



**ADEMILSON DE OLIVEIRA ALECRIM**

**PLANTAS DE COBERTURA NA LAVOURA CAFEIEIRA EM  
FORMAÇÃO**

**LAVRAS - MG  
2019**

**ADEMILSON DE OLIVEIRA ALECRIM**

**PLANTAS DE COBERTURA NA LAVOURA CAFEIEIRA EM FORMAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

Profa. Dra. Dalysse Toledo Castanheira  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Alecrim, Ademilson de Oliveira.

Plantas de cobertura na lavoura cafeeira em formação /  
Ademilson de Oliveira Alecrim. - 2019.

125 p. : il.

Orientador(a): Rubens José Guimarães.

Coorientador(a): Dalys Toledo Castanheira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Braquiária. 2. Feijão-de-porco. 3. Fitossociologia. I.  
Guimarães, Rubens José. II. Castanheira, Dalys Toledo. III. Título.

**ADEMILSON DE OLIVEIRA ALECRIM**

**PLANTAS DE COBERTURA NA LAVOURA CAFEIEIRA EM FORMAÇÃO  
COVERING PLANTS IN THE CAFEIEIRA TRAINING PLANT**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 07 de junho de 2019.

Dr. Rodrigo Luz da Cunha            EPAMIG

Dra. Danielle Pereira Baliza        IFSUDESTE

Dr. Élberis Pereira Botrel         UFLA

Dr. Adenilson Henrique Gonçalves UFLA

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

Profa. Dra. Dalysse Toledo Castanheira  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2019**

*A Deus, meu guia.  
Aos meus pais, base da minha vida.  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que é meu guia nessa trajetória e sempre me dá forças e tranquilidade para seguir meu caminho.

Aos meus pais, Nilo e Rosa, por sempre estarem ao meu lado, me incentivando, dando-me forças e muito amor. Obrigado, vocês são a razão de tudo isso!

Aos meus avós, tios, tias e primos, que estão sempre ao meu lado apoiando em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de adquirir e ampliar meus conhecimentos.

Ao Professor Rubens José Guimarães, pela orientação, carinho, confiança, e pelo exemplo de profissionalismo e ética que transmite.

À Professora Dalyse Toledo Castanheira, pela valiosa contribuição e coorientação durante todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa, bem como pela amizade.

A todos do Setor de Cafeicultura, NECAF e GHPD, pela amizade e dedicação. Em especial ao Pedro Menicucci, pela total dedicação.

Aos meus irmãos da república Café e Viola, pelo companheirismo e amizade.

Aos meus amigos, em especial ao Giovani Belutti, Ricardo Lutfala, Pedro Menicucci, Pedro Cintra, Thales Barcelos e à Larissa Cocato, pela amizade e carinho demonstrado diariamente.

Ao Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico – CNPq.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que de alguma forma contribuíram para a construção deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho, avaliar plantas de cobertura na lavoura cafeeira em fase de formação. O experimento foi conduzido no setor de cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras - MG, no período de dezembro de 2016 a dezembro de 2018. Os fatores em estudo do experimento foram dispostos em esquema fatorial 4x5, perfazendo um total de 20 tratamentos alocados na área experimental em parcelas subdivididas. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. Foram estudadas quatro plantas de cobertura do solo (feijão-de-porco, mucuna anã, amendoim forrageiro e braquiária) e o tratamento testemunha com vegetação espontânea, sendo que foram mantidas quatro distâncias de plantio (ou da vegetação espontânea) em relação à linha do cafeeiro (25, 50, 75 e 100 cm). Foram avaliados o crescimento dos cafeeiros, umidade do solo, resistência do solo à penetração, características fisiológicas, os atributos químicos do solo, teores foliares de nutrientes, fitossociologia de plantas daninhas e, além disso, o potencial alelopático de algumas dessas plantas de cobertura em sementes de alface e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) realizado no laboratório de anatomia, fisiologia e alelopatia do cafeeiro da UFLA. Para tanto utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x4, (totalizando 12 tratamentos), onde o primeiro fator é representado pelas plantas de cobertura (Mucuna anã, Feijão-de-porco e braquiária), e o segundo fator pela concentração do extrato dessas plantas (0; 2,5; 5 e 10 p/v) com 4 repetições, onde cada placa de Petri representava uma unidade experimental. Avaliou-se a germinação, comprimento da radícula e índice de velocidade de germinação das plantas teste. Para a análise dos dados, utilizou-se a análise de variância, onde para as variáveis qualitativas empregou-se Scott-knott, e para os quantitativos, regressão. Posteriormente empregou-se a análise multivariada dos dados. Recomenda-se para cafeeiros em fase de formação o consórcio com feijão-de-porco ou mucuna anã, cultivados com distância de 1 metro da linha de plantio do cafeeiro.

**Palavras-chave:** Braquiária. Feijão-de-porco. Café. Fitossociologia. Fisiologia.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of cover crops in coffee plantation in the formation phase. The experiment was conducted at the Federal University of Lavras - UFLA, in Lavras, state of Minas Gerais, from December 2016 to December 2018. The experiment was conducted using a randomized complete block design arranged in a 4x5 factorial scheme, totaling 20 treatments using subdivided plots with three replicates. Four soil cover plants were studied (jack beans, velvet beans, forage peanut and brachiaria) plus a control treatment with only spontaneous vegetation. Four planting distances (or spontaneous vegetation) were maintained in relation to the coffee plantation (25, 50, 75 and 100 cm). The growth of coffee trees, soil moisture, soil penetration resistance, physiological characteristics, soil chemical attributes, nutrient leaf contents, and weed phytosociology were evaluated. Furthermore, the allelopathic potential of some of these cover plants was analyzed in seeds of lettuce and *Euphorbia heterophylla*. A randomized complete design was used in a 3x4 factorial scheme (totaling 12 treatments), in which each Petri dish represented an experimental unit. The first factor was represented by the cover plants (jack beans, velvet beans and brachiaria) and the second factor was represented by the concentration of extracts of these plants (0, 2.5, 5 and 10 w/v). The germination, radicle length and germination speed index of the test plants were evaluated. For analysis of variance, the Scott-knott test was used for the qualitative variables and regression was used for the quantitative variables. Multivariate analysis of the data was further used. Therefore, it is recommended the intercropping of either jack beans or velvet beans cultivated with a distance of 1 meter from the planting line of coffee trees.

**Keywords:** Brachiaria. Jack beans. Coffee. Phytosociology. Physiology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Disposição das plantas de cobertura em relação à linha do cafeeiro. ....	38
Figura 2 -	Representação gráfica das variáveis climatológicas registradas mensalmente no ano 2017 (A) e 2018 (B). ....	41
Figura 3 -	Altura de cafeeiros (AP - cm) em função da distância de plantio de plantas de cobertura em relação a linha de plantio da cultura nas épocas E3 e E5.....	47
Figura 4 -	Representação gráfica da altura de plantas (AP - cm) de cafeeiros cultivados em consórcio com cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e a vegetação espontânea) durante a época 5 (E5). ....	48
Figura 5 -	Diâmetro de caule (DC – mm) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro em quatro épocas de avaliação (E2, E3, E4, E5). ....	49
Figura 6 -	Representação gráfica do diâmetro do caule (DC - mm) de cafeeiros cultivados em consórcio com cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante a época 1 (E1). ....	50
Figura 7 -	Número de nós no ramo plagiotrópico (NNP) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro em duas épocas de avaliação (E3, E4). ....	51
Figura 8 -	Comprimento de ramos plagiotrópicos (CP – cm) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro em duas épocas de avaliação (E3 e E4). ....	51
Figura 9 -	Número de ramos plagiotrópicos (RP) de cafeeiros em função da distância de plantio da braquiária da linha do cafeeiro durante a época 3 (E3).....	52
Figura 11 -	Representação gráfica do número de ramos plagiotrópicos (RP) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante a época 5 (E5). ....	54
Figura 12 -	Diâmetro de copa (DCO-cm) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro durante a época 5 (E5). ....	55
Figura 13 -	Resistência do solo a penetração (RSP – kgf. cm <sup>-2</sup> ) em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro durante a época 1 (E1)....	56

Figura 14 -	Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características de crescimento e umidade do solo durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4) e cinco (E5). (continua).....	57
Figura 15 -	Representação gráfica da taxa fotossintética ( $A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante as épocas 1, 2 e 4 (E1, E2 e E4).....	61
Figura 16 -	Representação gráfica da condutância estomática ( $g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de cafeeiros cultivados em consórcio com cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante a época 1, 3 e 4 (E1, E3 e E4).....	62
Figura 17 -	Representação gráfica da taxa transpiratória ( $E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante as épocas 1, 2, 3 e 4 (E1, E2, E3 e 4).....	63
Figura 18 -	Representação gráfica da eficiência do uso da água (EUA) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante as épocas 2, 3 e 4 (E2, E3 e E4). ....	64
Figura 19 -	Potencial hídrico foliar (PH-MPa) de cafeeiros cultivados em consorcio com amendoim forrageiro com quatro distâncias de plantio da linha de plantio (E1). ....	65
Figura 20 -	Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características fisiológicas durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4). (continua).....	65

- Figura 21 - Dispersão gráfica da média índice de valor de importância (IVI) da linha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante quatro levantamentos fitossociológicos (L1) dois (L2), três (L3) e quatro (L4). (continua)..... 79
- Figura 22 - Dispersão gráfica da média do número de indivíduos (NI) da linha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante quatro levantamentos fitossociológicos (L1) dois (L2), três (L3) e quatro (L4). (continua) ..... 82
- Figura 23 - Dispersão gráfica da média índice de valor de importância (IVI) da entrelinha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante três levantamentos fitossociológicos (L1), três (L3) e quatro (L4). ..... 84
- Figura 24 - Dispersão gráfica da média do número de indivíduos (NI) na entrelinha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante três levantamentos fitossociológicos (L1), três (L3) e quatro (L4). (continua)..... 86
- Figura 25 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação aos dois primeiros componentes principais com base nos atributos químicos do solo..... 88
- Figura 26 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação aos dois primeiros

	componentes principais com bases foliares de macronutrientes durante a época cinco (E5).....	89
Figura 27 -	Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (cm) de plantio (25, 50, 75 e 100cm) de plantio em relação aos dois primeiros componentes principais com base foliares de micronutrientes durante a época cinco (E5).....	90
Figura 28 -	Comprimento da radícula de plântulas de alface (CR-mm) em função da concentração do extrato aquoso de plantas de cobertura do solo. ....	91
Figura 29 -	Índice de velocidade de germinação de sementes de alface (IVG) em função da concentração do extrato aquoso de feijão-de-porco.....	92
Figura 30 -	Representação gráfica do comprimento da radícula (CR-mm) de plântulas de alface em função da aplicação de extrato aquoso de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco e braquiária). ....	92
Figura 31 -	Comprimento da radícula de plântulas (CR-mm) de <i>Euphorbia heterophylla</i> em função da concentração do extrato aquoso de braquiária, feijão-de-porco e mucuna anã. ....	93
Figura 32 -	Porcentagem de germinação (G-%) e índice de velocidade de emergência (IVG) de sementes de <i>Euphorbia heterophylla</i> em função da concentração do extrato aquoso de plantas de cobertura do solo.....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análise química (profundidades de 0-20 e 20-40 cm) e a granulometria do solo* da área experimental, antes da instalação do experimento. Lavras - MG, 2016. ....	35
Tabela 2 -	Descrição dos tratamentos. Lavras - MG, 2017.....	37
Tabela 3 -	Relação de plantas daninhas, distribuídas por família e espécie, presentes na linha e de cafeeiros conduzidos com plantas de cobertura. ....	69
Tabela 4 -	Relação de plantas daninhas, distribuídas por família e espécie, presentes na entrelinha e de cafeeiros conduzidos com plantas de cobertura. ....	70
Tabela 5 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no primeiro levantamento (L1). ....	71
Tabela 6 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na entrelinha do cafeeiro no primeiro levantamento (L1). ....	72
Tabela 7 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no segundo levantamento (L2).....	73
Tabela 8 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no terceiro levantamento (E3).....	74
Tabela 9 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na entrelinha do cafeeiro no terceiro levantamento (E3).....	75
Tabela 10 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no quarto levantamento (L4). ....	77
Tabela 11 -	Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na entrelinha do cafeeiro no quarto levantamento (L4).....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS

A	Taxa fotossintética líquida
Al	Teor de alumínio
AP	Altura de plantas
C	Planta de cobertura
Ca	Teor de cálcio
CP	Comprimento do primeiro ramo plagiotrópico
CR	Comprimento da radícula
CTC pH 07	Capacidade de troca de cátions efetiva do solo
D	Distância de plantio
DC	Diâmetro de caule
E	Taxa transpiratória
E1	Abril de 2017
E2	Setembro de 2017
E3	Maio de 2018
E4	Outubro de 2018
E5	Dezembro de 2018
EUA	Eficiência do uso da água
G	Porcentagem de germinação
gs	Condutância estomática
H+Al	Acidez potencial
IVI	Índice de valor de importância
IVG	Índice de velocidade de germinação -
L1	Primeiro levantamento fitossociológico – março de 2017
L2	Segundo levantamento fitossociológico – outubro de 2017
L3	Terceiro levantamento fitossociológico – março de 2018
L4	Quarto levantamento fitossociológico – dezembro de 2018
K	Teor de potássio
m	Saturação por Alumínio
Mg	Teor de magnésio
NNP	Número de nós no primeiro ramo plagiotrópico
P	Teor de fósforo
PH	Potencial hídrico foliar

pH	pH em água
RP	Número de ramos plagiotrópicos
RSP	Resistência do solo à penetração
US	Umidade do solo
V	Saturação por bases
M	Mucuna anã
FP	Feijão-de-porco
B	Braquiária
AF	Amendoim forrageiro
T	Testemunha

## LISTA DE SIGLAS

DAG	Departamento de Agricultura
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GHPD	Grupo de Estudos em Plantas daninhas, Herbicidas e alelopatia
CAPES	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
NECAF	Núcleo de Estudos em Cafeicultura
UFLA	Universidade Federal de Lavras
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
IFSUDESTE	Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Cobertura do solo .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Plantas de cobertura.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Urochloa Decumbens</i> .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Leguminosas.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3</b>	<b>Plantas de cobertura x manejo de plantas daninhas.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4</b>	<b>Manejo das plantas de cobertura .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5</b>	<b>Alelopatia x plantas de cobertura .....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da área experimental.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Instalação e condução do experimento .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3</b>	<b>Delineamento experimental e tratamentos.....</b>	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b>Manejo das plantas de cobertura .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Braquiária .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Amendoim forrageiro.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Mucuna anã e Feijão-de-porco.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Vegetação espontânea .....</b>	<b>39</b>
<b>3.5</b>	<b>Características avaliadas .....</b>	<b>40</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Crescimento de plantas, umidade e resistência do solo.....</b>	<b>42</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Características fisiológicas.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Levantamento Fitossociológico.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5.4</b>	<b>Atributos químicos do solo .....</b>	<b>44</b>
<b>3.5.5</b>	<b>Atributos químicos das folhas do cafeeiro.....</b>	<b>44</b>
<b>3.6</b>	<b>Avaliação do potencial alelopático das plantas de cobertura .....</b>	<b>45</b>
<b>3.7</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Crescimento de plantas, umidade e resistência do solo.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>Características fisiológicas.....</b>	<b>60</b>
<b>4.3</b>	<b>Levantamento Fitossociológico.....</b>	<b>68</b>
<b>4.4</b>	<b>Atributos químicos do solo e teores foliares de nutrientes.....</b>	<b>88</b>
<b>4.5</b>	<b>Potencial alelopático de extrato de plantas de cobertura .....</b>	<b>90</b>

<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>95</b>
<b>5.1</b>	<b>Potencial alelopatico de extrato de plantas de cobertura .....</b>	<b>104</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>106</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>107</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>108</b>
	<b>ANEXO A - TABELAS.....</b>	<b>121</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de café está em constante evolução, notando-se cada vez mais o encurtamento das cadeias produtivas, o maior nível de informação acerca dos alimentos produzidos e de sua origem. A aproximação e melhoria do relacionamento entre os elos da cadeia, agora baseado em alguns princípios, e a maior preocupação com questões de sustentabilidade ambiental e econômica da atividade e dos agricultores, também fazem parte dessa evolução (GUIMARÃES, 2016).

