. Características químicas e físicas do solo

O solo da área experimental já havia passado por ciclos de cultivo, é caracterizado como um Latossolo Amarelo, muito argiloso, com acidez elevada, teor de matéria orgânica alto, teor médio de soma de bases, com cálcio e magnésio trocáveis em teores médios, fósforo e potássio com teores baixos, acidez trocável baixa, acidez potencial média, capacidade de troca de cátions efetiva e em pH 7 com classificação média, saturação de bases média e saturação de alumínio muito baixa (Tabela 4).

Tabela 4. Propriedades químicas e granulometria do solo antes da implantação do experimento. Manaus-AM, 2020.

Propriedades químicas e granulometria													
pH _{CaCl2}	M.O.	SB	Ca ¹	Mg ¹	K ²	Al ¹	t	T	H+Al	P ²	V	m	
-	dag kg ⁻¹	-----					cmol _c dm ⁻³	-----			mg dm ⁻³	-----	%-----
4,6	2,48	2,23	1,4	0,7	0,08	0,2	2,43	5,31	3,08	4	42	8,23	
Granulometria													
Areia				Argila				Silte					

16				76				8					

¹KCl, ²Melich-1, pH- Acidez ativa; H+Al- Acidez potencial (SMP); P- Fósforo; MO- Matéria orgânica; t- Cap. de troca de cátions efetiva; T- Cap. de troca de cátions; SB- Soma de bases; V- Saturação por bases e m - saturação por alumínio.

A produtividade das safras nos solos tropicais da Amazônia é, na maioria dos casos, insatisfatória devido à baixa fertilidade natural do solo e à baixa capacidade de investimento dos agricultores (DAVIDSON et al., 2012). Considerando a predominância de solos distróficos na região, o uso de leguminosas, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico como cobertura vegetal, apresenta um potencial benéfico pela redução do uso de fertilizantes (ROSA et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2013).

As culturas de cobertura mantêm a superfície do solo continuamente coberta por palha, reciclando nutrientes e disponibilizando-os para culturas sucessivas por meio da decomposição

gradual dos resíduos orgânicos (BENDER e VAN DER HEIJDEN, 2015). Após a colheita, por meio da análise do solo, foi constatado alteração dos atributos químicos do solo em relação às condições iniciais do solo da área, antes da implantação dos cultivos (Tabelas 4 e 5).

O tratamento com *C. ensiformis*, elevou o pH. Quanto à CTC em pH 7,0 (T), apresentou teores médios com *M. pruriens*, *V. unguiculata* e *B. ruziziensis*, e altos nos tratamentos controle e com *C. ensiformis*. A CTC efetiva (t), ficou classificada como média com *M. pruriens* e boa com *V. unguiculata*, *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*. Estudos sugerem que nos solos mais argilosos, com maior t, maior será a quantidade de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ disponíveis para absorção pela planta (ANDREOTTI et al., 2001).

A saturação de bases (V%) apresentou mudança de classificação, em relação a primeira análise, sendo classificada como boa no tratamento controle e com o *C. ensiformis* e média nos tratamentos com *M. pruriens*, *V. unguiculata* e *B. ruziziensis*. O teor da saturação por alumínio (m%), permaneceu na mesma classificação, muito baixa, em todos os tratamentos, mas *C. ensiformis* apresentou destaque na redução do elemento. O baixo valor de m%, mesmo nos tratamentos sem calagem deve-se provavelmente ao Ca^{2+} adicionado pela adubação com superfosfato simples (18 a 20% de cálcio).

Ao comparar os resultados da acidez potencial (H+Al) das análises (Tabela 4 e 5), não houve mudança de classificação, permanecendo em teores médios. Já a acidez trocável (Al^{3+}) permaneceu em teores baixos nas parcelas com cultivo de *M. pruriens* e *V. unguiculata*, contudo, mudou de classificação nos tratamentos controle, *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*, apresentando-se muito baixa. Para as plantas mais sensíveis ao Al^{3+} , a diminuição da concentração deste elemento no solo proporciona benefícios: crescimento do sistema radicular, maior exploração do volume do solo e maior captação de nutrientes e água (RIOS et al., 2008).

O Ca^{2+} , na segunda análise, permaneceu em teores médios para *M. pruriens*, *V. unguiculata* e *B. ruziziensis*, mas teve alteração de classificação nos tratamentos controle e *C. ensiformis*, ficando em teores altos. O Mg^{2+} , na segunda análise, apresentou mudança de classificação em todos os tratamentos, ficando em teores muito altos.

A manutenção de um nível adequado de Ca^{2+} no solo é necessária para garantir uma absorção adequada de nutrientes. Entretanto, os teores de Ca^{2+} na solução de solos ácidos são bastante baixos (FAQUIN, 2005). O aumento da produtividade do milho está associado aos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e à redução da m% no solo (CRAVO et al., 2012). O K^+ , na segunda análise apresentou alteração na classificação, alcançando valores médios nos tratamentos de *M. pruriens* e *B. ruziziensis* e teores altos para *V. unguiculata* e *C. ensiformis*.

O valor das somas de bases, mudaram da classificação média (Tabela 4) para classificação alta em todos os tratamentos (Tabela 5), por ser uma variável em função de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ o aumento destes, conseqüentemente, aumenta o seu valor. A matéria orgânica mudou de classificação alta para média, pois nos Latossolos, a acidez é mais acentuada, o que pode ser resultante de um intenso processo de lixiviação, da idade e características dos sedimentos, do grau de distrofismo e da rápida e contínua decomposição da matéria orgânica (LIMA, 2001). O P, não mudou de classificação, permaneceu em teores baixos.

Tabela 5. Propriedades químicas do solo após 180 dias da colheita de milho. Manaus-AM, 2021.

Propriedades químicas													
Trat.	pH _{CaCl2}	M.O.	SB	Ca ¹	Mg ¹	K ²	Al ¹	t	T	H+Al	P ²	V	m
-	-	dag kg 1	----- -----	cmol _c dm ⁻³ -----						mg dm ⁻³		-----%----	
Controle	4,9	2,23	5,88	2,45	3,35	0,08	0,10	5,98	8,98	3,10	0,0	65,48	1,67
<i>M. pruriens</i>	4,6	2,22	4,34	1,65	2,55	0,14	0,25	4,59	8,54	4,20	0,27	50,82	5,45
<i>V. unguiculata</i>	4,7	2,23	4,96	1,69	3,00	0,27	0,20	5,16	8,36	3,40	0,65	59,33	3,88
<i>C. ensiformis</i>	5,1	2,14	6,34	2,50	3,60	0,24	0,05	6,39	9,14	2,80	0,0	69,37	0,78
<i>B. ruziziensis</i>	4,8	2,32	4,69	1,70	2,85	0,14	0,10	4,79	8,49	3,80	0,0	55,24	2,09

¹KCl, ²Melich-1, Trat. – tratamentos; pH- Acidez ativa; H+Al- Acidez potencial (SMP); P- Fósforo; MO- Matéria orgânica; t- Cap. de troca de cátions efetiva; T- Cap. de troca de cátions; SB- Soma de bases; V- Saturação por bases e m - saturação por alumínio.

As plantas de cobertura são multifuncionais e contribuem para a qualidade do solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. O cultivo das espécies de cobertura pode ocasionar o aumento da matéria orgânica, a liberação de nutrientes, supressão de plantas infestantes e auxiliar no controle de pragas, mas é necessário explorar continuamente e gerenciar adequadamente as espécies de cobertura para obter todos esses benefícios (ADETUNJI et al., 2020).

5.3. Milho

5.3.1. Número de grãos, massa seca total das plantas e produtividade

O número de grãos, não foi influenciado pelo cultivo de espécies de coberturas nas entrelinhas nos dois ciclos de cultivo. No primeiro ciclo de cultivo, a massa seca total das plantas de milho, apresentou significância tanto nos fatores isolados como em sua interação, enquanto no segundo ciclo, foi significativo apenas para os períodos (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância das variáveis número de grãos (NG), produtividade (Prod) e massa seca total (MSt) de dois ciclos de cultivo de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas. Manaus - AM, 2020.

Ciclo 1						
FV	GL			QM		
	NG	Prod	MSt	NG	Prod	MSt
Coberturas	4	4	4	15626,1ns	0,4064ns	7,34**
Período	-	-	4	-	-	258,01**
Coberturas x Período	-	-	16	-	-	2,25**
Resíduo	12	12	72	6519,8	0,1480	0,83
CV(%)	-	-	-	27,77	23,37	20,02
Ciclo 2						
FV	GL			QM		
	NG	Prod	MSt	NG	Prod	MSt
Coberturas	4	4	4	14467,3ns	0,2497ns	4,32ns
Período	-	-	4	-	-	141,21**
Coberturas x Período	-	-	16	-	-	1,17ns
Resíduo	12	12	72	4714,4	0,1807	1,82
CV(%)	-	-	-	26,85	27,5	36,03

* e ** significativo a 5% e 1 % de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

No primeiro ciclo do milho houve um aumento exponencial do acúmulo da matéria seca das plantas de milho, nos primeiros períodos avaliados. Aos 70 DAS houve um pico de incrementos nos tratamentos com *V. unguiculata*, *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*, que sobressaíram em relação aos demais. Já a cobertura do solo proporcionada pela *M. pruriens*, houve ajuste linear até o fim do ciclo. Aos 105 DAS, as plantas de milho desaceleraram o acúmulo de massa seca, mostrando tendência de decréscimo em todos os tratamentos, exceto em *M. pruriens* (Figura 1A).

No segundo ciclo de cultivo os maiores incrementos também foram observados nos períodos iniciais, proporcionados por *B. ruziziensis* e *M. pruriens*, entretanto, *C. ensiformis* e *V. unguiculata* permaneceram com ajuste linear até o fim do ciclo (Figura 1B).

M. pruriens mostrou-se inferior ou igual ao tratamento controle, nos dois ciclos de cultivo, em relação ao incremento de matéria seca do milho. Isso pode ser devido à sua agressividade e alta velocidade de crescimento, levando à competição por luz, água, nutrientes e espaço, com o milho.

Resultados semelhantes quanto aos incrementos de massa seca no milho foram observados, até a maturidade da colheita aos 90 DAS, utilizando extratos aquosos de seis espécies vegetais no manejo de plantas infestantes (MAHMOOD et al., 2015) e aos 112 DAS, a planta de milho desacelerou o acúmulo de matéria seca em decorrência do processo de senescência (MARTINS et al., 2017).

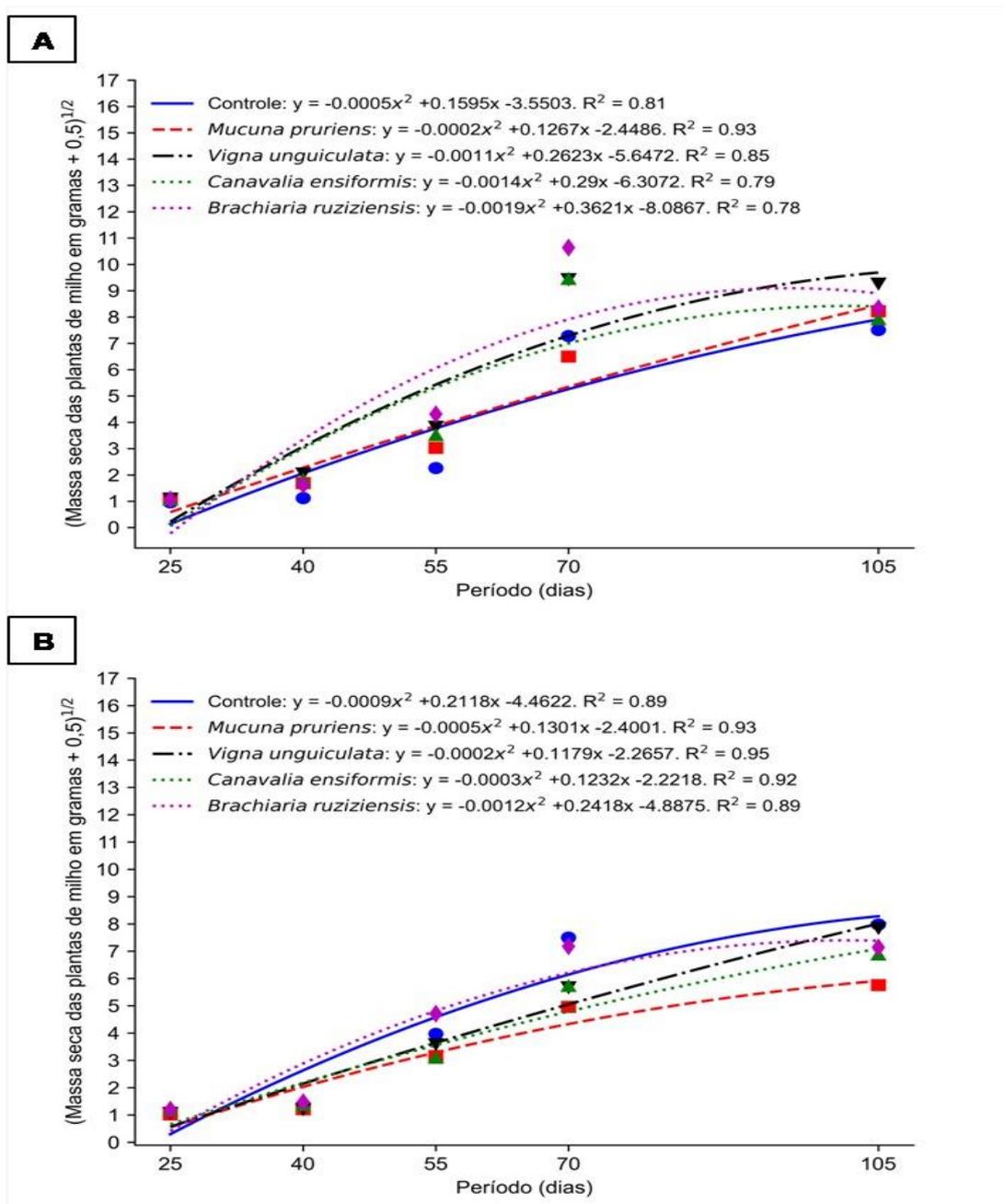


Figura 1. Massa seca total das plantas de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas, aos 25, 40, 55, 70 e 105 dias após a semeadura (DAS) no primeiro (A) e segundo (B) ciclo de cultivo. Manaus - AM, 2020.

Quanto à produtividade do milho, as espécies de cobertura não influenciaram significativamente nos dois ciclos de cultivo, tal fato pode ser explicado pelo curto período de cultivo das espécies na área utilizada (Tabela 6). No entanto, os incentivos para a adoção do cultivo de coberturas também devem considerar fatores além das expectativas para aumentos de produção, como melhorias na ciclagem de nutrientes, conservação de água e controle de

erosão, além da manutenção e viabilidade da área para cultivos agrícolas (MARCILLO e MIGUEZ, 2017).

5.4. Coberturas vegetais

5.4.1. Massa seca

A análise de variância para a variável massa seca foi significativa para os fatores coberturas e períodos, isoladamente e em interação, nos dois ciclos de cultivo (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância da massa seca das coberturas vegetais nos dois ciclos de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.

Ciclo 1		GL	QM
FV			Massa seca
Coberturas		4	4637,0444**
Período		3	19822,6842**
Coberturas x Período		12	1015,2776**
Resíduo		57	235,0726
CV(%)		47,29	-
Ciclo 2		GL	QM
FV			Massa seca
Coberturas		4	2967,4168**
Período		3	3392,0996**
Coberturas x Período		12	455,0784**
Resíduo		57	66,7623
CV(%)		41,59	-

* e ** significativo a 5% e 1 % de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

As espécies de cobertura da família das Leguminosas apresentam vantagens como, alta produção de biomassa e fornecimento de nitrogênio à cultura sucessora (MATHEIS et al., 2006). Contudo, apresentam baixa relação C/N e podem apresentar elevada taxa de decomposição de seus resíduos (TEIXEIRA et al, 2009). As coberturas pertencentes à família das Gramíneas destacam-se pela alta produção de biomassa e resíduos com relação C/N elevada, o que contribui para redução na taxa de decomposição e para liberação mais lenta de nutrientes no solo (SILVA et al., 2012).

O cultivo consorciado das plantas de cobertura pode proporcionar benefícios aos sistemas de produção, porque essas plantas apresentam características intrínsecas que resultam na exploração de camadas distintas de solo, no favorecimento de grupos da biota do solo, na ciclagem diferenciada de nutrientes (CHERR et al., 2006), na estruturação física do solo e na produção de matéria seca com relação C/N intermediária, que permitiria menor taxa de decomposição de resíduos culturais (CARVALHO et al., 2013).

As plantas de cobertura utilizadas apresentaram acréscimos exponenciais na matéria seca, aos 60 DAS, com incrementos maiores para *C. ensiformis*, *B. ruziziensis* e *M. pruriens*, no primeiro ciclo de cultivo (Figura 2A). No segundo ciclo, as plantas de cobertura que tiveram maior teor de massa seca, foram o *C. ensiformis* e a *B. ruziziensis* (Figura 2B), nos dois ciclos o tratamento controle apresentou os menores teores de massa seca em comparação com as espécies de cobertura.

A cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limita a adoção do sistema plantio direto, principalmente, pela baixa produção de fitomassa na entressafra e decomposição acelerada dos resíduos. Nessas condições, o uso de espécies com decomposição mais lenta representa uma estratégia para aumentar a eficiência dessa cobertura do solo (MENEZES e LEANDRO, 2004).