Dessa forma, a sustentabilidade da cafeicultura depende do aumento da rentabilidade do produtor, como forma de garantir sua permanência na atividade. Isso está associado a sistemas de cultivo que proporcionem maior longevidade para as lavouras (PETEK; PATRÍCIO, 2007) e produtividades elevadas ao longo dos anos.

Por outro lado, quando as culturas são exploradas de forma inadequada, pode ocorrer a degradação do solo e do ambiente. Nesse contexto, uma agricultura mais sustentável, com adoção de práticas conservacionistas, desponta como alternativa para mitigar parte desses problemas (PARTELLI et al., 2006).

Dentre as possibilidades para aumentar a sustentabilidade da cafeicultura, destaca-se o uso de plantas de cobertura de solo, que é uma prática muito antiga nos agroecossistemas, principalmente na agricultura familiar (TIECHER, 2016).

O uso dessas plantas de cobertura tem sido uma estratégia capaz de aumentar a sustentabilidade da produção agrícola, trazendo benefícios para as culturas de interesse econômico, para o solo, e também para o ambiente (PEDROSA et al., 2014).

São evidentes os benefícios ecológicos no solo pelo uso das plantas de cobertura, como o aporte de matéria orgânica fornecido para o sistema, ciclagem de nutrientes, incorporação de nitrogênio por meio da fixação biológica quando se faz uso de leguminosas, redução das oscilações de temperatura no solo, aproveitamento da água e condicionamento do solo, aumento de produtividade e também o controle de plantas daninhas (CUNHA et al., 2011; AMBROSANO et al., 2013; SANTOS, 2013; CASTANHEIRA, 2018; VOLTOLINI, 2019).

Diversas famílias de plantas de cobertura de solo são utilizadas, principalmente *Fabaceae* (leguminosas) e *Poaceae* (gramíneas). Dentre as gramíneas, as do gênero *Urochloa* têm se destacado por sua alta adaptação às mais variadas condições de solo e de clima (TELES et al., 2011) e também por apresentarem maior potencial de uso como planta de cobertura do solo, e pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e

considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007).

As leguminosas são conhecidas pela alta capacidade de fixar N atmosférico, em função da relação simbiótica com bactérias capazes de realizar essa fixação (SANCHEZ, 2012) e pela reciclagem de nutrientes (ARAÚJO et al., 2014), porém, não produzem grande teor de matéria seca em relação as gramíneas (CARVALHO; PAULINO, 2004).

Além dos benefícios citados, das leguminosas têm sido extraídos princípios ativos de compostos alelopáticos que podem ser utilizados como inseticidas, herbicidas e fungicidas (TIECHER, 2016). As espécies, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e mucuna anã (*Mucuna degeeriana*) são leguminosas que podem ser utilizadas com o fim de cobertura do solo em áreas de cultivo de cafeeiros (ARAÚJO et al., 2014; VILELA et al., 2011; PAULO et al., 2006).

No entanto, estas espécies de plantas de cobertura de solo ainda são pouco conhecidas entre técnicos, extensionistas e agricultores (TIECHER, 2016). Além disso, nos trabalhos realizados com essas plantas, os resultados ainda são contraditórios em relação a distância mínima de plantio da linha do cafeeiro, e quais realmente são benéficas ao cafeeiro (PAULO et al., 2001; PAULO et al., 2006; SOUZA et al., 2006; MELLES; SILVA, 1978; MOREIRA et al., 2014).

Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar de plantas de cobertura na lavoura cafeeira em fase de formação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cobertura do solo

A necessidade de conservação do solo, preservando seus atributos químicos, físicos e biológicos, é conhecida há séculos, tendo iniciado desde a antiguidade quando já se conheciam os benefícios proporcionados por rotações que alternavam cereais e espécies forrageiras, e, posteriormente, com a descoberta de melhorias nos sistemas agrícolas devido a adição de esterco animal e também a descoberta da fixação biológica de nitrogênio por leguminosas e redução da lixiviação em sistemas que faziam uso do alqueive (MAZOYER; ROUDART, 2010).

No Brasil, os benefícios obtidos com as plantas de cobertura vêm sendo amplamente discutidos no meio acadêmico desde a década de 1910, com a publicação de ‘Adubos verdes: sua produção e modo de emprego’, por Dutra (1919). Entretanto, no meio agrícola, esse tema não é tão disseminado quanto na literatura, seja por desconhecimento de técnicos e produtores, insegurança quanto à eficácia e dificuldade nos tratos culturais ou viabilidade econômica.

Durante a revolução verde houve alta tecnificação e uso intensivo do solo e de adubos químicos, provocando depauperação de muitos solos no país, em detrimento da redução da adoção de práticas conservacionistas, como o uso de cobertura vegetal do solo (ESPÍNDOLA; GUERRA; ALMEIDA, 1997).

A adoção de sistemas que priorizem a conservação do agroecossistema é cada vez mais necessária, pois o cultivo convencional do solo acelera a decomposição da matéria orgânica, provocando a compactação e a pulverização dos agregados na camada superficial, tornando-os muito suscetíveis à erosão (PELÁ, 2002).

Assim, o uso de plantas de cobertura é uma importante prática nos cultivos, pois têm a finalidade de cobrir o solo, protegendo-o contra processos degradantes como a erosão e a lixiviação de nutrientes. Porém, a utilização de plantas de cobertura não se limita a apenas isso, já que muitas são usadas para pastoreio, produção de grãos e sementes, silagem, feno e como fornecedoras de palha para o sistema de plantio direto (KIEHL, 1979). Além disso, contribui com a diminuição da erosão do solo, aumento da infiltração da água, retenção de nutrientes, aumento de matéria orgânica (STEENWERTH; BELINA, 2008), além de controlar plantas daninhas (BORGES et al., 2014). Também adiciona carbono e nitrogênio, recicla nutrientes e melhora a estabilidade da estrutura do solo, além de promover a formação e manutenção de agregados, pelas raízes (RESCK et al., 2008).

No geral, os benefícios atribuídos às plantas de cobertura sobre os atributos do solo decorrem, sobretudo, do aumento da porosidade, redução do impacto da energia da gota de chuva sobre a superfície, aumento da matéria orgânica (LEITE et al., 2003; RAO; LI, 2003) e das funções microbianas (STEENWERTH; BELINA, 2008).

As raízes das plantas de cobertura têm influência tanto na capacidade de realizar a descompactação do solo, como na capacidade de absorver nutrientes, e também na atividade microbiana, assim, contribuindo positivamente com o aumento da aeração do mesmo. Na zona de influência das raízes, as plantas de cobertura interferem no aumento e na diversidade microbiana do solo (CORDEIRO; CORÁ; NAHAS, 2008). As raízes agressivas e ramificadas conseguem absorver nutrientes das camadas inferiores do solo e, depois de sua decomposição, formam bioporos, que são fundamentais para a disponibilidade hídrica e pelo fluxo em massa de nutrientes (SANTOS et al., 2014).

Silva e Mielniczuk (1997) enfatizaram que os efeitos benéficos das plantas de cobertura do solo, em parte, podem ser atribuídos, principalmente, à alta densidade de raízes das gramíneas que promovem a aproximação de partículas pela constante absorção de água, às periódicas renovações do sistema radicular e à distribuição dos exsudatos no solo, que estimulam a atividade microbiana.

O uso dessas plantas também influencia as propriedades biológicas do solo que estão relacionadas às formas de vida existentes no mesmo, sendo que o uso da adubação verde exerce efeitos no incremento das atividades dos microrganismos, entre os quais os fungos micorrízicos e bactérias do gênero *Rizhobium*, e aumento da atividade de minhocas (COLEMAN; CROSSLEY JR.; HENDRIX, 2004).

De acordo com Steffen, Antonioli e Steffen (2007), os organismos da fauna edáfica são parte integrante do solo, capazes de modificar as características físicas, químicas e biológicas do ecossistema, sendo importantes para avaliar a qualidade do solo. Nesse contexto, o manejo do solo com uso de adubo verde, propicia condições ambientais, entre as quais temperatura e umidade, favoráveis aos organismos edáficos, bem como incremento da atividade de invertebrados benéficos às plantas (SANTOS et al., 2008).

No entanto, Alvarenga et al. (2001) relataram que, na escolha das plantas de cobertura, é fato decisivo conhecer a sua adaptação à região e sua habilidade em crescer num ambiente menos favorável, uma vez que as culturas comerciais são estabelecidas nas épocas mais propícias. Além disso, deve-se levar em consideração a produtividade de fitomassa, disponibilidade de sementes, as condições do solo, rusticidade quanto a tolerância do déficit

hídrico, a possibilidade de utilização comercial e o potencial dessas plantas serem hospedeiras de pragas e doenças, e também propiciar alta porcentagem de cobertura (FABIAN, 2009).

Diversas espécies podem ser destinadas à cobertura do solo, entretanto, pesquisas destacam a utilização de leguminosas e/ou gramíneas como mais empregadas (SILVA, 2015).

## **2.2 Plantas de cobertura**

O uso de plantas de cobertura de solo, cultivadas isoladamente ou consorciadas, é uma prática muito antiga nos agroecossistemas, principalmente na agricultura familiar. Atualmente, porém, tornam-se evidentes os benefícios ecológicos no solo pelo uso das plantas de cobertura (TIECHER, 2016). Segundo esse mesmo autor, em escala global, muitas espécies de plantas de cobertura de solo são usadas, principalmente em sistemas de rotação e sucessão de culturas. Ainda, em muitas situações, as plantas de cobertura são utilizadas em consórcios com outras espécies, culturas comerciais ou espécies perenes.

O uso dessas plantas tem sido uma estratégia capaz de aumentar a sustentabilidade da produção agrícola, trazendo benefícios para as culturas de interesse econômico, para o solo e para o ambiente (PEDROSA et al., 2014).

Entretanto, para a consolidação dessa tecnologia, é necessário que se avalie e selecione espécies que apresentem boa adaptação ao cultivo consorciado, que não prejudiquem a cultura principal, que sejam tolerantes à deficiência hídrica (LARA-CABEZAS, 2004) e que produzam elevada quantidade de fitomassa para a cobertura do solo (PERIN et al., 2004).

Diversas espécies de plantas de cobertura de solo, principalmente *Fabaceae* (leguminosas) e *Poaceae* (gramíneas), podem ser utilizadas como adubação verde em sistemas de consórcios com culturas agrícolas no Brasil. No entanto, o manejo destas espécies de plantas de cobertura de solo ainda é pouco conhecido entre técnicos, extensionistas e agricultores. Atualmente, para a maioria das espécies existe boa disponibilidade de sementes no mercado para venda aos agricultores (TIECHER, 2016)

### **2.2.1 *Urochloa Decumbens***

As gramíneas se destacam pela alta produção de biomassa e de resíduos com relação C/N elevada, o que pode contribuir para redução na taxa de decomposição e para liberação mais lenta de nutrientes no solo (SILVA et al., 2012). O uso delas como plantas de cobertura é

importante para a absorção de nutrientes, especialmente do potássio, de camadas subsuperficiais para disponibilização na superfície do solo (BOER et al., 2008).

Dentre as gramíneas, as do gênero *Urochloa* têm se destacado por sua grande adaptação às mais variadas condições de solo e de clima (TELES et al., 2011) e também por apresentarem maior potencial de cobertura do solo, e pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano. Essas gramíneas proporcionam excelente cobertura vegetal do solo (TIMOSSO; DURIGAN; LEITE, 2007), se as condições de temperatura e umidade forem adequadas (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR 2003) e se manejadas corretamente (VILELA et al., 2003). Além disso, segundo Bernardes (2003), essa forrageira já é difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita sua adoção.

Segundo Cobucci (2001), as plantas desse gênero são eficientes como cobertura morta, destacando-se principalmente por apresentar longevidade adequada, as quais quando bem manejadas, podem produzir elevada quantidade de biomassa seca e persistir por mais de seis meses na superfície do solo.

De acordo Rocha et al. (2014), as gramíneas vêm sendo empregadas em pastagens degradadas no cerrado brasileiro, sendo que as braquiárias em particular, têm predominância de uso em atividades pecuárias e são classificadas como plantas daninhas em lavouras perenes.

Quando bem manejadas, elas podem adicionar aos sistemas produtivos muitos benefícios, como relata Guedes et al. (1996), pois a braquiária melhora a qualidade físico-hídrica do solo a partir da ação direta de suas raízes na estruturação desse. Ainda nesse sentido, Paladini e Mielniczuk (1991), observaram que em sistemas de manejo que utilizam gramíneas perenes como plantas de cobertura, essas apresentam ação agregante mais prolongada, quando comparadas com as leguminosas, devido à presença de um sistema radicular fasciculado mais denso e com maior contato com as partículas do solo.

Nesse contexto, o cultivo do braquiária resulta em resíduos de palha e raiz, que são fundamentais para a melhoria física, aumentando o teor de matéria orgânica e a disponibilidade de água no solo, além de contribuir para o controle de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI et al., 2008; MACHADO; ASSIS, 2010; SEIDEL et al., 2014; SILVA et al., 2014).

Na cafeicultura, o uso de braquiária como planta de cobertura está em expansão, sendo que dentre as espécies utilizadas com essa finalidade destacam-se as *U. brizantha* cv. marandu (PEDROSA et al., 2014), *U. decumbens* (CASTANHEIRA, 2018) e a *U. ruziziensis* (SERAFIM et al., 2013), cada uma com características peculiares.

Na região dos cerrados, uma das maiores regiões produtoras de café de Minas Gerais, essa gramínea é muito encontrada nas lavouras cafeeiras, no entanto, é comumente considerada

invasiva e vista como planta daninha com grande potencial competitivo à cultura do café (MAGALHÃES et al., 2012; SIQUEIRA et al., 2015). Porém, sua alta adaptabilidade, arquitetura apropriada para consórcio no sistema de produção de café, fácil propagação natural, rusticidade, manutenção fácil e resistência à mecanização, são características que qualificam essa espécie como uma potencial cultura de cobertura nas entre linhas de cafeeiros (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014), desde que bem manejada. Adicionalmente, o uso dessa espécie com finalidade de consórcio em lavouras de café destaca-se positivamente, pois trata-se de uma espécie perene que reduz a necessidade de revolvimento anual do solo para o semeio (GUIMARÃES et al., 2017).

Vários são os benefícios promovidos pelo uso do braquiária como planta de cobertura na entrelinha de lavouras cafeeiras. Rocha et al. (2014) constataram que o uso dessa espécie promove alterações nos atributos físico-hídricos do solo, resultando no aumento de água prontamente disponível, devido à ação agregante do seu sistema radicular.