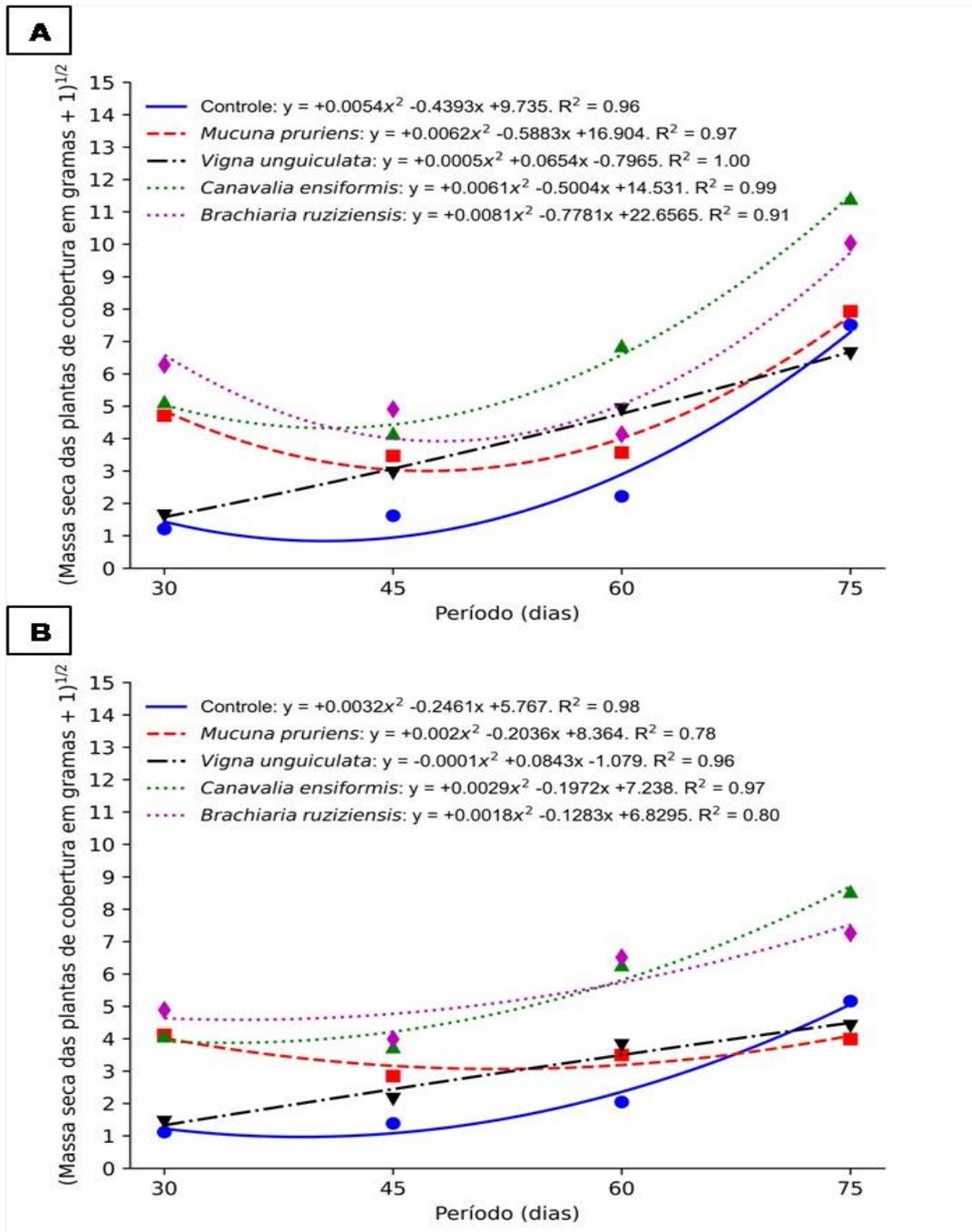


Figura 2. Massa seca das coberturas vegetais aos 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo (B) ciclo do milho. Manaus - AM, 2020.

5.4.2. Porcentagem de cobertura

Houve influência significativa dos fatores de variação nas plantas de cobertura (PC), plantas infestantes (PI) e solo descoberto (S) nos dois ciclos de cultivo do milho, assim como, correlação das coberturas e os períodos de coleta para as três variáveis (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de variância das plantas de cobertura (PC), plantas infestantes (PI) e solo descoberto (S) dos dois ciclos de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.

Ciclo 1				
FV	GL	QM		
		PC	PI	S
Coberturas	4	22994,3783 **	7317,9364**	4744,8859**
Período	3	4141,9096**	3401,5852**	11053,8234**
Coberturas x Período	12	744,6196**	1448,3014**	920,4558**
Resíduo	57	88,6409	54,5559	100,1279
CV(%)	-	15,58	44,95	43,38
Ciclo 2				
FV	GL	QM		
		PC	PI	S
Coberturas	4	25929,1260**	2854,3729**	11694,7658**
Período	3	2512,3895**	1580,7478**	7459,0836**
Coberturas x Período	12	680,1054**	575,8781*	799,5190**
Resíduo	57	200,3003	230,4597	221,4256
CV(%)	-	25,63	142,89	43,56

* e ** significativo a 5% e 1 % de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

As espécies de leguminosas utilizadas no experimento tiveram comportamento distinto no agrossistema estudado (Tabela 9). *V. unguiculata*, demorou a se estabelecer, atingindo 70% de cobertura de solo aos 60 dias após a semeadura (DAS) no primeiro ciclo de cultivo, não atingindo a mesma porcentagem em nenhum dos quatro períodos estudados, no segundo ciclo. Entretanto, essa espécie possui rusticidade, apresenta capacidade de adaptação frente a estresses hídricos, térmicos e salinos, podendo ser utilizada como adubo verde, por apresentar eficiente produção de biomassa (FREIRE FILHO et al., 2005).

C. ensiformis, atingiu porcentagens de cobertura maiores que 70% aos 30 DAS, nos dois ciclos. A espécie apresenta rápido crescimento inicial, com efeito supressor sobre as plantas infestantes (ERASMO et al., 2004) podendo reduzir, em média, 40% do acúmulo de fitomassa de gramíneas infestantes (TEODORO et al., 2011b), sendo uma excelente alternativa ao uso do controle químico e uma eficiente ferramenta no manejo integrado de plantas daninhas.

M. pruriens, apresentou rápido estabelecimento no início dos dois ciclos, manteve mais de 90% do solo coberto durante o cultivo de milho, mas devido a sua fenologia, aos 75 DAS não ultrapassou 50% de taxa de cobertura.

Esta espécie tem a capacidade de competir com as plantas infestantes, que são suprimidas por sombreamento ou efeito alelopático positivo (EMBRAPA, 2018). É uma planta de ciclo anual, com hábito de crescimento prostrado e trepadora, podendo seus ramos atingir até 6,0 m de extensão lateral, vigorosa, com média exigência em fertilidade do solo. Tem a capacidade de fixar nitrogênio, estimado de 180 a 220 kg ha⁻¹ (CALEGARI e CARLOS, 2014). No entanto, devido ao seu hábito trepador, pode competir com a cultura principal, quando não manejada.

A gramínea, *B. ruziziensis*, demonstrou rápido estabelecimento, sendo uma das espécies que mais cobriu o solo, nos dois ciclos de cultivo de milho, conseqüentemente, suprimiu as plantas infestantes em mais de 90%, durante os períodos observados (Tabela 9). Os atributos positivos dessa espécie incluem elevada qualidade de forragem, facilidade de estabelecimento e alta produção de sementes (EMBRAPA, 2002).

C. ensiformis e *B. ruziziensis*, apresentaram os melhores desempenhos no agrossistema estudado, cobrindo mais de 50% do solo aos 30 DAS, fato observado nos dois ciclos de cultivo. Aos 45, 60 e 70 DAS, as duas coberturas já apresentavam mais 90% de solo coberto, mostrando que são espécies com rápido estabelecimento e capacidade supressora das plantas infestantes, considerando-se que a porcentagem de plantas infestantes no cultivo de milho foi inferior a 5% nos dois ciclos, com essas espécies de cobertura plantadas nas entrelinhas (Tabela 9).

Tabela 9. Plantas de cobertura (PC), plantas infestantes (PI) e solo descoberto (S) aos 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura (DAS) das coberturas, *M. pruriens*, *V. unguiculata*, *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*, em sistema de cultivo de milho. Manaus -AM, 2020.

Cobertura de solo	PC (%)				PI (%)				S (%)			
	30 DAS	45 DAS	60 DAS	75 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS	75 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS	75 DAS
Ciclo 1												
Controle	0,00cA	1,57 cA	0,00cA	0,00cA	0,00 aC	36,56 aB	86,27 aA	87,50 aA	100,00 aA	61,36 aB	13,72 aC	12,50 aC
<i>M. pruriens</i>	58,30aB	96,95aA	92,64aA	45,83bB	4,44 aB	0,75 cB	3,67 bB	34,31 bA	36,74 cA	2,29 cC	3,67 bC	19,85 aB
<i>V. unguiculata</i>	16,93bC	50,45bB	72,79bA	50,00bB	0,50 aC	17,68 bB	12,00 bB	38,72 bA	82,56 bA	31,83 bB	15,19 aC	11,27 aC
<i>C. ensiformis</i>	70,08aB	100,00aA	100,00aA	100,00aA	2,71 aA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 cA	27,20 cA	0,00 cB	0,00 bB	0,00 bB
<i>B. ruziziensis</i>	58,79aA	98,51aB	98,28aB	97,79aB	0,80 aA	1,23 cA	0,98 bA	0,49 cA	40,40 cA	0,25 cB	0,73 bC	1,71 bC
Ciclo 2												
Controle	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 aC	21,94 aB	56,37 aA	41,42 aA	100,00 aA	78,05 aB	43,62 aC	58,57 aC
<i>M. pruriens</i>	64,20 aB	84,05 aA	93,38 aA	45,34 bB	0,00 aA	0,00 aA	0,49 bA	11,02 bA	35,79 bA	15,94 bB	6,12 cB	43,62 aA
<i>V. unguiculata</i>	8,35 bB	18,65 bB	42,64 bA	34,55 bA	0,00 aB	7,10 aB	36,51 aA	33,57 aA	91,64 aA	74,24 aA	20,83 bB	31,86 aB
<i>C. ensiformis</i>	71,80 aB	93,11 aA	100,00 aA	100,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 bA	0,00 bA	28,19 bA	6,88 bB	0,00 cB	0,00 bB
<i>B. ruziziensis</i>	56,34 aB	91,80 aA	100,00 aA	100,00 aA	0,00 aA	4,01 aA	0,00 bA	0,00 bA	43,65 bA	4,17 bB	0,00 cB	0,00 bB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem em relação ao tipo de cobertura (*M. pruriens*, *V. unguiculata*, *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*) e as médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha não diferem em relação ao tempo (30, 45, 60 e 75 DAS) para os parâmetros de porcentagem de plantas de cobertura, plantas invasoras e solo.