Ainda nessa ótica, a utilização desse sistema conservacionista tem facilitado a implantação de lavouras cafeeiras, mesmo em áreas de Cambissolo com declividade acentuada, de 25% a 30%, pois reduz o risco de erosão pela presença de cobertura morta do solo e braquiária cultivada na entrelinha (DERNARDIN et al., 2008) e também a redução do déficit hídrico (SERAFIM et al., 2013).

O uso da braquiária como planta de cobertura nas entre linhas da lavoura cafeeira também contribui com a nutrição do cafeeiro e na fertilidade dos solos. Destaca-se os resultados encontrados por Pedrosa et al. (2014), nos quais os autores observaram que a braquiária, promoveu aumento nos teores de nitrogênio foliar e maior eficiência de utilização do nitrogênio, observando que, quando o capim-braquiária não é adubado com nitrogênio, a adição da braquiária cortada na linha do cafeeiro, favorece a imobilização do nitrogênio no solo e reduz a concentração desse nutriente nas folhas.

No entanto Matiello et al. (2013) observaram que *U. decumbens* possui maior habilidade competitiva quando em alta densidade e, em função dessa característica, reduziu a taxa transpiratória, condutância estomática e taxa fotossintética líquida do cafeeiro.

Nesse sentido, ressalta-se a importância de um manejo adequado do capim-braquiária, para evitar a competição com a cultura, já que pode competir com o cafeeiro, principalmente, em condições de seca (ROCHA et al., 2014).

### 2.2.2 Leguminosas

As leguminosas são conhecidas pela capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, em função da relação simbiótica com bactérias capazes de fixar nitrogênio atmosférico (SANCHEZ, 2012) e reciclagem de nutrientes (ARAÚJO et al., 2014), mas não produzem quantidade de matéria seca tão grande quanto gramíneas (CARVALHO; PAULINO, 2004). As espécies dessa família apresentam baixa relação C/N e podem apresentar elevada taxa de decomposição de seus resíduos (TEIXEIRA et al., 2009).

Em cafeeiros, o uso das leguminosas como adubação verde proporciona biomassa de qualidade, contribui para a manutenção e incremento da matéria orgânica, aumenta a cobertura do solo nas entre linhas do cafeeiro, e beneficia a ciclagem de nutrientes entre camadas do solo. Possibilitam, assim, a liberação de nutrientes, principalmente o nitrogênio, contribuindo com a redução dos custos de produção da cultura, e também elevando o crescimento, produtividade e o enfolhamento dos cafeeiros (BALOTA; AULER; 2011; CARDOSO et al., 2013; BERGO et al., 2006).

A utilização de fabáceas capazes de realizar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico pode atuar como fonte de N para os cafeeiros (COELHO et al., 2006).

A adubação verde com fabáceas concentra outros nutrientes na camada superficial do solo e promove melhorias no ambiente radicular dos cafeeiros, tornando-os menos sujeitos a ataques de cercosporiose e mais resistentes a perdas de ramos produtivos (CHAVES, 2001).

Dentre as espécies mais utilizadas, destacam-se as mucunas, preta e anã, o guandu, as crotalárias, a leucena, o amendoim-forrageiro, o lab-labe, colopogônio, o feijão-de-porco, dentre outras (RICCI; RODRIGUES, 2009).

Deve-se atentar para o manejo/ou corte dessas espécies, principalmente nas leguminosas que são as mais utilizadas nesse processo, pois grande parte dessas plantas deve ser manejada no período de floração, quando possuem maior liberação de nutrientes para o solo. Quanto mais tarde for feito esse manejo, mais perdas ocorrerão, pois, quanto mais próximos do amadurecimento e senescência da planta, maior será a retirada de nutrientes do solo em relação ao que disponibiliza, podendo assim, gerar uma competição por nutrientes e água com a cultura principal nessa área (SILVA et al., 2014).

Torna-se evidente o cuidado no sentido de promover um maior estabelecimento dessas leguminosas e, ao mesmo tempo, realizar o controle de seu desenvolvimento para não haver concorrência com a cultura (SANTOS et al., 2008).

No entanto, resultados negativos com uso de leguminosas em lavouras de café são encontrados na literatura. Esses resultados podem ter sido provocados pelo manejo realizado, como observado por Martin, Vegro e Moricochi (1995), que chamaram a atenção para a influência negativa na produtividade causada pela incorporação dos adubos verdes por grade ou enxada rotativa, com provável corte de raízes superficiais das plantas de café.

### 2.2.2.1 Feijão-de-porco

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é uma leguminosa que pode ser usada como planta de cobertura em cafeeiros. É uma planta bastante rústica, de ciclo anual ou bianual. Tolerância a sombreamento parcial, porém, não suporta geada. Possui porte herbáceo ereto não trepador, atingindo 1,2 a 1,5 metros de altura, com uma produtividade entre 4 a 8 toneladas de massa seca por ciclo, podendo fixar entre 120 a 280 kg de N ha<sup>-1</sup>, apresentando bom potencial para utilização como cobertura verde em culturas perenes (LÓSS et al., 2008).

Essa espécie apresenta rápida cobertura do solo quando comparada com outras leguminosas anuais apresentando em torno de 60% aos 30 dias após semeadura (FÁVERO et al., 2001).

Tanto em cultivo isolado quanto consorciado, o feijão-de-porco apresenta grande produtividade de massa fresca, até mesmo quando comparado com outras leguminosas (ALMEIDA; CAMARA, 2011). Essa biomassa possui boa capacidade de liberação de nutrientes relacionados a decomposição da matéria seca, tais como C, N, P, Ca e Mg, gerando resíduos de boa qualidade (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; BRITO, 2007).

Em trabalho realizado por Araújo et al. (2014), os autores concluíram que até o início da fase reprodutiva, os cafeeiros adubados com feijão-de-porco complementado com adubação mineral crescem de forma similar àqueles adubados com adubação mineral somente. Já na fase reprodutiva do cafeeiro, a adubação com o feijão-de-porco promove aumentos da produtividade, do teor de Ca<sup>2+</sup>, soma de bases, CTC efetiva e matéria orgânica do solo. Observaram também, que a adubação com feijão-de-porco apresenta efeito residual nos anos subsequentes, contribuindo para a nutrição nitrogenada dos cafeeiros.

Além dos benefícios citados anteriormente, das plantas do feijão-de-porco, também têm sido extraídos princípios ativos de compostos alelopáticos que podem ser utilizados como inseticidas, herbicidas e fungicidas (TIECHER, 2016). São relatados efeitos dessa planta como fitorremediador de herbicidas, com período residual longo no solo, como o trifloxysulfuron-sodium (SANTOS et al., 2006).

Entretanto, existem resultados na literatura em que o consórcio do cafeeiro e o feijão-de-porco não foi benéfico. Nesse sentido, Moreira et al. (2014) chegaram à conclusão que nos dois anos de condução desse consórcio, houve redução da produtividade do cafeeiro, e que o período de consorciação influencia linearmente o acúmulo de massa da leguminosa, sendo que o maior acúmulo pelo feijão-de-porco reduz linearmente a produtividade do cafeeiro.

Melles e Silva (1978) observaram que em plantio intercalar de 2, 4 e 6 linhas de feijão-de-porco nas entre linhas de café ‘Catuaí’ em formação, provocou-se interferência competitiva dessa espécie com o café, causando drástica redução na produtividade dos cafeeiros. Ressalta-se a necessidade de realizar o manejo adequado para que se tenha resultados benéficos desse consórcio, pois nesse trabalho, não se realizou a amontoa dos restos culturais na linha do cafeeiro.

#### **2.2.2.2 Amendoim forrageiro**

O Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma leguminosa herbácea perene da família *Leguminosae*. O crescimento é rasteiro, hábito estolonífero, prostrado e lança estolões horizontalmente em todas as direções em quantidade significativa, porém, apresenta lento estabelecimento. É uma leguminosa de porte baixo, dificilmente ultrapassando 30-40 cm de altura, possui raiz pivotante, que pode alcançar 1,60 m de profundidade (ANDRADE; VALENTIM, 1999). É nativa dos Cerrados do Brasil, adaptada aos solos ácidos e de baixa fertilidade, possui características como alta produção de forragem de boa qualidade e alta capacidade de fixar nitrogênio (SILVA, 2004).

O crescimento inicial é lento, porém, depois de estabelecido exerce uma dominância sobre a vegetação espontânea, além de ser pouco agressivo com as culturas consorciadas (SANTOS, 2011).

Apresenta boa adaptação podendo ser indicada como cobertura de solo em consórcio com culturas perenes ou gramíneas, e como forrageira em sistemas silvipastoris. Segundo De La Cruz, Suárez e Ferguson (1994), essa forrageira tem sido utilizada em cultivos associados a café, banana, dendê, macadâmia, entre outras.

O amendoim forrageiro é um *biomulch* potencial que tem muitas vantagens, pois reduz o crescimento de plantas daninhas em até 58,58%, a taxa de erosão do solo, mantém a umidade do solo e aumenta a disponibilidade de nutrientes para a cultura principal (SUMIAHADI et al., 2016).

Cafeeiros que receberam adubações com massa de amendoim forrageiro apresentaram, com exceção da altura de planta, maior crescimento vegetativo quando comparados a cafeeiros que receberam somente adubação nitrogenada com sulfato de amônio (VILELA et al., 2011). Segundo esses mesmos autores, a aplicação da massa dessa planta aumentou em até oito vezes a concentração de K, quando comparado com adubação com sulfato de amônio, havendo também aumento nas concentrações de P, Ca, Mg, concluindo que os solos adubados com fabáceas apresentaram maior fertilidade do que os que receberam apenas adubação com sulfato de amônio, a despeito do maior crescimento dos cafeeiros verificado nesses solos.

O cultivo de leguminosas herbáceas perenes, como o amendoim forrageiro, nas entre linhas dos cafeeiros, não apresentou interferência nos aspectos produtivos da cultura principal, uma vez que se controlou o crescimento das plantas de cobertura com a realização do manejo adequado, evitando o avanço de seu estabelecimento na linha de plantio dos cafeeiros (SANTOS, 2013). Também Cunha, Melo e Santos (2014), constataram que a intercalação do amendoim-forrageiro, manejado lateralmente, não interfere nos aspectos vegetativos e produtivos do cafeeiro.

O amendoim forrageiro, entre outros adubos vegetais e animais, melhoraram a fertilidade do solo, refletindo positivamente no desenvolvimento do cafeeiro Iapar-59, após quatro aplicações superficiais em Latossolo Vermelho distrófico, textura arenosa/média (FIDALSKI; CHAVES, 2010).

### **2.2.2.3 Mucuna anã**

A mucuna anã (*Mucuna deeringiana* var. anã) é uma leguminosa, de ciclo anual, herbácea, de crescimento determinado, ciclo vegetativo de 90 - 120 dias e altura máxima ao redor de 0,5 a 1m. Pode ser utilizada como adubo verde nas entre linhas de cafezais e de outras culturas perenes, com produção de matéria seca da parte aérea de 4 a 6 t.ha<sup>-1</sup> (WUTKE, 1993).

É uma espécie muito rústica indicada para recuperação de solos degradados, ótima para adubação verde e fixação de N atmosférico, podendo fixar na parte aérea de 170 a 250 kg de N.ha<sup>-1</sup> (TIECHER, 2016).

Paulo et al. (2001) avaliando o crescimento de cafeeiros Apatã IAC 2258 consorciado com algumas leguminosas, dentre elas, a mucuna anã, observaram que o consórcio não diminuiu a produtividade dos cafeeiros, sendo a produtividade do cafeeiro correlacionando-se de maneira invertida com a produção de fitomassa seca produzida pelos adubos verdes.

De acordo com Paulo et al. (2006), o uso da adubação verde nos três primeiros anos da lavoura não prejudica a produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado sobre o Apoatã IAC 2258. Constataram também que o uso durante sete anos consecutivos dos adubos verdes *crotalária espectábilis*, *crotalária júncea*, *mucuna anã* ou da soja, não diminuiu a produtividade e o desenvolvimento do cafeeiro.

### 2.3 Plantas de cobertura x manejo de plantas daninhas

Planta daninha é definida como qualquer planta que esteja interferindo com as atividades ou bem-estar do homem (PITELLI, 2015). Destaca-se principalmente a competição com as culturas agrícolas pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes (VARGA; ROMAN, 2008).

No cafeeiro não é diferente de outras culturas quanto à competição exercida pelas plantas daninhas, pois essas promovem efeitos adversos no crescimento e na produtividade, devido à competição pelos recursos citados (FRANÇA et al., 2010).

São encontrados na literatura, vários trabalhos que enfatizam o efeito negativo da interferência de plantas daninhas em cafeeiros. De acordo com Ronchi e Silva (2006) plantas daninhas como *Bidens pilosa*, *Commelina diffusa*, *Leonurus sibiricus*, *Richardia brasiliensis*, *Sida rhombifolia* e *Nicandra physaloides*, mesmo sob baixa infestação, podem reduzir significativamente o acúmulo de nutrientes de plantas jovens de café, assim como o diâmetro do caule, número de folhas e massa seca da parte aérea.

Adicionalmente, Ronchi, Terra e Silva (2007) observaram que plantas de café tiveram menor acúmulo da matéria seca do sistema radicular quando se desenvolveram na presença de plantas daninhas, como *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*

Ressalta-se ainda, que algumas são hospedeiras de pragas e doenças que podem atacar as lavouras de café e também interferirem nas práticas de manejo, como fertilizações, colheitas, dentre outras (RONCHI; SILVA, 2003; SILVA et al., 2006). Ademais, quando submetidas a alta competição, suas características fisiológicas normalmente são alteradas, o que resulta em diferenças no aproveitamento dos recursos do ambiente e, conseqüentemente, a eficiência fotossintética da planta (CONCENÇO et al., 2007).

Quando se trata de cafeeiros em fase de implantação (cafeeiros jovens) aumenta a sensibilidade à interferência de plantas daninhas que ocorrem principalmente na linha de plantio, podendo ter seu crescimento e ciclo reprodutivo comprometidos caso o controle não seja efetuado em tempo hábil (RONCHI; SILVA, 2003). Além disso, em função da rusticidade

das plantas daninhas, elas apresentam rapidez e eficiência da utilização dos recursos do ambiente, levando vantagem sobre o crescimento das culturas (FIALHO et al., 2011).

Essa competição exercida pelas plantas daninhas tem provocado reduções significativas no crescimento e produtividade dos cafeeiros, variando entre 24% (MORAIMA et al., 2000) e 77% (BLANCO; OLIVEIRA; PUPO, 1982).

Nesse contexto, tem-se a necessidade de realizar o controle de plantas daninhas. Atualmente, predomina-se a adoção do manejo químico, por meio da aplicação de herbicidas. No entanto, devido à falta de herbicidas seletivos para a cultura do café no mercado, podem ocorrer alguns problemas de intoxicação da lavoura pelo uso de herbicidas não seletivos (SILVA et al., 2017; CASTANHEIRA et al., 2019). Além disso, problemas com resistência de plantas daninhas a esses herbicidas são cada vez mais frequentes (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003), o que dificulta o controle por esse método.

Nesse sentido, destaca-se a importância da adoção do manejo integrado, uma vez que as espécies cultivadas em consórcio com a cultura principal, em diferentes densidades, são capazes de suprimir a interferência de plantas daninhas na entrelinha da cultura (BAUMANN; BASTIAANS; KROPFF, 2001).

Assim, a utilização de plantas de cobertura se torna uma alternativa viável, pois elas atuam na supressão de plantas daninhas por processos distintos como o físico, o biológico e o químico, além de interações entre eles (PITELLI; DURIGAN, 2001). A cobertura vegetal sobre o solo limita a passagem de luz e forma um obstáculo, inibindo a germinação de sementes e dificultando o crescimento inicial, e também promove modificações na dinâmica de sucessão das plantas daninhas (FAVERO et al., 2001; PIRES et al., 2008).

O controle ocorre também em função da barreira física formada pela cobertura do solo, que promove esgotamento energético da plântula antes que essa ultrapasse a camada de palha e inicie o processo fotossintético (CORREIA; DURIGAN; KLINK, 2006). Para cada tonelada de palha adicionada ao sistema, há um controle de 4% no total de plantas daninhas (OLIVEIRA et al. 2001).

Ainda nessa ótica, as espécies de cobertura podem controlar as plantas daninhas por meio da liberação de substâncias alelopáticas, que podem atuar sobre algumas espécies vegetais por meio da inibição da germinação de sementes e do desenvolvimento delas (XUAN et al., 2005).

O cultivo de leguminosas herbáceas perenes, dentre elas o amendoim forrageiro, controlou as plantas daninhas em lavouras no Cerrado-MG, sendo capaz de constituir o manejo integrado dessas espécies e diminuir as aplicações de herbicidas (SANTOS, 2013).

Em trabalho utilizando leguminosas herbáceas como adubos verdes, Monquero et al. (2009) registraram o potencial dessas espécies em reduzir a população das plantas daninhas como: *Ipomoea grandifolia*, *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens*. Entretanto, no caso do amendoim forrageiro, o lento estabelecimento inicial propicia maior aparecimento de plantas daninhas, comprometendo a rápida cobertura do solo (PARIS, 2006).

Segundo Araújo et al. (2007), as culturas de cobertura exercem efeitos supressivos distintos sobre as diferentes espécies da população de plantas do agrossistema. Por isso, para um sistema agroecológico mais racional, seria indicado o uso continuado com rotação anual das leguminosas, o feijão-de-porco é uma das mais recomendadas, em razão de sua maior tolerância à seca e capacidade supressiva.

O cultivo de algumas leguminosas na entrelinha de cafeeiros *C. canephora* promove modificações nas populações de plantas daninhas e apresentaram efeitos diferenciados. Além disso, auxiliam na supressão dessas plantas e, quando manejadas corretamente, não exercem influência negativa sobre o cafeeiro, constituindo forma alternativa de manejo. O feijão-de-porco e a mucuna anã, proporcionaram melhor controle sobre as plantas daninhas, quando comparado ao feijão-guandu (PARTELLI et al., 2010). Também, Moreira et al. (2013), em trabalho avaliando o consórcio de cafeeiros com leguminosas, dentre elas o feijão-de-porco, concluíram que houve alteração na dinâmica florística de plantas daninhas, comprovando a eficiência dessa planta de cobertura como auxiliar no manejo de plantas daninhas em cafeeiros.

O feijão-de-porco é uma das espécies leguminosas que historicamente vêm se destacando na supressão de plantas daninhas (BALBINOT JR. et al., 2004). Apresenta grande potencial de controle dessas plantas, principalmente da tiririca (*Cyperus rotundus*) (LÓSS et al., 2008), apresentando efeitos alelopáticos (MONQUEIRO et al., 2009).

Nesse contexto Tiecher (2016) destaca que as espécies de mucunas controlam bem as plantas daninhas devido ao sombreamento pelas folhas, além de não serem hospedeiras de nematóides fitopatogênicos.

Em relação ao capim-braquiária, Castro et al. (2011) destacam a eficiência na supressão de plantas daninhas inerente a utilização dessa planta em função das características de rusticidade dela sobre as demais.

Lima et al. (2014) recomendam a semeadura a lanço com incorporação das sementes de braquiária e em linha, por proporcionar cobertura vegetal suficiente para a supressão das espécies de plantas daninhas, dispensando a aplicação do herbicida 2,4-D, para que ocorra supressão da comunidade infestante.

## 2.4 Manejo das plantas de cobertura

Apesar das vantagens do manejo integrado de plantas daninhas, há muita carência de informações geradas pela pesquisa científica sobre esse assunto. Também há poucas informações na literatura sobre a interferência de gramíneas e espécies com capacidade de fixação de nitrogênio, utilizadas na entrelinha da cultura do café (FIALHO et al., 2011), bem como sobre a faixa de controle de plantas daninhas indicada para cada cultura.

De acordo com Souza et al. (2006), quando se utiliza a *U. decumbens* em consórcio com cafeeiros jovens, e/ou em produção, a largura mínima da faixa de controle a ser utilizada deve ser igual ou superior a 100 cm de cada lado da linha de plantio, a fim de manter as plantas de café livres da interferência. Essa mesma largura de faixa de controle foi encontrada em eucalipto por Toledo et al. (2003) para que a planta atingisse a máxima produção de madeira.

Também segundo Voltolini (2019), o manejo com braquiária na entrelinha do cafeeiro cultivada com distância de 1 metro da linha, propiciou a maior produtividade quando comparado aos demais manejos.

As melhores produtividades do cafeeiro foram obtidas quando houve o controle das plantas daninhas na linha de plantio, pois a planta concentra a maior parte do seu sistema radicular sob a projeção da copa, principalmente na sua fase mais jovem, espera-se que o maior volume de solo explorado seja próximo à linha de plantio. Com a presença das plantas daninhas nesse local, é de se esperar que a interferência imposta por elas nessas faixas seja maior (DIAS; ALVES; LEMES, 2008).

Em uma área com predominância de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*) e capim amargoso (*Digitaria insularis*), é necessária uma faixa de controle das plantas daninhas na linha de plantio do cafeeiro de no mínimo 120 cm de largura. A presença de plantas daninhas na entrelinha da cultura, além dessa distância, foi prejudicial à produtividade do cafeeiro (DIAS; ALVES; LEMES, 2008).

## 2.5 Alelopatia x plantas de cobertura

As plantas têm capacidade de produzir substâncias químicas que podem contribuir para sua sobrevivência e/ou desenvolvimento de mecanismos de defesa. Essas substâncias são metabólitos bioativos (aleloquímicos) oriundos de seu metabolismo secundário (CARVALHO et al., 2014).

Diversos compostos encontrados em plantas, como taninos, quinonas, alcaloides, ácidos fenólicos e flavonoides, possuem propriedades alelopáticas (SOUZA et al., 2005), podendo variar em quantidade e na natureza dos fenômenos que desencadeiam na produção vegetal (FERREIRA; AQUILA, 2000). Esses compostos aleloquímicos podem ser liberados por meio da volatilização, exsudação radicular, lixiviação de tecidos vivos ou mortos e pela decomposição de resíduos (GUREVITCH; SCHEINER; FOX, 2009).

Essas substâncias alelopáticas estão implicadas numa grande diversidade de efeitos nas plantas. Esses efeitos incluem atraso ou inibição completa da germinação de sementes, crescimento paralisado, injúria no sistema radicular, clorose, murcha e morte das plantas (CORREIA, 2002).

Plantas que possuem compostos com atividade alelopática inibitória podem ser utilizadas como herbicidas naturais eficientes, controlando plantas daninhas, e também, servindo como indicativos para possíveis fontes de novos compostos com ação biocida, contribuindo para o aumento da produtividade e tornando a área de cultivo mais equilibrada (APPLETON; BERRIER, 2009).

Existem alguns trabalhos citando o efeito alelopático de plantas de cobertura em outras espécies. Destaca-se o potencial alelopático da crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e gergelim (*Sesamum indicum*) verificado na germinação e desenvolvimento inicial de picão preto (*Bidens pilosa* L.) (LIMA et al., 2007).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lisboa e Didonet (2009), concluindo que extratos aquosos de crotalária apresentaram efeito alelopático, influenciando a germinação, crescimento e oxidação dos tecidos da radícula de alface, picão e corda-de-viola. Já quanto ao extrato de *Crotalaria juncea*, associado às densidades de semeadura, contribuiu para aumento no número de sementes germinadas de *Euphorbia heterophilla* (leiteiro) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto), porém, retardou a germinação de *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola) (ARAÚJO et al., 2010).

Em estudo para verificar o controle de braquiária por meio de cobertura do solo (com e sem palhada) e aplicação do extrato aquoso de crotalária nas concentrações de 0, 100 e 200% via solo, Oliveira et al. (2010) concluíram que ocorreu inibição de germinação apenas nos tratamentos que não foram conduzidos com cobertura e nas menores concentrações de extrato, e à medida que se aumentou a concentração, observou-se incrementos na germinação de braquiária.

Para avaliar o potencial alelopático de resíduos vegetais, o teste é realizado por meio de bioensaios e, para que sejam feitos, é necessário o uso de biotestes com plantas indicadoras para escolha de qual a melhor concentração deve ser usada (FERREIRA; AQUILA 2000).

De acordo com Ferreira e Aquila (2000), a resistência ou tolerância aos metabólitos secundários é uma característica espécie-específica, existindo aquelas mais sensíveis como *Lactuca sativa* (alface), *Lycopersicon esculentum* (tomate) e *Cucumis sativus* (pepino), consideradas plantas indicadoras de atividade alelopática. Para que seja indicada como planta teste, a espécie deve apresentar germinação rápida e uniforme, e um grau de sensibilidade que permita expressar os resultados sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas (GABOR; VEATCH, 1981).

Segundo Souza et al. (2007), a principal vantagem do uso de *Lactuca sativa* como alvo em biotestes, reside na sensibilidade da espécie, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos. Além disso, a espécie apresenta outras peculiaridades que favorecem sua utilização: germinação rápida, em aproximadamente 24 horas, crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo, em área experimental do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura - DAG, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras - MG, no período de dezembro de 2016 a dezembro de 2019. As coordenadas geográficas da área são, latitude 21°13'36.47" Sul e longitude 44°57'40.35" Oeste, com altitude média de 975 metros. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagens de inverno.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa. As características químicas (camada do solo 0 a 20 e 20 a 40 cm) e a granulometria do solo, antes da instalação do experimento, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química (profundidades de 0-20 e 20-40 cm) e a granulometria do solo\* da área experimental, antes da instalação do experimento. Lavras - MG, 2016.

Prof. (cm)	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	SB	(t)	(T)
	(H <sub>2</sub> O)	(mg dm <sup>-3</sup> )					(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			
0-20	6,0	5,17	81,73	2,50	0,74	0,10	6,31	3,45	3,55	9,76
20-40	5,3	3,11	55,82	2,08	0,65	0,30	6,02	2,87	3,17	8,89
	V	m	M.O.	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	(%)		(dag kg <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )			(mg dm <sup>-3</sup> )			
0-20	35,34	2,82	2,47	27,99	3,43	53,71	11,93	1,61	0,29	10,36
20-40	32,32	9,46	2,50	19,00	2,75	76,38	11,81	1,52	0,20	28,02
Classificação do solo			Argila			Silte		Areia		
			(dag kg <sup>-1</sup> )			(dag kg <sup>-1</sup> )				
Textura Argilosa			57			7		36		

\*Laudo emitido pelo Laboratório de Análise Química e Física de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

Fonte: Do autor (2019).

### 3.2 Instalação e condução do experimento

O plantio do café foi realizado em 09 de dezembro de 2016, cultivar 'Catuaí IAC 99', com espaçamento de 3,6 metros nas entre linhas e 0,60 metros entre as plantas.

Para a correção do solo, aplicou-se em área total, para elevar a saturação por bases para 70%, a dose de 2,65 t.ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se um calcário dolomítico calcinado com 35% de CaO e 14% de MgO, com PRNT de 90%. Após o sulcamento, realizou-se a aplicação de 445 g de superfosfato simples por metro linear de sulco de plantio. A correção do solo e a adubação fosfatada foram realizadas, de acordo com os resultados da análise de solo (TABELA 1), seguindo as recomendações estabelecidas na 5ª Aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999).

O monitoramento de pragas e doenças foi feito regularmente, conforme o calendário agrícola da cultura. O manejo fitossanitário foi realizado, conforme a necessidade, seguindo as recomendações de Matiello et al. (2013). Para a aplicação foliar de micronutrientes seguiu-se as especificações de Guimarães et al. (1999).

As adubações, durante a condução do experimento, foram realizadas em função dos resultados da análise de solo (TABELA 1) e das necessidades nutricionais do cafeeiro, descritas por Guimarães et al. (1999). Na adubação de pós-plantio, aplicou-se 10 g de N e 10 g de K<sub>2</sub>O por planta. Nas adubações de 1º ano pós-plantio, aplicou-se 30 g de N e 10 g K<sub>2</sub>O por planta.

O controle da vegetação espontânea, nas entre linhas do cafeeiro foi feito com utilização de roçadora mecânica em todas as parcelas experimentais. Na linha de plantio, o controle foi realizado mecanicamente por meio de capinas manuais.

### 3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Os fatores em estudo foram dispostos em esquema fatorial 5x4, perfazendo um total de 20 tratamentos alocados na área experimental em parcelas subdivididas. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. Nas parcelas, foram casualizados cinco espécies com plantas de cobertura: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), braquiária (*Urochloa Decumbens*) e vegetação espontânea da área (testemunha). Nas subparcelas, foram alocadas as quatro distâncias de cultivo das plantas de cobertura em relação à linha do cafeeiro (25, 50, 75 e 100 cm) (TABELA 2).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos. Lavras - MG, 2017.

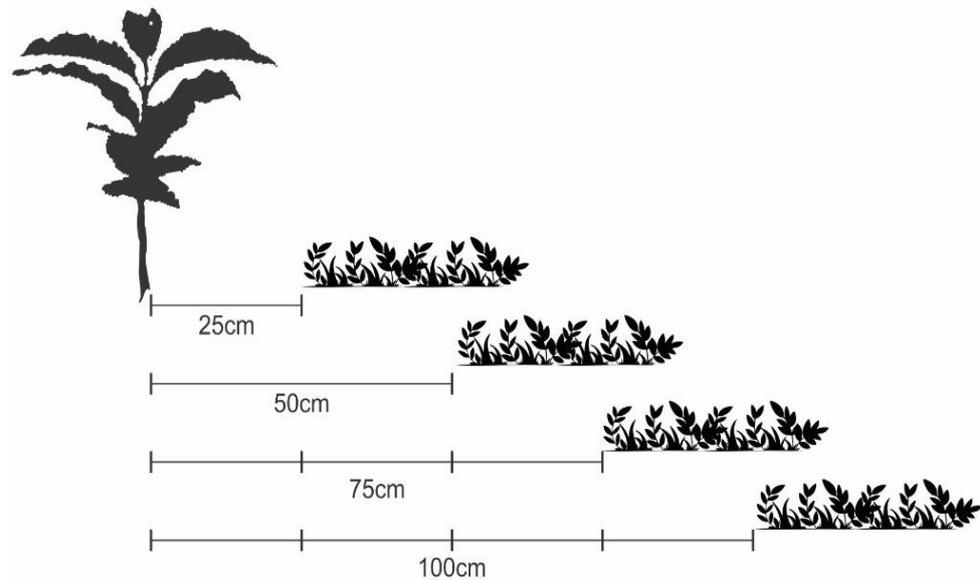
Tratamento	Manejo	Distância
T1	Testemunha	25 cm
T2		50 cm
T3		75 cm
T4		100 cm
T5	Feijão-de-porco	25 cm
T6		50 cm
T7		75 cm
T8		100 cm
T9	Braquiária	25 cm
T10		50 cm
T11		75 cm
T12		100 cm
T13	Mucuna anã	25 cm
T14		50 cm
T15		75 cm
T16		100 cm
T17	Amendoim forrageiro	25 cm
T18		50 cm
T19		75 cm
T20		100 cm

Nota: T25 = testemunha com distância de 25 cm; T50 = testemunha com distância de 50 cm; T75 = testemunha com distância de 75 cm; T100 = testemunha com distância de 100 cm; Nota: B25 = braquiária com distância de 25 cm; B50 = braquiária com distância de 50 cm; B75 = braquiária com distância de 75 cm; B100 = braquiária com distância de 100 cm; FP25 = feijão-de-porco com distância de 25 cm; FP50 = feijão-de-porco com distância de 50 cm; FP75 = feijão-de-porco com distância de 75 cm; FP100 = feijão-de-porco com distância de 100 cm; M25 = mucuna anã com distância de 25 cm; M50 = mucuna anã com distância de 50 cm; M75 = mucuna anã com distância de 75 cm; M100 = mucuna anã com distância de 100 cm; AF25 = amendoim forrageiro com distância de 25 cm; AF50 = amendoim forrageiro com distância de 50 cm; AF75 = amendoim forrageiro com distância de 75 cm; AF100 = amendoim forrageiro com distância de 100 cm.