5.5. Análises foliares

5.5.1. Milho

A análise de variância das concentrações dos nutrientes foliares de milho, foram significativas para o fator coberturas vegetais, em nitrogênio e potássio no primeiro ciclo. No segundo ciclo, somente as concentrações de fósforo e potássio, foram influenciadas pelas coberturas (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de variância das concentrações de nitrogênio foliar (Nf), fósforo foliar (Pf) e potássio foliar (Kf) nos dois ciclos de cultivo de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas. Manaus - AM, 2020.

		Ciclo 1		
FV	GL	QM		
		Nf	Pf	Kf
Coberturas	4	0,0393**	0,0022ns	0,0663**
Resíduo	12	0,0021	0,0017	0,0118
CV (%)	-	1,83	10,16	5,67
		Ciclo 2		
FV	GL	QM		
		Nf	Pf	Kf
Coberturas	4	0,0158ns	0,0066**	0,1294**
Resíduo	12	0,0075	0,0009	0,0062
CV (%)	-	3,57	6,70	3,85

* e ** significativo a 5% e 1 % de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

O período avaliado (60 DAS) para o milho, coincidiu com o aparecimento da inflorescência feminina (cabelo), no qual é recomendada a coleta da folha oposta e abaixo da espiga, contudo, observou-se que o nitrogênio não atingiu concentrações ideais, 2,70% - 3,50%, (PREZOTTI e MARTINS, 2013; RIBEIRO et al., 1999) em nenhum dos ciclos de cultivo do milho com plantas de cobertura nas entrelinhas (Figura 3A). Para o milho, o aproveitamento raramente ultrapassa 50 % do N aplicado como fertilizante mineral (LARA CABEZAS et al., 2004), devido às perdas por lixiviação, escurimento superficial, desnitrificação, volatilização da amônia e imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2006). Contudo, as coberturas vegetais que ocasionaram maior incremento no primeiro ciclo foram, *M. pruriens* e *V. unguiculata*. No segundo ciclo, não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados (Figura 3A).

Para o fósforo foliar as concentrações ideais são entre 0,20% - 0,40%, (PREZOTTI e MARTINS, 2013; RIBEIRO et al., 1999), em todos os tratamentos no primeiro e segundo ciclo, os teores estavam adequados (Figura 3B). No segundo ciclo as coberturas que proporcionaram maior incremento às concentrações de fósforo foram, *M. pruriens*, *V. unguiculata* e *B.*

ruziziensis (Figura 3B). Embora as exigências do milho em fósforo sejam em quantidades bem menores do que as em nitrogênio e as em potássio, as doses recomendadas, normalmente são altas, em função da baixa eficiência que é de 20 a 30 % de aproveitamento desse nutriente pela cultura. Isto decorre devido à alta capacidade de fixação do fósforo adicionado ao solo através de mecanismos de adsorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade às plantas (EMBRAPA, 2006).

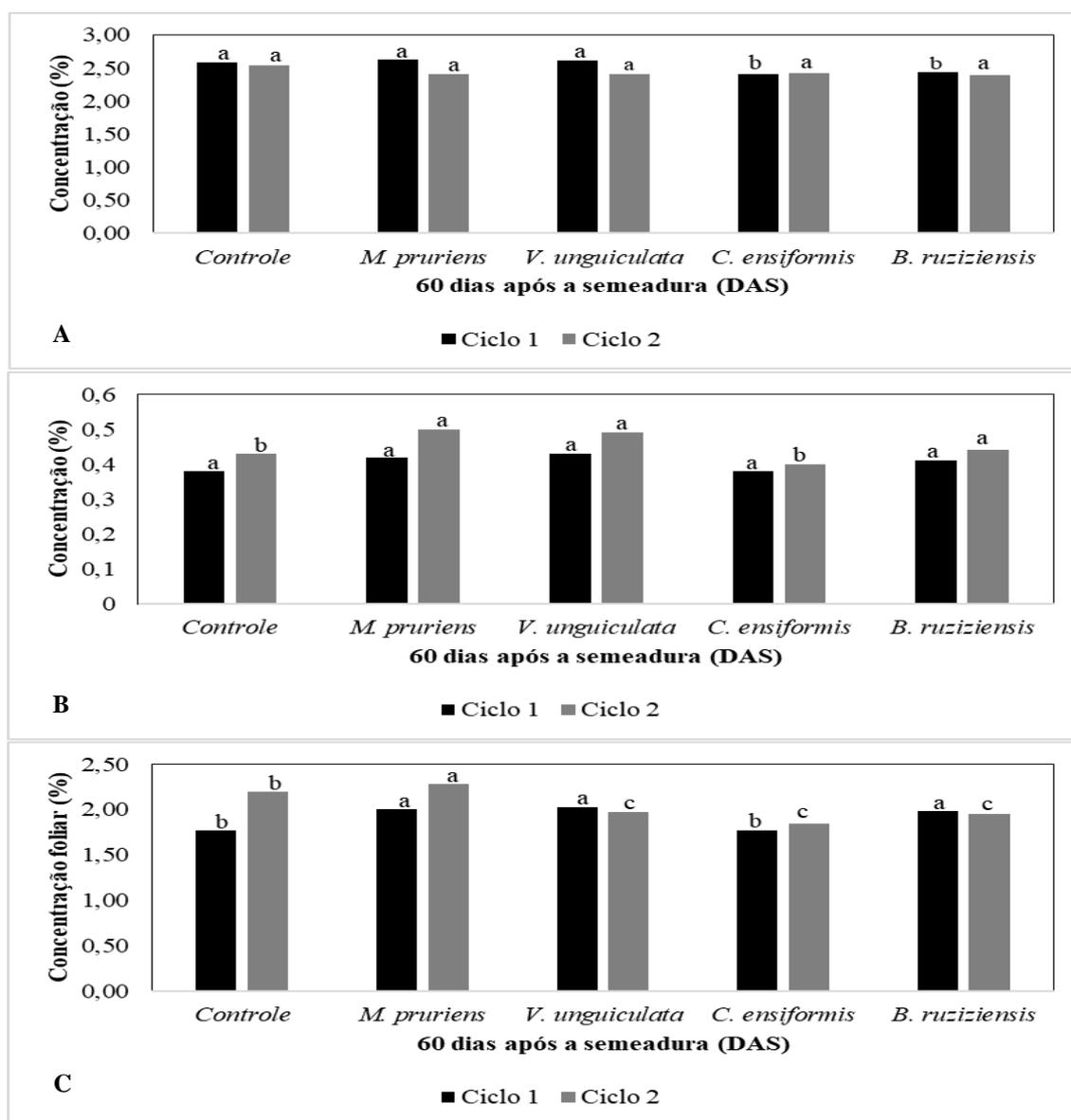


Figura 3. Concentração (%) de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) foliar das plantas de milho com plantas de cobertura nas entrelinhas, aos 60 dias após a semeadura (DAS), em dois ciclos de cultivo com coberturas nas entrelinhas. Manaus - AM, 2020.

Para o potássio foliar, cujo as concentrações ideais são entre 1,70% - 3,50%, (PREZOTTI e MARTINS, 2013; RIBEIRO et al., 1999), os teores estavam adequados e houve diferença significativa entre os tratamentos no primeiro e segundo ciclo, (Figura 3C). No primeiro ciclo, as coberturas que proporcionaram maior incremento às concentrações de potássio foram, *V. unguiculata*, *B. ruziziensis* e *M. pruriens*. Esta última proporcionou maior incremento de potássio foliar também no segundo ciclo (Figura 3C).

5.5.2. Coberturas vegetais

A análise de variância das concentrações dos nutrientes foliares, foram significativas para as espécies de cobertura e período isoladamente, e na interação dos dois fatores, para todos os nutrientes no primeiro e segundo ciclo de cultivo, exceto potássio e fósforo que não apresentou significância para períodos no segundo ciclo (Tabela 11).

Tabela 11. Análise de variância da concentração dos nutrientes das coberturas, nitrogênio foliar (Nf), fósforo foliar (Pf) e potássio foliar (Kf) das plantas de cobertura. Manaus - AM, 2020.

Ciclo 1				
FV	GL	QM		
		Nf	Pf	Kf
Coberturas	3	8,6129**	0,0062**	0,1292*
Período	1	1,2920**	0,0010**	3,3540**
Coberturas x Período	3	1,0556**	0,0057**	0,6293**
Resíduo	21	0,0203	0,0001	0,0283
CV(%)	-	3,95	4,73	8,34
Ciclo 2				
FV	GL	QM		
		Nf	Pf	Kf
Coberturas	3	5,6529**	0,0029**	0,8432**
Período	1	3,6992**	0,0002ns	0,1860ns
Coberturas x Período	3	0,6476**	0,0010**	0,3745*
Resíduo	21	0,0187	0,0001	0,0879
CV(%)	-	3,91	5,47	17,23

* e ** significativo a 5% e 1 % de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

O nitrogênio foliar apresentou concentrações ideais nos dois períodos (60 e 70 DAS), no primeiro e segundo ciclo em todos os tratamentos (Figura 4). Para forrageiras do gênero *Brachiaria*, as concentrações devem estar entre 1,30% a 2,00% (PREZOTTI e MARTINS, 2013), já para as leguminosas, o ideal é que seja de 2,70% (RIBEIRO et al., 1999).