Fonte: Do autor (2019).

Cada unidade experimental foi composta por seis plantas, sendo consideradas com plantas úteis as quatro centrais. Entre as linhas de tratamento, utilizou-se uma linha de bordadura, de forma a evitar interferência. Cada linha recebia as plantas de cobertura de ambos os lados (FIGURA 1).

Figura 1 - Disposição das plantas de cobertura em relação à linha do cafeeiro.



Fonte: Do autor (2019).

### 3.4 Manejo das plantas de cobertura

#### 3.4.1 Braquiária

A braquiária (*Urochloa decumbens*) foi cultivada na entrelinha do cafeeiro, enquanto a linha de plantio foi mantida sempre coberta pelos resíduos vegetais provenientes da sua ceifa. Logo após, a implantação da lavoura (dezembro de 2016), realizou-se a semeadura da braquiária, de acordo com as peculiaridades de cada subparcela. Utilizou-se a quantidade de 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de braquiária, aplicadas a lanço, seguindo recomendações de Souza et al. (2006). A ceifa da braquiária foi realizada sempre antes do seu florescimento, com roçadora mecânica, a fim de evitar a competição com o cafeeiro. Posteriormente, a biomassa da braquiária foi colocada na linha de plantio do cafeeiro, com o auxílio de um rastelo.

Para quantificar a biomassa da braquiária colocada sobre o solo na linha de plantio, foram coletadas amostras de 1m<sup>2</sup> em cada unidade experimental. Logo após, determinou-se o peso fresco e estimou-se que, em média, foi depositado 2,6 kg.m<sup>-2</sup> de massa seca da poácea após cada ceifa.

### 3.4.2 Amendoim forrageiro

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) foi cultivado na entrelinha do cafeeiro, enquanto a linha de plantio foi mantida sempre coberta pelos resíduos vegetais provenientes da sua ceifa. Logo após a implantação da lavoura, realizou-se a semeadura do amendoim forrageiro, de acordo com as peculiaridades de cada subparcela. Utilizou-se a quantidade de 20 sementes por metro linear de sulco, espaçados a cada 50 cm, seguindo recomendações de Perin et al. (2004). A ceifa do amendoim forrageiro foi realizada sempre quando apresentava altura apta para a operação, com roçadora mecânica. Posteriormente, a biomassa do amendoim forrageiro foi colocada na linha de plantio, com o auxílio de um rastelo.

Logo após, determinou-se o peso fresco e estimou-se que, em média, foi depositado 1,2 kg.m<sup>-2</sup> massa seca da leguminosa após cada ceifa.

### 3.4.3 Mucuna anã e Feijão-de-porco

A mucuna anã (*Mucuna degeeriana*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), também foram cultivados na entrelinha do cafeeiro de forma isolada, com a linha sendo mantida coberta pelos resíduos provenientes da sua ceifa. Logo após a implantação da lavoura, realizou-se a semeadura das duas espécies, utilizando-se a quantidade de 10 sementes de cada uma por metro linear de sulco, que foram espaçados a cada 50 cm. A ceifa foi realizada quando as plantas apresentavam aproximadamente 50% de florescimento, seguindo recomendações de Faria (2004). A biomassa produzida pela ceifa foi colocada sob a copa do cafeeiro, com auxílio do rastelo. As duas espécies foram semeadas anualmente, no verão.

Em média, foi depositado 3,1 e 3,3 kg.m<sup>-2</sup> de massa seca de feijão-de-porco e de mucuna anã, respectivamente, após cada ceifa.

Anualmente, fez-se o preparo da entrelinha do cafeeiro por meio do uso de enxadas rotativas, com posterior sulcamento e semeadura dessas espécies, tendo em vista que não são perenes e devem ser semeadas todo ano.

### 3.4.4 Vegetação espontânea

O manejo com a vegetação espontânea foi realizado, mantendo-se as faixas de cada lado da linha de plantio sempre limpa, por meio de capinas. O manejo da vegetação espontânea na entrelinha, foi realizado por meio da utilização de roçadora mecânica.

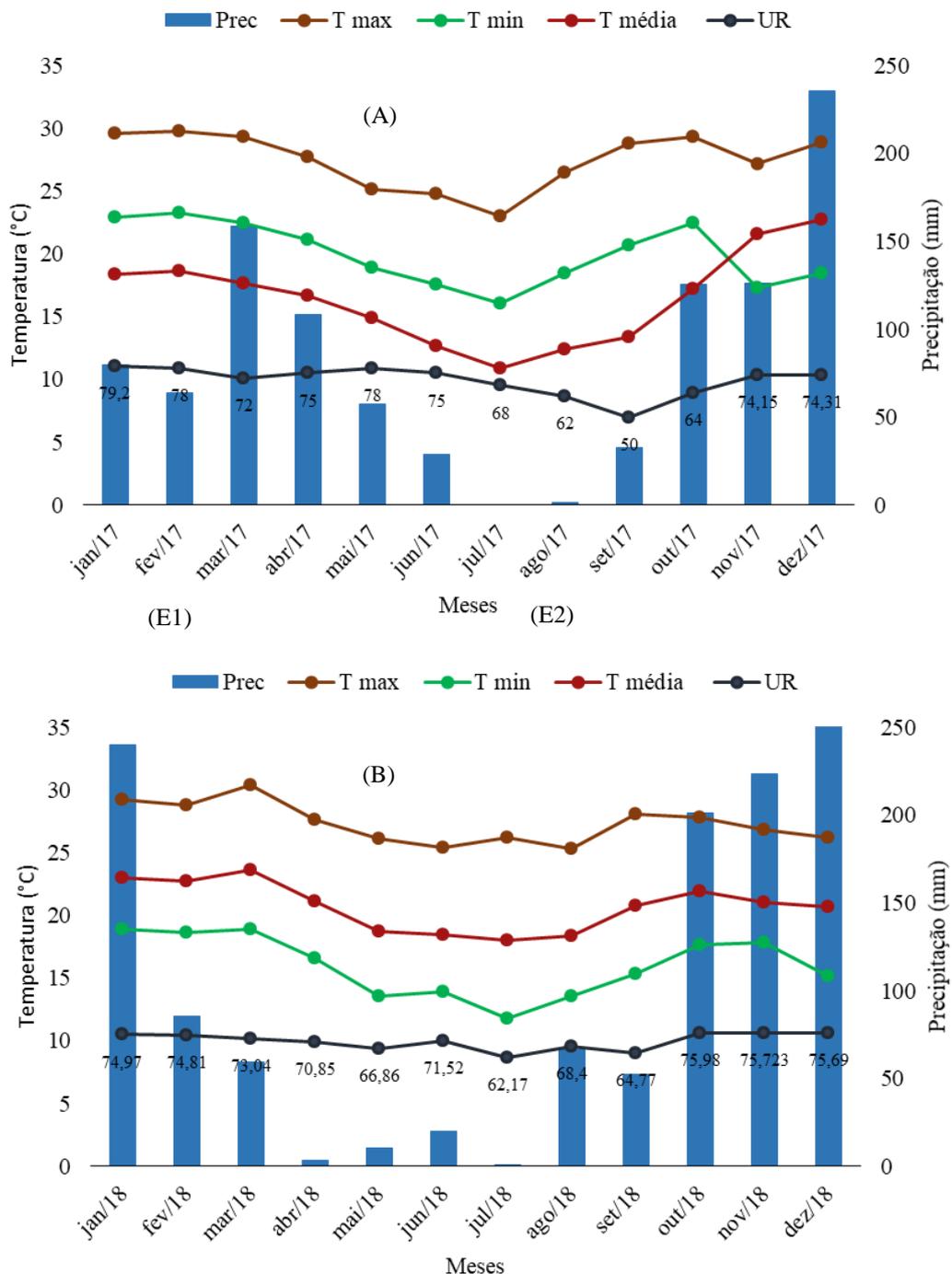
Não se quantificou a fitomassa nesse manejo, pois os restos culturais oriundos dele não foram colocados na linha do cafeeiro.

### **3.5 Características avaliadas**

As mensurações das características de crescimento, umidade do solo e resistência do solo à penetração foram realizadas em cinco épocas distintas, para se acompanhar as características do cafeeiro quanto às diferentes condições climáticas na área experimental: E1 (março de 2017), E2 (setembro de 2017), E3 (maio de 2018), E4 (outubro de 2018), E5 (dezembro de 2018).

Os dados climáticos foram monitorados, por meio de uma estação meteorológica automática, instalada próxima à área experimental, obtendo-se dados como precipitação pluviométrica (acumulada), médias das temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar (FIGURA 2).

Figura 2 - Representação gráfica das variáveis climatológicas registradas mensalmente no ano 2017 (A) e 2018 (B).



Fonte: Do autor (2019)

Verifica-se nas épocas de avaliação E2 e E3 (setembro/2017 e maio/2018), os menores volumes de precipitação: 32,6 mm e 10,3 mm, respectivamente. Já nas épocas E1, E4 e E5 (março/2017, outubro/2018 e novembro/2018), observa-se maior pluviosidade: 79,6 mm, 201,3 mm e 303 mm, respectivamente (FIGURA 2).

### 3.5.1 Crescimento de plantas, umidade e resistência do solo

As avaliações do crescimento vegetativo dos cafeeiros, da umidade do solo e da resistência do solo à penetração (penetrômetro hidromecânico) foram realizadas nas cinco épocas estudadas, com exceção do diâmetro de copa que foi avaliado somente na última época (E5), a resistência do solo a penetração nas épocas 1 e 2 (E1 e E2) e umidade do solo nas épocas 1, 2, 3 e 4 (E1, E2, E3 e E4).

Foram analisadas as características de crescimento:

- a) altura de plantas (AP): em cm, medida do colo da planta até a gema apical do ramo ortotrópico, por meio de régua graduada;
- b) diâmetro de caule (DC): em mm, medida na região do colo da planta, por meio de um paquímetro eletrônico;
- c) número de ramos plagiotrópicos (RP): contagem dos ramos plagiotrópicos que apresentavam mais de um par de folhas;
- d) comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (CP): em cm, medida no primeiro ramo plagiotrópico acima do colo da planta, por meio de régua graduada;
- e) número de nós no primeiro ramo plagiotrópico (NNP): contagem dos nós no primeiro ramo plagiotrópico acima do colo da planta.
- f) diâmetro de copa (DCO): medido em cm, na região da copa do cafeeiro, compreendendo a maior extensão dos ramos plagiotrópicos a média dos dois lados da planta.

A umidade do solo (US) foi determinada pelo método padrão, por meio da coleta de uma amostra deformada na camada de 0 a 20 cm, em cada unidade experimental no centro das entre linhas, com auxílio de um trado de rosca. Mensurou-se a massa úmida, em balança de precisão e foram mantidas em estufa a 105 °C por 24 horas, para determinar a massa seca. Posteriormente, calculou-se a umidade gravimétrica do solo, em porcentagem, pela razão da diferença da massa úmida e seca pela massa seca (EMBRAPA, 1997).

A resistência do solo à penetração (RS), em  $\text{kgf.cm}^{-2}$ , foi determinada utilizando-se um penetrômetro hidromecânico (modelo MPC - Medidor de Camada Compactada), conforme recomendações do fabricante. O equipamento foi introduzido no solo, pressionado de forma constante na posição vertical, até a profundidade de 20 cm. Posteriormente, a pressão exercida pelo solo, na ponteira do equipamento, transmitida ao manômetro, foi anotada. A operação foi realizada, em quatro pontos de cada unidade experimental, para obter uma média representativa.

### 3.5.2 Características fisiológicas

Foram determinadas as características fisiológicas dos cafeeiros em quatro épocas (E1, E2, E3 e E4).

Para a avaliação de trocas gasosas, utilizou-se medidor portátil de análise de gás na região do infravermelho (IRGA LICOR - 6400XT). Avaliou-se a taxa fotossintética líquida ( $A$  -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a condutância estomática ( $g_s$  -  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e a taxa transpiratória ( $E$  -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Para calcular a eficiência do uso da água (EUA -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ ), fez-se a razão entre a taxa fotossintética e a taxa transpiratória (SILVA et al., 2010). As avaliações foram realizadas entre as 8 h e 10 horas da manhã, sob luz artificial ( $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), utilizando-se folhas completamente expandidas, localizadas no terceiro nó a partir do ápice do ramo plagiotrópico.

O potencial hídrico foliar (PH - MPa) foi determinado, no período ‘antemanhã’ (entre 4 e 6 horas) utilizando câmara de pressão (modelo 1000, PMS *Instrument Company*). As folhas coletadas, completamente expandidas, isentas de pragas e doenças, e foram avaliadas na câmara, aplicando-se pressão até que ocorresse a exsudação pelo corte feito no pecíolo da folha.

### 3.5.3 Levantamento Fitossociológico

Foram realizados quatro levantamentos na linha do cafeeiro e três levantamentos na entrelinha do cafeeiro nas seguintes datas:

O primeiro levantamento realizado em março de 2017 (L1), o segundo levantamento (L2) realizado em abril de 2017, apenas na linha do cafeeiro para avaliar o comportamento das plantas daninhas após a deposição dos restos culturais provenientes da ceifa das plantas de cobertura, o terceiro levantamento (L3) realizado em março de 2018 e o quarto (L4) em dezembro de 2018.

Os levantamentos foram feitos lançando-se aleatoriamente um quadrado de ferro (gabarito) com  $0,25\text{m}^2$ , sendo que as plantas daninhas contidas na área amostrada eram identificadas e quantificadas pelo método do quadrado inventário (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Nos levantamentos na entrelinha a área amostral foi de  $6 \text{ m}^2$ , em cada um dos levantamentos e  $3 \text{ m}^2$  em cada um dos levantamentos na linha do cafeeiro, em cada manejo.

Para a caracterização fitossociológica, as plantas daninhas foram identificadas segundo a família, gênero e espécie, sendo também determinado o número de indivíduos de cada espécie presente em cada ponto de amostragem.

Em função dos dados obtidos, estimou-se a densidade (D), abundância (A) e frequência (F) das plantas daninhas encontradas. Com esses dados, calculou-se a frequência relativa (Fr), densidade relativa (Dr) e abundância relativa (Ar), além do índice de valor de importância (IVI), seguindo-se metodologia empregada por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), porém, neste trabalho, optou-se por utilizar a média do número de indivíduos (NI) e do índice de valor de importância (IVI) das espécies, pois engloba todas as características calculadas.

#### **3.5.4 Atributos químicos do solo**

Em dezembro de 2018, realizou-se amostragem de fertilidade do solo (camada 0 a 20 cm), com trado de rosca, na projeção da copa do cafeeiro. Para cada tratamento retirou-se uma amostra composta de aproximadamente 300 g, obtida a partir de duas amostras simples em cada unidade experimental, totalizando 20 amostras compostas. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para análise no Laboratório do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Foram determinados os atributos químicos do solo: pH em água (pH), fósforo (P -  $\text{mg dm}^{-3}$  - extrator Mehlich-1), potássio (K -  $\text{mg dm}^{-3}$  - extrator Mehlich-1), cálcio (Ca -  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  - extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), magnésio (Mg -  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  - extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), alumínio (Al -  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  - extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), acidez potencial (H+Al -  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0), capacidade de troca de cátions efetiva do solo (CTC pH 7 -  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), saturação por bases (V - %) e saturação por alumínio (m - %).

#### **3.5.5 Atributos químicos das folhas do cafeeiro**

Também em dezembro de 2018, realizou-se a amostragem de folhas para avaliação dos teores nutricionais do cafeeiro, por meio da coleta de folhas do terço médio das plantas, no terceiro par de folhas do ápice para o centro das plantas. Para cada tratamento, retirou-se uma amostra composta de aproximadamente 80 folhas, obtidas a partir da amostragem em cada unidade experimental, totalizando 20 amostras compostas. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para análise no Laboratório do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Foram determinados os

teores foliares das plantas: nitrogênio (N- g.kg<sup>-1</sup>), fosforo (P- g.kg<sup>-1</sup>), potássio (K- g.kg<sup>-1</sup>), cálcio (Ca- g.kg<sup>-1</sup>), magnésio (Mg- g.kg<sup>-1</sup>), enxofre (S- g.kg<sup>-1</sup>), manganês (Mn- mg.kg<sup>-1</sup>), zinco, boro (Zn- mg.kg<sup>-1</sup>), cobre (Cu- mg.kg<sup>-1</sup>) e o ferro (Fe- mg.kg<sup>-1</sup>).

### 3.6 Avaliação do potencial alelopático das plantas de cobertura

O experimento foi conduzido no Laboratório de Anatomia, Fisiologia e Alelopátia no departamento de agricultura da UFLA. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 3x4 com 4 repetições, totalizando 12 tratamentos e 48 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos pelos extratos aquosos de 3 plantas de cobertura: mucuna-anã (*Mucuna Deegeriana*), feijão-de-porco (*Cannavalia ensiformes*), e braquiária (*Urochloa decumbens*). O outro fator foi composto por 4 concentrações dos extratos, 0; 2,5; 5 e 10% (p/v) com base nos teores de matéria seca.

As parcelas foram constituídas por placas de Petri com duas folhas de papel germiteste, onde foram colocadas 10 sementes de cada espécie por placa, sendo que as plantas teste foram a alface (*Lactuca sativa*) e o leiteiro (*Euphorbia Herophylla*).

A parte aérea das plantas de cobertura foi seca em estufa de circulação forçada a 65 °C até peso constante. Os materiais coletados foram picados em fragmentos de 2 cm e imersos em água destilada, por um período de 4 horas. Em seguida, procedeu-se a extração, utilizando-se papel de filtro e funil, conforme metodologia utilizada por Carvalho, Fontanétti e Santos (2002).

Os experimentos foram instalados em bancadas em temperatura ambiente. Após a colocação das sementes nas placas de Petri, essas foram umedecidas com água destilada ou com os extratos das plantas, conforme os tratamentos, o qual se aplicou 2,5 ml por placa de Petri. Após 10 dias foram avaliados o comprimento da radícula (mm), porcentagem de germinação final (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG), sendo consideradas germinadas todas as plântulas normais. Foram feitas contagens diárias para o cálculo do IVG, sendo utilizada a equação descrita por Maguire (1962):  $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + GN/NN$  Em que: G1, G2 e GN representam o número de sementes normais germinadas até o enésimo dia. N1, N2 e NN representam o número de dias em que se avaliaram as germinações G1, G2 e GN.

### 3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições da ANOVA, verificando a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

Foi realizada a análise de variância, com a significância das fontes de variação verificada pelo teste F, a 5% de probabilidade. Para o estudo das médias, quando verificada a significância, realizou-se a comparação por meio do teste Scott-Knott para as características qualitativas e regressão para as quantitativas. Esses procedimentos estatísticos foram realizados por meio do software R (R CORE TEAM, 2017).

Com o uso do software R (R CORE TEAM, 2017), foi realizada a análise multivariada dos dados. Realizou-se a análise de variáveis canônicas para avaliar a similaridade dos tratamentos por intermédio de dispersão gráfica em cada período estudado. Foi então realizada a análise de variância multivariada (MANOVA), e em seguida, utilizou-se a função `candiscList` da biblioteca `candisc` (FRIENDLY; FOX, 2017). Para os dados sem repetição, nos casos da análise foliar e de solo, foi realizada a análise de componentes principais.

## 4 RESULTADOS

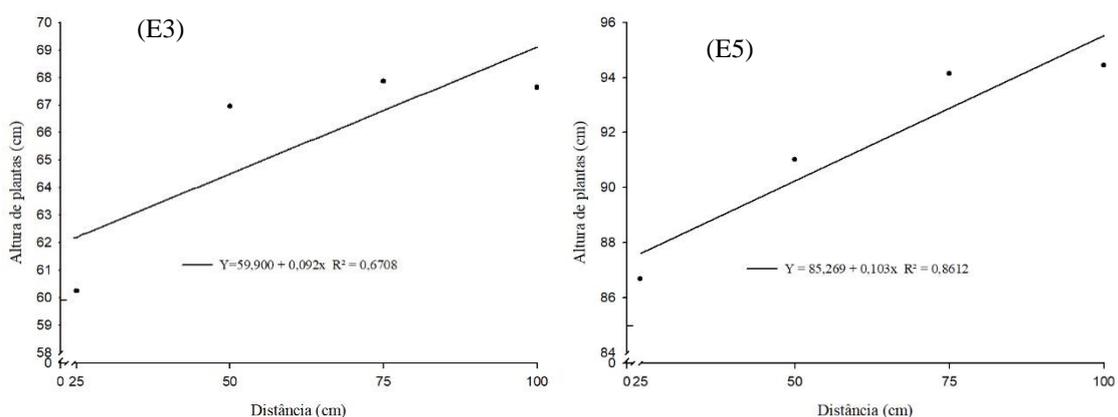
Os resultados apresentados referem-se às variáveis que apresentaram diferença significativa em cada época de avaliação ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 1 - 5 ANEXO A).

### 4.1 Crescimento de plantas, umidade e resistência do solo

Para as características de crescimento de plantas e umidade do solo, não houve interações significativas, os fatores planta de cobertura e distância, foram significativos ( $p < 0,05$ ) e estudados de forma isolada. Já para a resistência do solo à penetração, houve significância para a interação (TABELAS 1-5, ANEXO A).

A característica altura das plantas de café apresentou o mesmo comportamento, nas épocas 3 (período das secas) e 5 (período chuvoso), em que a distância de plantio das plantas de cobertura (independente da espécie da planta de cobertura) em relação a linha do cafeeiro alterou a altura do cafeeiro. Com maiores distâncias das plantas de cobertura em relação a linha de plantio do cafeeiro, houve acréscimo na altura dos cafeeiros, sendo que, a cada aumento de 1cm na distância das plantas de cobertura, há um aumento da altura dos cafeeiros em 0,092 e 0,103 cm, nas duas épocas respectivamente (FIGURA 3).

Figura 3 - Altura de cafeeiros (AP - cm) em função da distância de plantio de plantas de cobertura em relação a linha de plantio da cultura nas épocas E3 e E5.

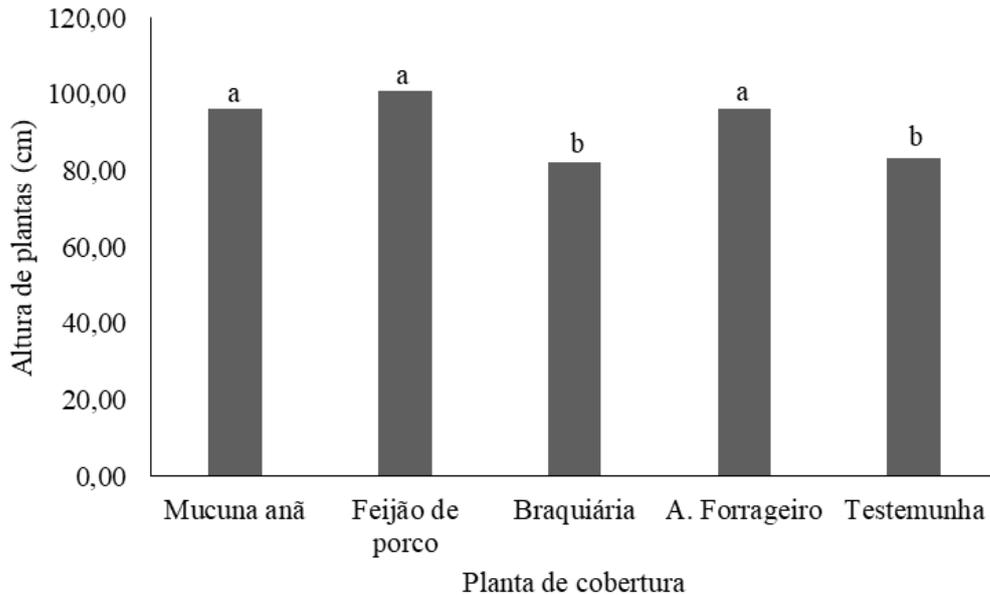


Fonte: Do autor (2019).

Já no período chuvoso (E5) as plantas de cobertura apresentaram diferenças na altura dos cafeeiros, sendo que os cafeeiros consorciados com mucuna anã, feijão-de-porco e

amendoim forrageiro apresentaram maior altura que os cafeeiros consorciados com braquiária e com a vegetação espontânea da área (testemunha) (FIGURA 4).

Figura 4 - Representação gráfica da altura de plantas (AP - cm) de cafeeiros cultivados em consórcio com cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e a vegetação espontânea) durante a época 5 (E5).

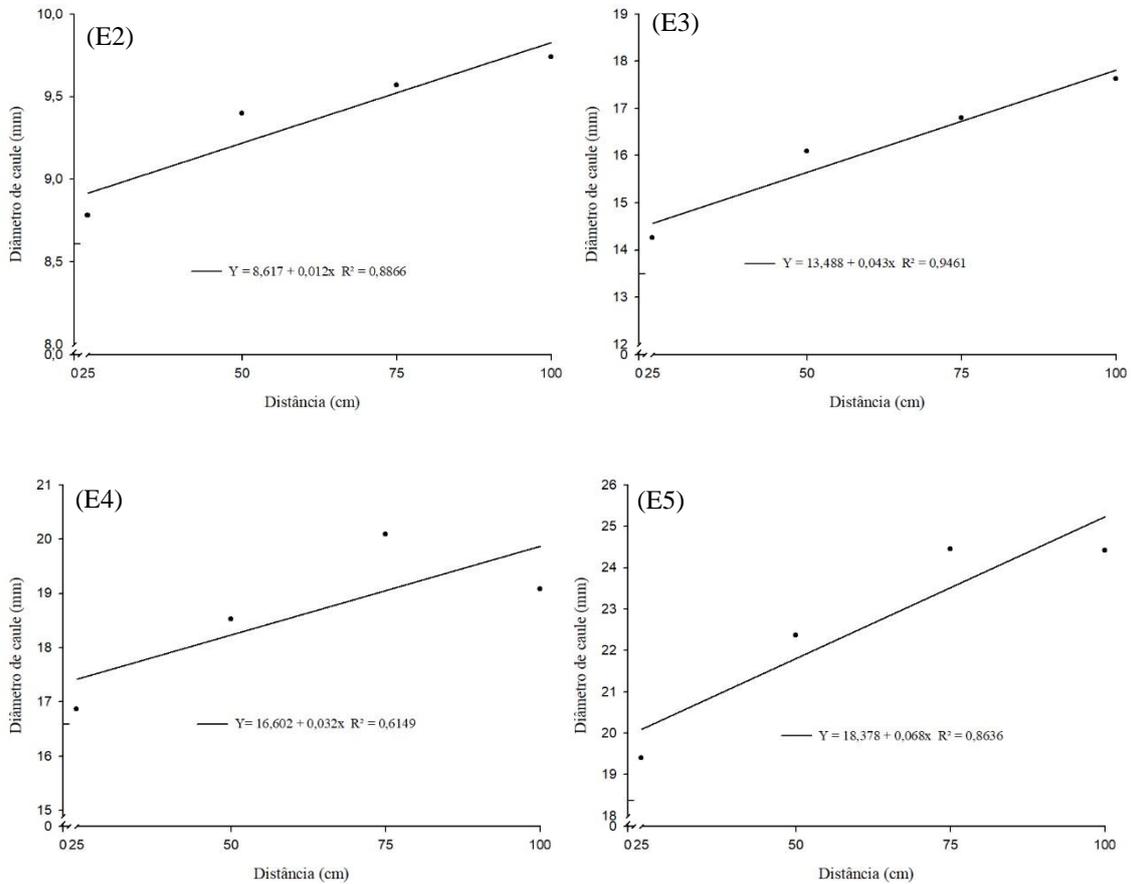


Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Independente do período seco ou chuvoso, o diâmetro de caule do cafeeiro foi influenciado pela distância de plantio das plantas de cobertura (independente da espécie da planta de cobertura) nas épocas de 2, 3, 4 e 5, apresentando comportamento similar. Houve comportamento linear crescente, ou seja, o aumento da distância de plantio das plantas de cobertura acarretou em maior diâmetro do caule dos cafeeiros. A cada aumento de 1 cm na distância das plantas de cobertura, o diâmetro do caule dos cafeeiros aumentou em 0,012, 0,043, 0,032 e 0,201 mm em cada uma das quatro épocas de avaliação, respectivamente (FIGURA 5).

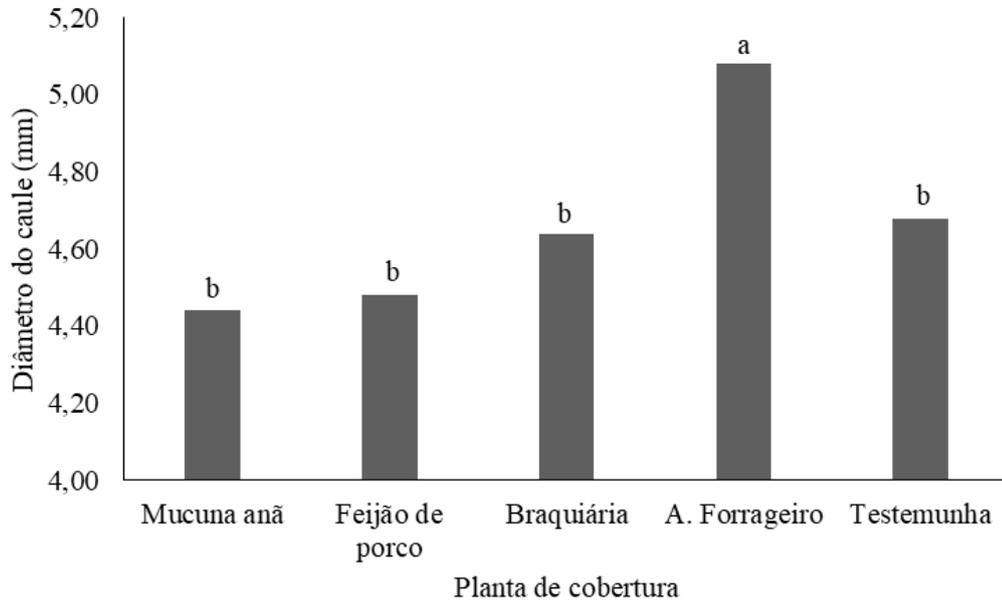
Figura 5 - Diâmetro de caule (DC – mm) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro em quatro épocas de avaliação (E2, E3, E4, E5).