As plantas de cobertura que apresentaram maiores incrementos de N foliar nos períodos de 60 e 75 DAS, no primeiro ciclo, foram *C. ensiformis* e *M. pruriens*, respectivamente. No

segundo ciclo, *M. pruriens* e *V. unguiculata* aos 60 DAS e *M. pruriens* e *C. ensiformis* aos 75 DAS.

Nos dois ciclos de cultivo, o melhor período para coleta de folhas em leguminosas, para avaliar as concentrações de nitrogênio, foi aos 60 DAS. Para *B. ruziziensis*, não houve diferença significativa entre os 60 e 75 DAS no primeiro ciclo, já para o segundo ciclo, a maior concentração foi aos 60 dias.

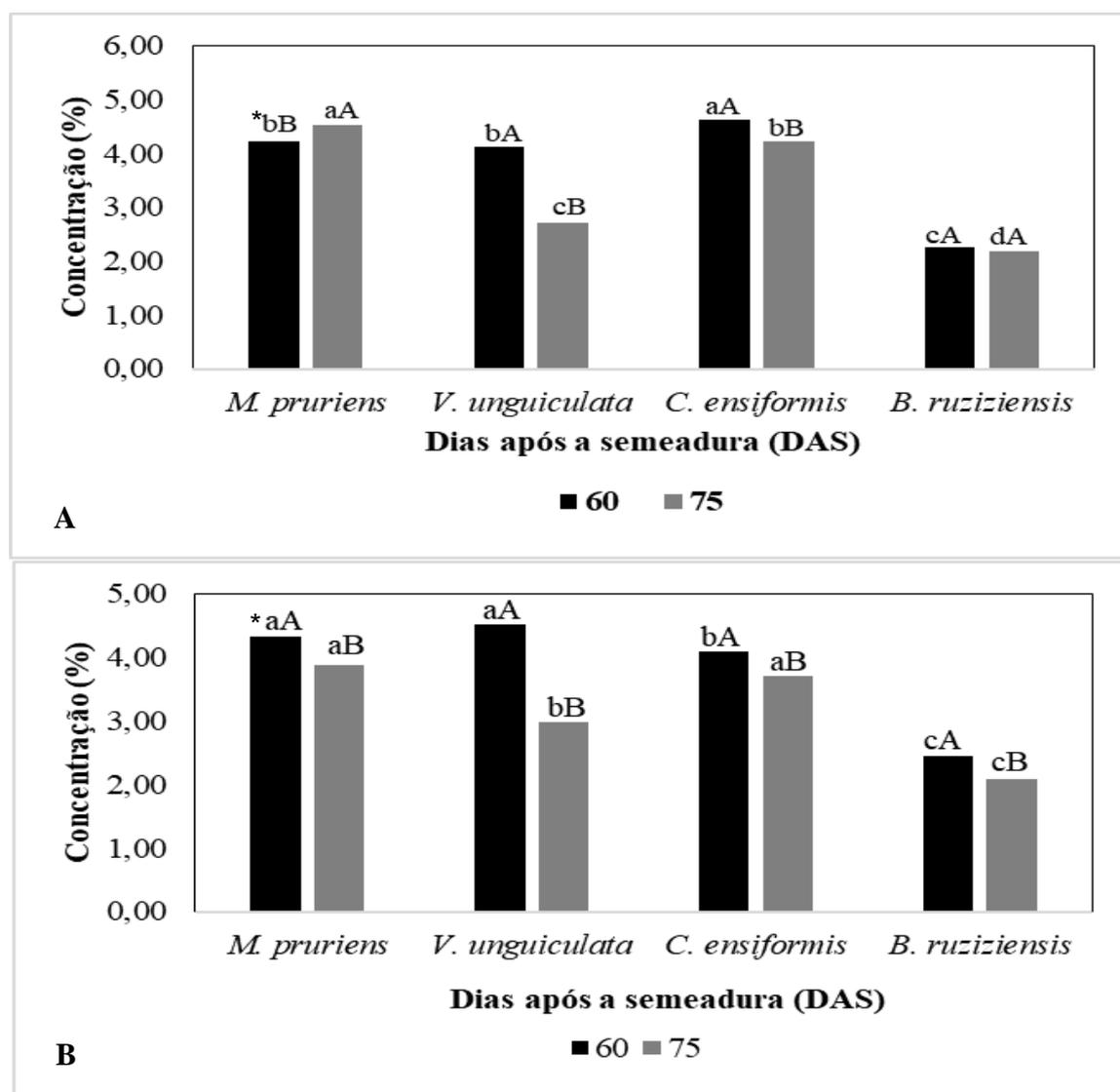


Figura 4. Concentração de nitrogênio foliar (%) das coberturas vegetais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo (B) ciclo de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem em relação % de N foliar entre os períodos, para cada planta de cobertura. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, não diferem entre as coberturas, dentro de cada período.

Para o fósforo foliar as concentrações ideais são entre 0,08% - 0,30% para forrageiras do gênero *Brachiaria* e para leguminosas forrageiras de 0,12% a 0,40% (PREZOTTI e MARTINS, 2013; RIBEIRO et al., 1999), dessa forma, em todos os tratamentos, no primeiro e segundo ciclo, os teores estavam adequados.

As coberturas que causaram maiores incrementos de P foliar no primeiro ciclo foram, *V. unguiculata* e *C. ensiformes*, aos 60 DAS. *M. pruriens* e *C. ensiformis* proporcionaram maiores concentrações aos 75 DAS. No segundo ciclo, *M. pruriens* e *C. ensiformis* se destacaram nos dois períodos estudados e *V. unguiculata*, apenas aos 60 DAS.

O melhor período para coleta de folhas em leguminosas, para avaliar as concentrações de fósforo, nos dois ciclos de cultivo, aos 60 DAS (Figura 5). Ao analisar a diferença significativa entre os períodos para *B. ruziziensis*, no primeiro ciclo, o melhor foi aos 60 DAS e no segundo ciclo, aos 75 DAS (Figura 5).

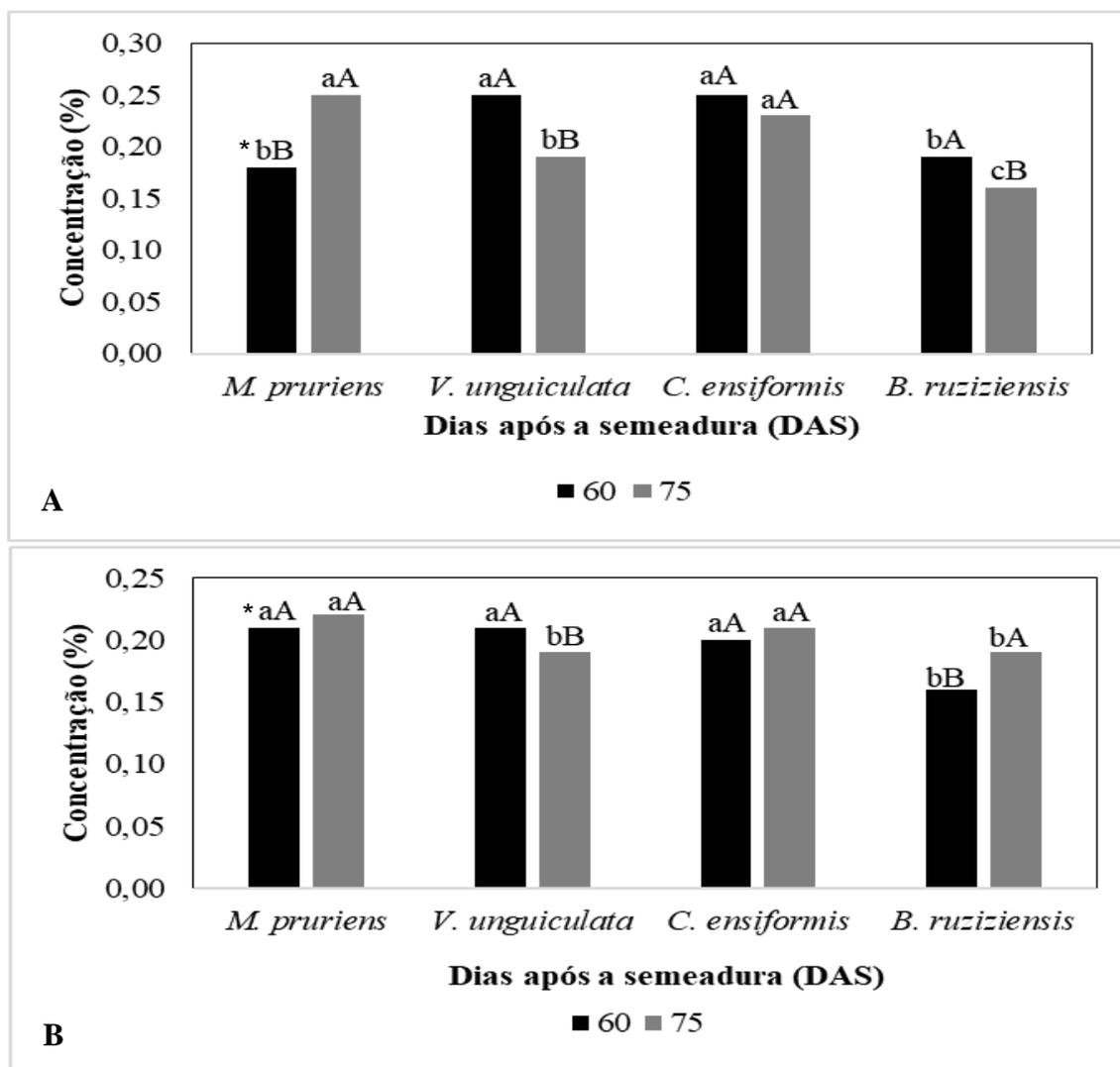


Figura 5. Concentração de fósforo foliar (%) das coberturas vegetais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo (B) ciclo de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem em relação ao % de P foliar entre os períodos, para cada planta de cobertura. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, não diferem entre as coberturas, dentro de cada período.

Para o potássio foliar as concentrações ideais são entre 1,20% - 3,00%, para forrageiras do gênero *Brachiaria* e para leguminosas forrageiras de 2,70 a 3,50% (PREZOTTI e MARTINS, 2013; RIBEIRO et al., 1999), nos tratamentos no primeiro ciclo *B. ruziziensis* e *C. ensiformis* estavam com concentrações ideais, no segundo ciclo, apenas *B. ruziziensis* alcançou os teores adequados (Figura 6A e 6B). As braquiárias possuem a capacidade de absorver formas de fósforo e potássio que outras culturas não têm acesso e após sua decomposição, esse nutriente é disponibilizado para o solo em formas que outras culturas podem absorver (EMBRAPA, 2015). Quanto ao período, o que apresentou diferença significativa para coleta de folhas em

leguminosas, para avaliar as concentrações de potássio, nos dois ciclos de cultivo foi aos 60 DAS. Ao analisar a diferença significativa entre os períodos de coleta para *B. ruziziensis*, no primeiro ciclo o melhor período foi aos 60 DAS e no segundo ciclo, aos 75 DAS (Figura 6A e 6B).

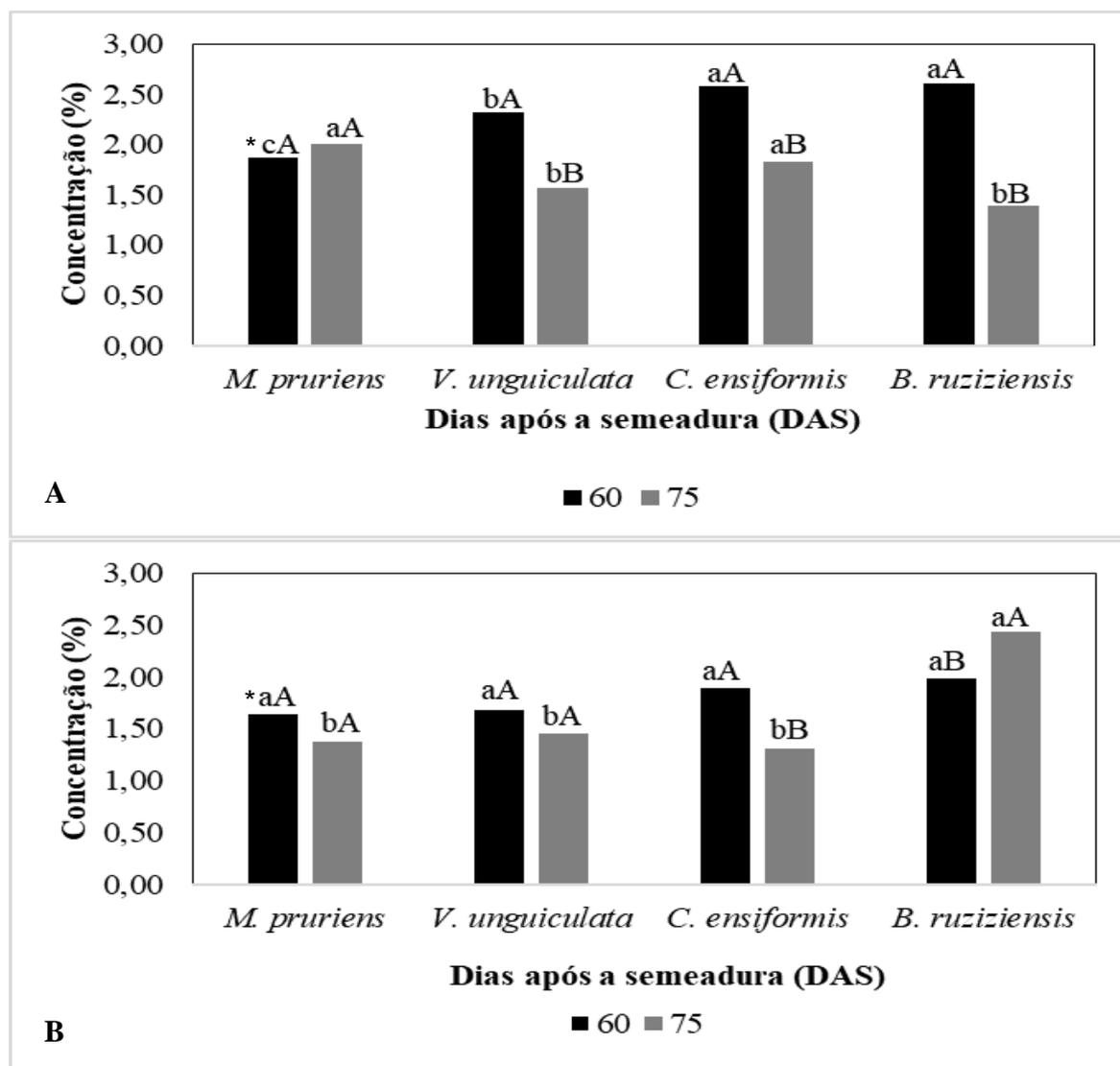


Figura 6. Concentração de potássio foliar (%) das coberturas vegetais aos 60 e 75 dias após a semeadura (DAS), no primeiro (A) e segundo ciclo (B) de cultivo de milho. Manaus - AM, 2020.

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas não diferem em relação ao % de K foliar entre os períodos, para cada planta de cobertura. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, não diferem entre as coberturas, dentro de cada período.

6. CONCLUSÃO

- Houve supressão das plantas infestantes pelas plantas de coberturas no cultivo do milho.
- A introdução das plantas de coberturas do solo nas entrelinhas do cultivo de milho incrementou as propriedades químicas do solo (T, t, SB, V%, m% e Al^{3+}).
- A produtividade do milho não foi influenciada pelo cultivo das espécies de cobertura.
- As plantas de cobertura ocasionaram aumento na massa seca total das plantas de milho.
- As plantas de cobertura, a partir dos 60 DAS, apresentaram altos incrementos na massa seca, com destaque para *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*.
- *C. ensiformis* e *B. ruziziensis*, apresentaram as maiores porcentagens de cobertura de solo no agrossistema estudado.
- Em todos os tratamentos, as concentrações de P e K foliar das plantas de milho estavam ideais.
- As plantas de cobertura apresentaram concentrações de N foliar adequadas durante os dois ciclos de cultivo.

7. REFERÊNCIAS

ADETUNJI, A.T.; NCUBE, B.; MULIDZI, R.; LEWU, F.B. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research*, Western Cape, South Africa, v. 204, n. 104717, p. 1-11, jun. 2020.

AKOBUNDU, I.O.; UDENSI, U.E.; CHIKOYE, D. Velvetbean (*Mucuna* spp.) suppresses speargrass (*Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel) and increases maize yield. *Int. J. Pest Manage*, Nigeria, v. 46, n. 2, p. 103–108, nov. 2000.

ALBUQUERQUE, J.A.A.; MELO, V.F.; SIQUEIRA, R.H.S.; MARTINS, S.A.; FINOTO, E.L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A. Ocorrência de plantas daninhas após cultivo de milho na savana amazônica. *Planta Daninha*, Roraima, v. 30, n. 4, p. 775-782, dez. 2012.

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. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient*, Alagoas, v.17, n. 7, p. 721-726, jul. 2013.

ALVA, A.K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J.A.; MATTOS, J.R.D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. *J. Crop Improv.*, United States, v. 15, p. 369-420, jun. 2006.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; FILHO, W.M.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesq. Agrop. Bras.*, Minas Gerais, v. 30, n. 2, 175-185, fev. 1995.

AMADO, T.J.C.; PONTELLI, C.B.; SANTI, A.L.; VIANA, J.H.M.; SULZBACH, L.A.S. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1101-1110, ago. 2007.

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E.C.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.2, p.321-327, jun. 2001.

BAKHTIAR, G.B.M.; MARWAT, K.B.; SAEED, M.; HUSSAIN, Z.; ALI, H. Impact of tillage, plant population and mulches on weed management and grain yield of maize. *Pak. J. Bot.*, Pakistan, v. 43, n. 3, p. 1603-1606, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; BIALESKI, M.; BACKES, R.L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. *Agrop Cat.*, Paraná, v. 8, n. 2, p. 91-94, maio, 2007.

BELL, E.A.; JANZEN, D.H. Medical and ecological considerations of L-DOPA and 5-HTP in seeds. *Nature*, v. 229, p. 136–137, jan. 1971.