Fonte: Do autor (2019).

Para o diâmetro do caule dos cafeeiros, na época 1, caracterizada pela boa disponibilidade hídrica, houve efeito significativo da espécie das plantas de cobertura (independente da distância em relação a linha de plantio do cafeeiro), sendo que os cafeeiros consorciados com amendoim forrageiro apresentaram diâmetros de caule superiores aos cafeeiros que foram consorciados com os demais tratamentos, sendo esses iguais entre si (FIGURA 6).

Figura 6 - Representação gráfica do diâmetro do caule (DC - mm) de cafeeiros cultivados em consórcio com cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante a época 1 (E1).

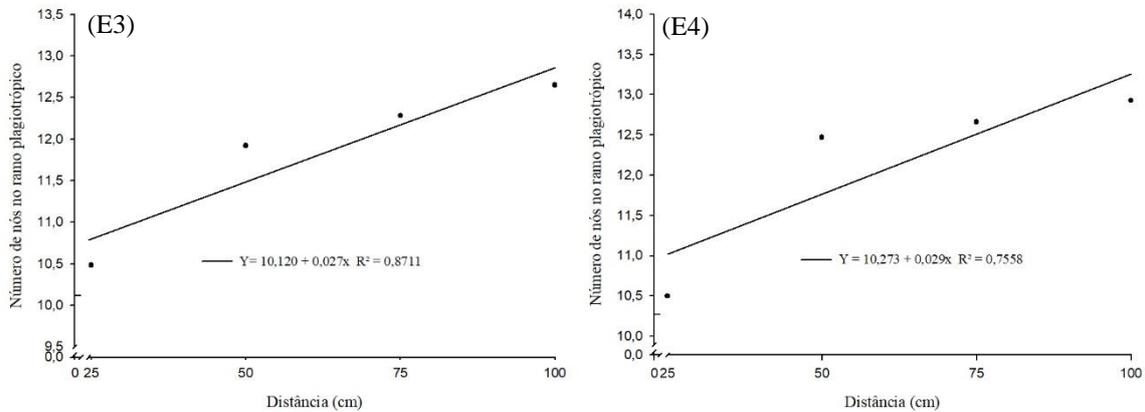


Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica do número de nós no ramo plagiotrópico, houve efeito significativo da distância de plantio das plantas de cobertura (independente da espécie) em relação a linha do cafeeiro. Nas épocas 3 (seca) e 4 (chuvosa), verificou-se comportamento linear crescente, onde o aumento da distância das plantas de cobertura proporcionou aumento do número de nós no ramo plagiotrópico dos cafeeiros até a distância de 100 cm. A cada aumento de 1 cm na distância entre a linha de cafeeiros e das plantas de cobertura aumentou em 0,027 e 0,029 nós no ramo plagiotrópico dos cafeeiros nas duas épocas citadas (FIGURAS 7).

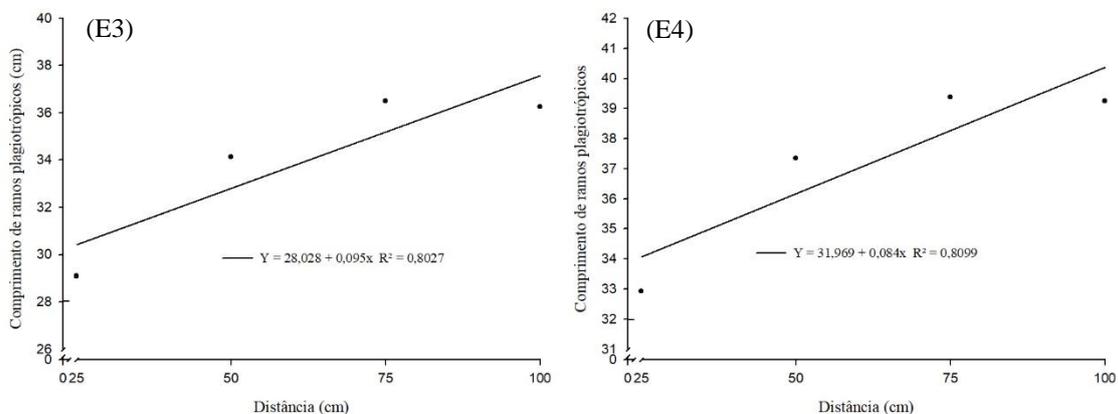
Figura 7 - Número de nós no ramo plagiotrópico (NNP) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro em duas épocas de avaliação (E3, E4).



Fonte: Do autor (2019).

Na avaliação do comprimento dos ramos plagiotrópicos observou-se comportamento linear crescente, ou seja, o aumento da distância de plantio das plantas de cobertura utilizadas no consorciamento (independente da espécie) em relação as linhas de plantio dos cafeeiros, aumentou o comprimento dos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros nas épocas 3 e 4. A cada aumento de 1 cm na distância das linhas de cultivo das plantas de cobertura e dos cafeeiros, aumentou em 0,095 e 0,084 cm no comprimento dos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros nas épocas 3 e 4 respectivamente (FIGURA 8).

Figura 8 - Comprimento de ramos plagiotrópicos (CP – cm) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro em duas épocas de avaliação (E3 e E4).

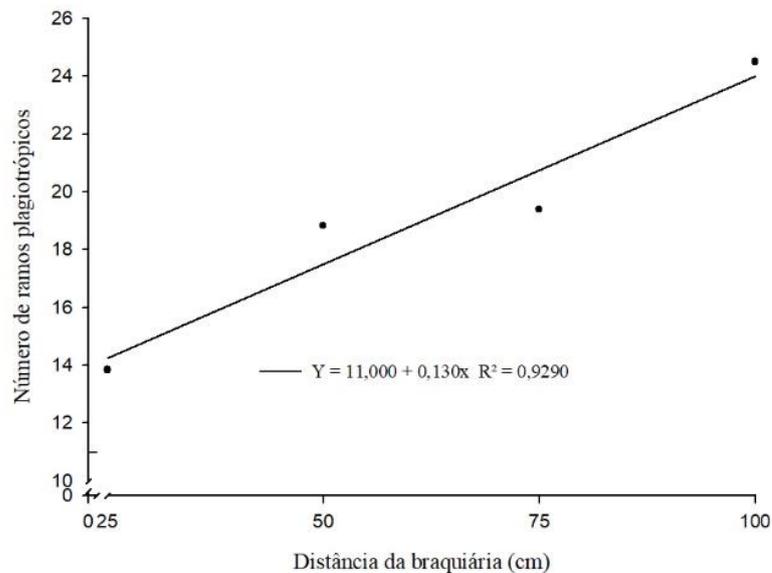


Fonte: Do autor (2019).

Analisando-se o número de ramos plagiotrópicos, nota-se que houve interação significância para os fatores distância das linhas de plantio dos cafeeiros e a planta de cobertura

braquiária na época 3 (seca). Com comportamento linear crescente, onde o aumento da distância de plantio da braquiária em relação a linha de plantio dos cafeeiros eleva o número de ramos plagiotrópicos, a cada aumento de 1 cm na distância entre as linhas de plantio dos cafeeiros e o acréscimo de 0,051 ramos (FIGURA 9).

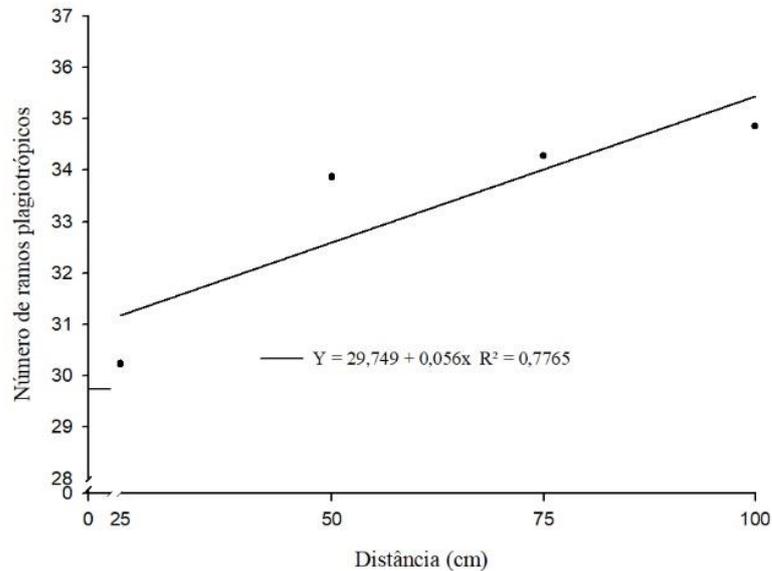
Figura 9 - Número de ramos plagiotrópicos (RP) de cafeeiros em função da distância de plantio da braquiária da linha do cafeeiro durante a época 3 (E3).



Fonte: Do autor (2019).

Ainda para o número de ramos plagiotrópicos na época 5, observa-se comportamento linear crescente, onde o aumento da distância entre as linhas de plantio dos cafeeiros e das plantas de cobertura, eleva o número de ramos plagiotrópicos dos cafeeiros, a cada aumento de 1 cm na distância entre as linhas de plantio dos cafeeiros e das plantas de cobertura ocorreu o acréscimo de 0,066 ramos (FIGURA 10).

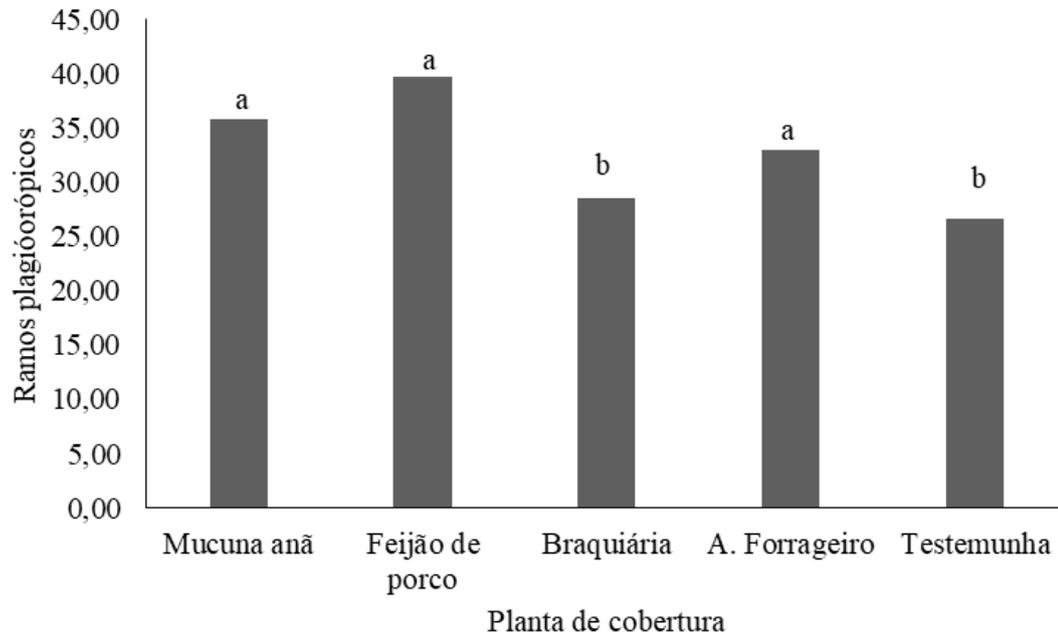
Figura 10 - Número de ramos plagiotrópicos (RP) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro durante a época 5 (E5).



Fonte: Do autor (2019).

Na época 5 (chuvosa), dentre as plantas de cobertura utilizadas (independente da distância entre as linhas de plantio dos cafeeiros e das plantas de cobertura), os cafeeiros consorciados com mucuna anã, feijão-de-porco e amendoim forrageiro apresentam maior número de ramos plagiotrópicos, em relação aos cafeeiros consorciados com braquiária e o que foi manejado com a vegetação espontânea (testemunha), que por sua vez apresentaram resultados semelhantes (FIGURA 11).

Figura 11- Representação gráfica do número de ramos plagiotrópicos (RP) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante a época 5 (E5).

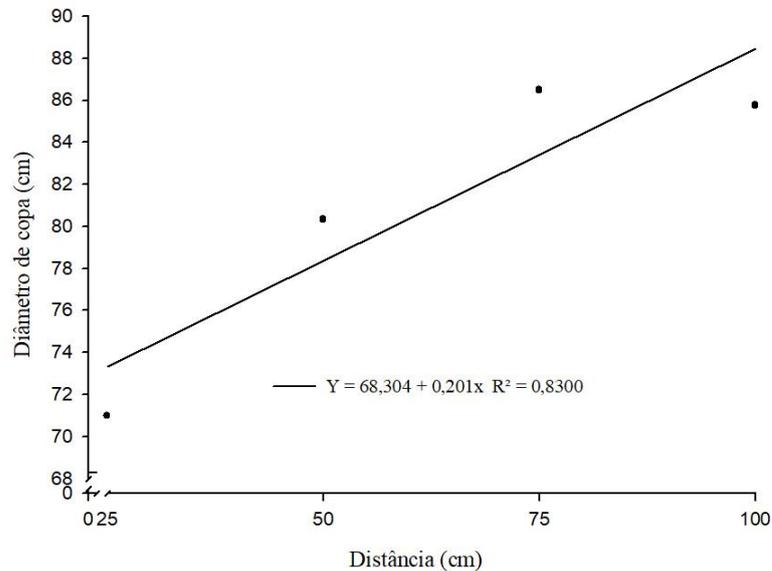


Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2019).

Analisando-se o diâmetro de copa (DCO-cm) de cafeeiros cultivados em consórcio com plantas de cobertura com quatro distâncias das linhas de plantio dos cafeeiros, e das plantas de cobertura (25, 50, 75 e 100 cm), nota-se que houve significância para distância. Observou-se comportamento linear crescente, onde o aumento da distância entre as linhas de plantio dos cafeeiros e das plantas de cobertura, eleva o diâmetro de copa dos cafeeiros. A cada aumento de 1 cm na distância entre as linhas de plantio dos cafeeiros e das plantas de cobertura ocorreu o acréscimo de 0,2015 cm no diâmetro de copa dos cafeeiros (FIGURA 12).