BENDER, S.F.; VAN DER HEIJDEN, M.G.A. Soil biota enhance agricultural sustainability by improving crop yield, nutrient uptake and reducing nitrogen leaching losses. *J. Appl. Ecol.*, v. 52, n. 1, p.228-239, fev. 2015.

- BLANCO-CANQUI, H.; CLAASSEN, M.M.; PRESLEY, D.R. Summer cover crops fix nitrogen, increase crop yield, and improve soil–crop relationships. *Agron. J.*, v. 104, n. 1, p. 137-147, 2012.
- BRUST, J.; CLAUPEIN, W.; GERHARDS, R. Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. *Crop Protection, Germany*, v. 63, p. 1-8, set. 2014.
- BULEGON, L.G.; MEINERZ, C.C.; CASTAGNARA, D.D.; BATTISTUS, A.G.; GUIMARÃES, V.F.; NERES, M.A. Alelopatia de espécies forrageiras sobre a germinação e atividade de peroxidase em alface. *Scientia Agraria Paranaensis, Paraná*, v. 14, n. 2, p. 94-99, abr./jun. 2015.
- CAMPIGLIA, E.; MANCINELLI, R.; RADICETTI, E.; CAPORALI, F. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection*, v. 29, n. 4, p. 354-363, abr. 2010.
- CARR, P.M.; GRAMIG, G.G.; LIEBIG, M.A. Impacts of organic zero tillage systems on crops, weeds, and soil quality. *Sustainability, United States*, v. 5, n. 7, p. 3172-3201, jul. 2013.
- CARVALHO, W.P.; CARVALHO, G.J.; ABBADE NETO, D.O.; TEIXEIRA, L.G.V. Desempenho agronômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 48, n. 2, p. 157-166, fev. 2013.
- CASINI, P.; OLIVERO, L. Allelopathic effects of legume cover crops on cogon grass (*Imperata brasiliensis* Trin.). *Allelopathy J., Italy*, v. 8, n. 2, p. 189–200, jul. 2001.
- CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. *Planta Daninha, São Paulo*, v. 29, p. 1001-10, jun. 2011.
- CECCON, G.; KURIHARA, C.H.; STAUT, L.A. Manejo de *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com milho safrinha e rendimento de soja em sucessão. *Revista Plantio Direto, Passo Fundo*, v. 19, n. 113, p. 4-8, 2009.
- CERRUDO, D.; PAGE, E.R.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; SWANTON, C.J. Mechanisms of yield loss in maize caused by weed competition. *Weed Science*, v. 60, p. 225-232, jun. 2012.
- CHERR, C.M.; SCHOLBERG, J.M.S.; MCSORLEY, R. Green manure approaches to crop production: a synthesis. *Agronomy Journal*, v. 98, n. 2, p. 302-319, mar. 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 7 - Safra 2019/20, n.4 - Quarto levantamento, jan. 2020, 25 p.
- CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I.V.T.; LEITE, L. F.; ALVES, V.B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. *Planta Daninha, Minas Gerais*, v. 31, n. 2, p. 359-368, jan. 2013.
- CRAVO, M.S.; SMYTH, T.J.; BRASIL, E.C. Calagem em Latossolo Amarelo Distrófico da Amazônia e sua Influência em Atributos Químicos do Solo e na Produtividade de Culturas Anuais. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo, Pará*, v. 36, n. 3, p. 895–907, mar. 2012.

DAVIDSON, E.A., ARAÚJO, A.C., ARTAXO, P., BALCH, J.K., BROWN, I.F., COE, M.M., BUSTAMANTE, M.T.C., DEFRIES, R.S., KELLER, M., LONGO, M., MUNGER, J.W., SCHROEDER, W., SOARES-FILHO, B.S., SOUZA, C.M., WOFSY, S.C. The Amazon basin in transition, *Nature*, v. 481, p. 321-328, jan. 2012.

DIAS, F.S., REZENDE, W.M., ZUFFO, L.T., CAIXETA, D.G., MASSENSINI, M.A., RIBEIRO JUNIOR, J.I., DE LIMA, R.O. Agronomic Responses of Maize Hybrids to Row Spacing and Plant Population in the Summer and Winter Seasons in Brazil. *Agronomy Journal*, Minas Gerais, v. 111, n. 6, p. 3119–3129, 2019.

DIDON, U.M.E.; KOLSETH, A.K.; WIDMARK, D.; PERSSON, P. Cover crop residues - effects on germination and early growth of annual weeds. *Weed Science*, v. 62, n. 2, p. 294-302, jun. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Adubação verde nos Tabuleiros Litorâneos do Piauí. Documentos, 242. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 75 p., 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Atributos da braquiária como condicionador de solos sob integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Brasília, DF, p. 333-353, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Características Agrônomicas das Principais Plantas Forrageiras Tropicais. Comunicado técnico, 35. São Carlos, SP, 5 p., 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Nutrição e adubação do milho. Circular técnica, 78. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 10 p., 2006.

ERASMO, E.A.L.; AZEVEDO, W.R.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, A.M.; GARCIA, S.L.R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. *Revista Planta Daninha*, Minas Gerais, v. 22, n. 3, p. 337-342, set. 2004.

FALQUET, B., ROUX, D., HENRIET, L., TSCHUY, F., WIRTH, J. Simple method to separate resource competition from allelopathic root Interactions. *Allelopathy Journal*, v. 34, n. 2, p. 227-240, out. 2014.

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas. 2005. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” Especialização a Distância, UFLA, Lavras, 2005.

FAVERO, C. Potencial de plantas daninhas e de leguminosas para adubação verde [dissertação]. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FERREIRA, E.A.; FERNANDEZ, A.G.; SOUZA, C.P.; FELIPE, M.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, D.V.; GUIMARÃES, F.A.R. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pastagens degradadas do Médio Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Revista Ceres*, Minas Gerais, v. 61, n. 4, p. 502-510, ago. 2014.

FREIRE FILHO, F.R. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R., LIMA, J.A.A., RIBEIRO, V.Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2005. p.27-92.

- GALVÃO, J.C.C., BORÉM, A., PIMENTEL, M.A. 2017. Maize: From sowing to harvest (in Portuguese). 2 ed. Viçosa, Minas Gerais, Brazil.
- GAMA, L. Plantas de cobertura no manejo sustentável das infestantes e na produtividade do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). 2019. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.
- HARRISON, H.F.; JACKSON, D.M.; THIES, J.A.; FERY, R.L. US-1136, US-1137, and US-1138 cowpea lines for cover crops use. *HortScience*, v. 49, n. 3, p. 364-366, mar. 2014.
- HOUNGNANDAN, P.; SANGINGA, N.; OKOGUN, A.; VANLAUWE, B.; MERCKX, R.; CLEEMPUT, O.V. Assessment of soil factors limiting growth and establishment of *Mucuna* in farmers' fields in the derived savanna of the Benin Republic. *Biol. Fertil. Soils*, Benin Republic, v. 33, p. 416-422, maio, 2001.
- HUBBS, T.; GOOD, D.; IRWIN, S. Assessing Brazilian Corn Yield Risks with the First and Second Crops: Historical Deviations from Trend. *Farmdoc Daily*, v. 6, n. 233, p. 1-7, dez. 2016.
- JABRAN, K.; MAHAJAN, G.; SARDANA, V.; CHAUHAN, B.S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, v. 72, p. 57-65, jun.2015.
- KATO-NOGUCHI, H., KOBAYASHI, A., OHNO, O., KIMURA, F., FUJII, Y., SUENAGA, K. Phytotoxic substances with allelopathic activity may be central to the strong invasive potential of *Brachiaria brizantha*. *Journal of Plant Physiology*, v. 171, n. 7, p. 525-530, abr. 2014.
- KOBAYASHI, A., KATO-NOGUCHI, H. The seasonal variations of allelopathic activity and allelopathic substances in *Brachiaria brizantha*. *Bot Stud.*, Japan, v. 56, n.25, dez. 2015.
- KORRES, N.E.; NORSWORTHY, J.K. Influence of a rye cover crop on the critical period for weed control in cotton. *Weed Science*, v. 63, n. 1, p. 346-352, mar. 2015.
- LAFLEN, J.M.; AMAMIYA, M.; HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, Fairmont, W. Va, v. 36, n. 6, p.341-343, 1981.
- LAMEGO F.P.; CARATTI, F.C.; REINEHR, M.; GALLON, M.; SANTI, A. L.; BASSO, C. J. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. *Comun Sci.*, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 1, p. 97-105, mar. 2015.
- 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 plantio direto e solo preparado. *Ci. Rural*, Minas Gerais, v. 34, n. 4, p. 1005-1013, ago. 2004.
- LIMA, H.N. Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental. 2001. 176 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- LOPES A.S.; GUILHERME, L.G. Chapter one-a career perspective on soil management in the cerrado region of Brazil. *Adv Agron.*, v.137, p. 1-72, 2016.

- MACDONALD, G.E.; BRECK, B.J.; SHILLING, D.G. Factors affecting germination of dogfennel (*Eupatorium capillifolium*) and yankeeweed (*E. compositifolium*). *Weed Sci.*, v.40, n.3, p.424-428, sep. 1992.
- MAHMOOD, A.; KHALIQM, A.; IHSAN, Z.; NAEEM, M.; DAUR, I.; MATLOOB, A.; EL-NAKHLAWY, F.S. Estimation of weed dry biomass and grain yield as a function of growth and yield traits under allelopathic weed management in maize. *Planta Daninha, Pakistan*, v. 33, n. 1, p. 23-31, jan./mar. 2015.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional da plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319 p.
- MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M.; SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 6, p. 873-882, jun. 2007.
- MARCILLO, G.S., MIGUEZ, F.E. Corn yield response to winter cover crops: An updated meta-analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 72, n. 3, p. 226-239, maio, 2017.
- MARTINS, D., GONÇALVES, C.G., SILVA JUNIOR, A.C. Coberturas mortas de inverno e controle químico sobre plantas daninhas na cultura do milho. *Revista Ciência Agronômica*, Paraná, v. 47, n. 4, p. 649-657, out./dez. 2016.
- MARTINS, K. V.; DOURADO-NETO, D.; REICHARDT, K.; FAVARIN, J.L.; SARTORI, F.F.; FELISBERTO, G.; MELLO, S.C. Maize dry matter production and macronutrient extraction model as a new approach for fertilizer rate estimation. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, v. 89, n. 1, p. 705-716, 2017.
- MATHEIS, H.A.S.M.; AZEVEDO, F.A.; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. *Citrus Research & Technology*, v.27, n. 1, p. 101-110, 2006.
- MENDONÇA, G. S. D.; MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; COSTA, N. V. D. Ecophysiology of seed germination in *Digitaria insularis* (L.) Fedde). *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 823-832, dec. 2014.
- MENEZES, L.A.S.; LEANDRO, W.M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiás, v. 34, n. 3, p. 173-180, nov. 2007.
- MHLANGA, B.; CHAUHAN, B. S.; THIERFELDER, C. Weed management in maize using crop competition: A review. *Crop Protection*, v. 88, p. 28-36, out.2016.
- MILÉO, L.J.; SILVA, J.F.; ALBERTINO, S.M.F.; LEITE, B.N.; MENEZES, D.S.; SANTOS, A.F. Phytosociology of weeds in cultivation of two varieties of cassava. *Planta Daninha, Amazonas*, v. 34, n. 2, p. 267-276, abr./jun. 2016.
- MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 27, n.1, p. 85-95, mar. 2009.

- MOSJIDIS, J.A.; ZHANG, X. Seed germination and root growth of several Vicia species at different temperature. Seed Sci. Technol., v.23, n.3, p.749-759, 1995.
- MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Willey & Sons, 1974. 547 p.
- NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: a review. Field Crops Research, v. 183, p. 56-68, nov. 2015.
- NOLLA, A.; JUCKSH, I.; CASTALDO, J.H.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; DAMY, C.R.S.; MOTA NETO, L.V. Soil coverage, phytomass production and, nutrient accumulation in maize and legumes intercropping system. Australian Journal of Crop Science, Paraná, v. 13, n. 3, p. 328-334, 2019.
- OLIVEIRA, A.C.S.; COELHO, F.C.; CREVELARI, J.A.; FERNANDES, I. S.; RUBIM, R. F. Fitossociologia de plantas daninhas em monocultivo de milho e em consórcio com diferentes Fabaceae. Rev. Ceres, Rio de Janeiro, v. 61, n. 5, p. 643-651, out. 2014.
- OLIVEIRA, I. J.; DIÓGENES, H. C.; PUPO, J. R.; FONTES, J. R. 2015. Comportamento de Cultivares de Milho-Verde em Terra Firme no Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/Itacoatiara. v.49, p.1-6.
- OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; BARRETO, J. F.; PINHEIRO, J. O. C. Recomendações técnicas para o cultivo do milho no Amazonas. v. 68, 2018.
- OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; DIAS, M. C. 2015. Comunicado técnico 118 - BR 5011 Sertanejo – Variedade de Milho de Dupla Aptidão (Milho em Grãos e Milho-Verde) para o Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/Itacoatiara. p.1-6.
- OLIVEIRA, S. M.; ALMEIDA, R.E.M.; PIEROZAN JUNIOR, C.; REIS, A.F.B.; SOUZA, L.F.N.; FAVARIN, J.L. Contribution of corn intercropped with *Brachiaria* species to nutrient cycling. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 49, p. 1-9, out. 2019.
- PARREIRA, M.C., ALVES, P.L.C.A., LEMOS, L.B., PORTUGAL, J. Comparação entre métodos para determinar o período anterior à interferência de plantas daninhas em feijoeiros com distintos tipos de hábitos de crescimento. Planta Daninha, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 727-38, dez. 2014.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. 1999. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa, [s.n.], p. 429-485.
- PEREIRA, F.A.R.; VELINI, E.D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. Planta Daninha, Goiás, v. 21, n. 3, p. 355-363, dez. 2003.
- PEREZ, S.C.J.G.; PRADO, C.H.B.A. Efeitos de diferentes tratamentos pré-germinativos e da concentração de alumínio no processo germinativo de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desv. R. Bras. Sementes, v.15, n.1, p.115-118, 1993.
- PREZOTTI, L. C., MARTINS, A. G. Guia de interpretação de análise de solo e foliar. Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p. ISBN 978-85-89274-21-0

QUEIROZ L.R.; GALVÃO, J.C.C.; CRUZ, J.C.; OLIVEIRA, M.F.; TARDIN, F.D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. *Planta Daninha*, Minas Gerais, v. 28, n. 2, p. 263-270, jun. 2010.

RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ V., V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. Aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

RIOS, L.C.; MATOS, T.S.; GIANERINI, Y.X.; DONAGEMMA, G.K.; BALEIRO, F.C.; POLIDORO, J.C.; FREITAS, P.L.; ANDRADE, C.C. Lixiviação de cálcio, magnésio e potássio em colunas de um Latossolo Amarelo Distrófico textura média, de Luis Eduardo Magalhães - BA em resposta as doses de óxido de magnésio combinadas com gesso. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO DE CONSERVAÇÃO DOS SOLOS E DA ÁGUA, Rio de Janeiro, RJ, 17, 2008, 5 p.

RODRIGUES, G.B.; SÁ, M. E.; FILHO, W. V. V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. *Rev Ceres*, Mato Grosso do Sul, v. 59, n. 3, p. 380-385, jun. 2012.

ROSA, D.M.; NÓBREGA, L.H.P.; LIMA, G.P.; MAULI, M.M. Desempenho da cultura do milho implantada sobre resíduos culturais de leguminosas de verão em sistema plantio direto. *Semina: Ciênc. Agrár.*, Paraná, v. 32, n. 4, p. 1287-1296, out./dez. 2011.

SANTOS, G.; MORAES, J. M. M.; NUSSIO, L.G. Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem. *Rev iPecege*, v. 3, n. 1, p. 39-48, fev. 2017.

SANTOS, S.; MORAES, M.L.L.; REZENDE, M.O.O. Determination of polyamines in organic extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 325-329, jan. 2010.

SCHUNKE, R.M. Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da "litter" de quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. 1998. Tese. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brazil, 1998.

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*, Mato Grosso do Sul, v. 47, n. 6, p.769-775, jun. 2012.

SILVA, W.T.; KARAM, D.; VARGAS, L.; SILVA, A. F. Alternativas de controle químico para capim-amargoso (*Digitaria insularis*) na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 16, n. 3, p. 578-586, 2017.

SINGH, B.B.; AJEIGBE, H.A.; TARAWALI, S.A.; FERNANDEZ-RIVERA, S.; ABUBAKAR, M. Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder. *Field Crops Research*, v. 84, n. 1-2, p. 169-177, out./nov. 2003.

SOUZA FILHO, A.P.S. Alelopatia e as plantas. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 159 p.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C.; DUTRA, S. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. Planta Daninha, Pará, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2001.

SOUZA, M.F.P.; YAMASHITA, O.M. Potencial alelopático da mucuna-preta sobre a germinação de sementes de alface e picão preto. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, p.23-28, 2006.

SUNITHA, N., KALYANI, D.L. Weed management in maize (*Zea mays* L.) - A review. Agri. Reviews, v.33, n. 1, p. 70-77, 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, Lavras, v.31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. Revista Ciência Agronômica, Minas Gerais, v. 42, n. 2, p. 292-300, jun. 2011a.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011b.

TEYMOORI, M.; BAGHESTANI, M.; ZAND, E. Weed management in maize field by chemical, mechanical and cultural methods. Res. on Crops, v. 14, n. 3, p. 729-735, 2013.

THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. Soil Biology and Biochemistry, v. 25, n. 10, p. 1351-1361, out. 1993.

UDENSI, E., UDENSI, I., AKOBUNDU, O., AYENI A.O.; CHIKOYE, D. Management of cogongrass (*Imperata cylindrical*) with velvetbean (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) and herbicides. Weed Tech., v. 13, n. 2, p. 201–208, jun. 1999.

USDA - United States Department of Agriculture. World Agricultural Production. Circular Series, p. 9-20, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>

VARGAS-AYALA, R.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES, G.; MCLNROY, J.A.; KLOEPPER, J.W. Shifts in soil microflora induced by velvetbean (*Mucuna deeringiana*) in cropping systems to control root-knot nematodes. Biol. Control., v. 17, n. 1, p. 11–22, jan. 2000.

VILLIERS, A.J.; VAN ROOYEN, M.W.; THERSON, G.H.; VAN DER VENTER, H.A. Germination of three nonaquatic pioneer species as influenced by salinity, temperature and light. Seed Sci. Technol., v.22, n.3, p.427-433, 1994.