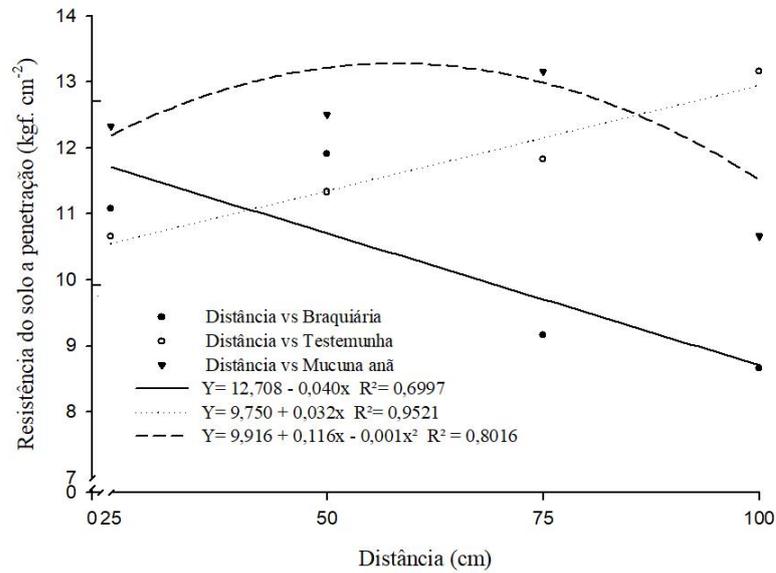
Figura 12 - Diâmetro de copa (DCO-cm) de cafeeiros em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro durante a época 5 (E5).



Fonte: Do autor (2019).

Na época de maior pluviosidade (E1), houve interação entre a distância de plantio e as plantas de cobertura para a resistência do solo à penetração. Para o cafeeiro consorciado com braquiária, o aumento na distância de plantio reduziu a resistência do solo à penetração, onde o aumento de 1 cm na distância de plantio dessa gramínea reduz a resistência do solo em  $0,040 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ . Já para a vegetação espontânea (testemunha), o aumento na distância da linha de plantio do cafeeiro aumentou a resistência do solo à penetração, sendo que o aumento de 1 cm elevou em  $0,032 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ . Já para os tratamentos com mucuna anã houve efeito quadrático, sendo que o aumento da distância de plantio aumentou a resistência do solo, atingindo o máximo na distância de 58 cm com  $13 \text{ Kgf.cm}^{-2}$  e em seguida, ocorreu redução da resistência do solo à penetração até a distância de 100 cm (FIGURA 13).

Figura 13 - Resistência do solo a penetração (RSP – kgf. cm<sup>-2</sup>) em função da distância de plantio de plantas de cobertura da linha do cafeeiro durante a época 1 (E1).



Fonte: Do autor (2019).

Observa-se, no gráfico de dispersão (FIGURA 14), o agrupamento dos vinte tratamentos (oriundos da combinação dos cinco manejos com as plantas de cobertura do solo e das quatro distâncias de plantio em relação a linha do cafeeiro) resultante da análise canônica nos diferentes períodos de avaliação.

Figura 14 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características de crescimento e umidade do solo durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4) e cinco (E5). (continua)

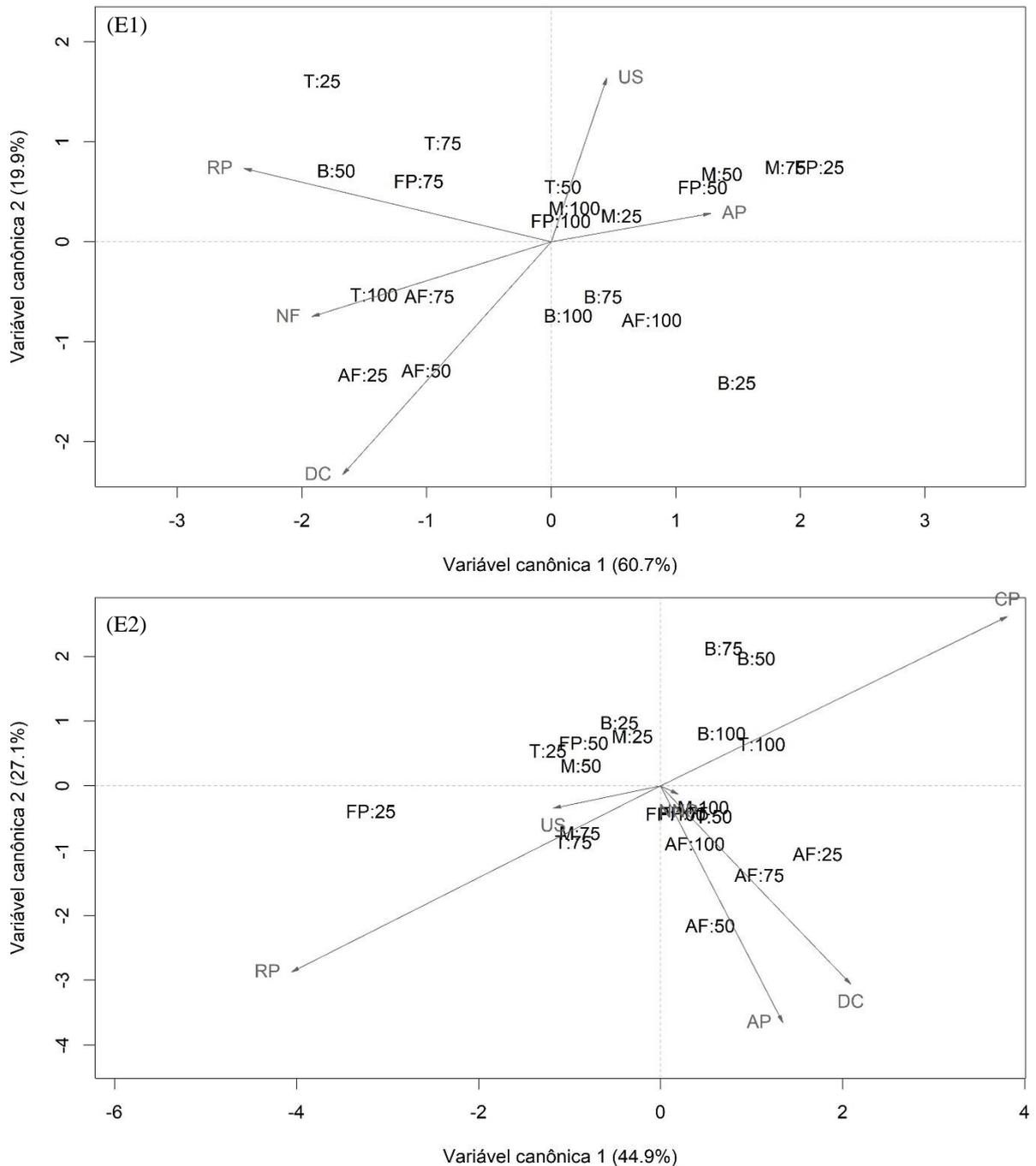


Figura 14 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características de crescimento e umidade do solo durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4) e cinco (E5). (continua)

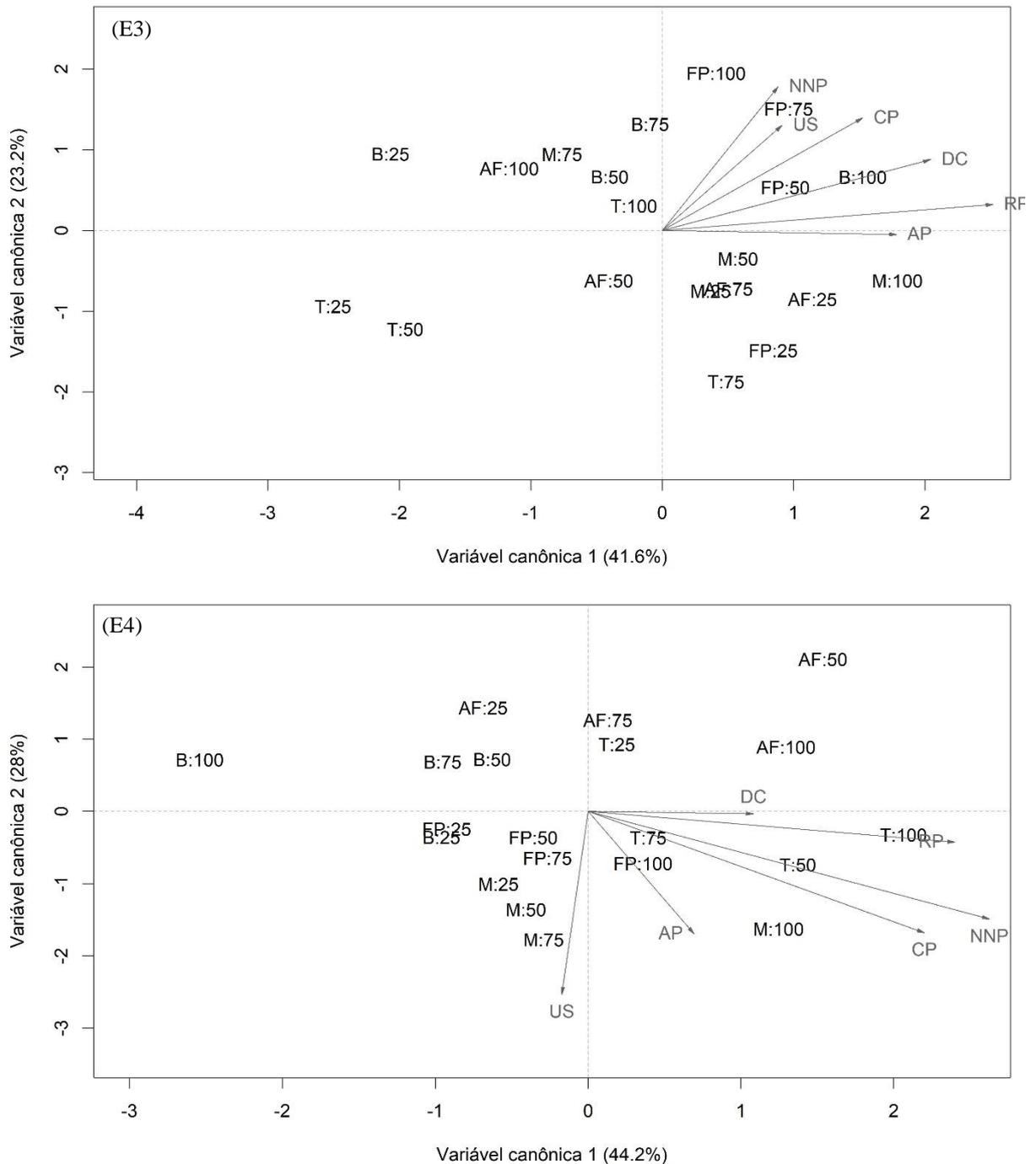
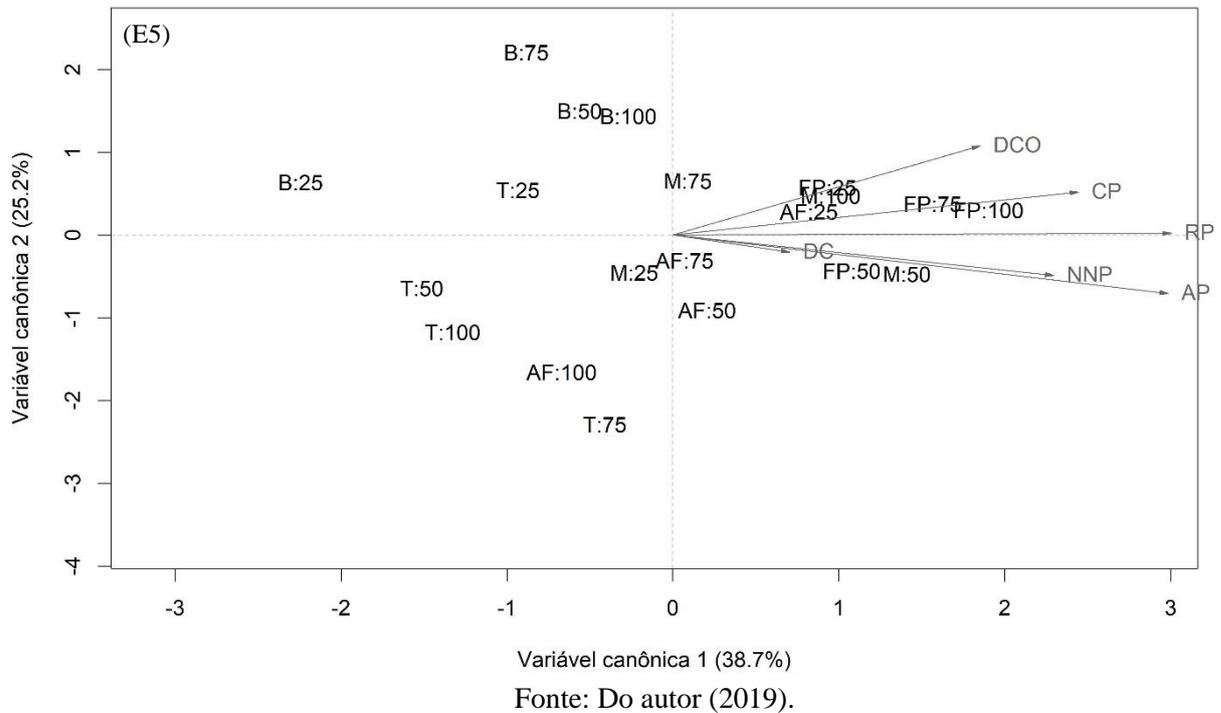


Figura 14 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características de crescimento e umidade do solo durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4) e cinco (E5). (conclusão)



Em todas as épocas, foi possível discriminar os grupos de tratamentos relacionados ao manejo da cobertura e distância de plantio em relação a linha do cafeeiro. Na época 1 (E1) observa-se que as variáveis diâmetro de caule e número de folhas, foram as que mais contribuíram para o agrupamento dos tratamentos com o amendoim forrageiro (AF), principalmente em distâncias menores (25, 50 e 75). Por outro lado, os tratamentos com feijão-de-porco e mucuna anã foram discriminados, de acordo com a variável altura (AP), sobretudo, quando cultivadas nas distâncias 25,50 e 75 cm. Ressalta-se também, que os tratamentos testemunha e braquiária na distância de 25 cm (T25 e B25) estão dispersos com maior distância da maioria das variáveis analisadas (FIGURA 14).

Na época 2 (E2) os tratamentos com braquiária foram agrupados com maior proximidade da característica comprimento ramo plagiotrópico (CP), principalmente quando cultivada com as distâncias de 50, 75 e 100 cm (B50, B75 e B100), e de forma oposta, ao número de ramos plagiotrópicos (RP). Além disso, observa-se que os tratamentos com amendoim forrageiro, nas quatro distâncias utilizadas estão agrupados próximos ao diâmetro do caule (DC) e da altura de plantas (AP), e de forma oposta, aos tratamentos com braquiária,

mucuna anã, testemunha e feijão-de-porco quando cultivadas com distâncias de 25 e 50 cm (M25, M50, T25, T50, FP25 e FP50) (FIGURA 14).

De modo geral, na época 3 (E3), os tratamentos com mucuna anã e feijão-de-porco: M25, M50, M75, M100, FP50, FP75 e FP100 foram discriminadas conforme menor distância observada em relação as variáveis umidade do solo (US) e altura de plantas (AP) e essas com maior distância dos tratamentos com a vegetação espontânea, amendoim forrageiro e braquiária: T25, AF25, B25, B50 e B75 (FIGURA 14).

Já na época quatro (E4), os tratamentos B75, B100, FP50, FP75, FP100, M100 foram agrupados com menor distância de todas as características avaliadas. Esses tratamentos podem ser divididos em dois subgrupos, no qual a variável número de nós no ramo plagiotrópico é a variável que mais contribui para o subgrupo formado por FP75, FP100 e B75. Já o outro subgrupo formado por FP50, M100 e B100, a variável que mais contribui para sua formação é o comprimento dos ramos plagiotrópicos (CP). Ressalta-se ainda, que os tratamentos com braquiária na distância de 25 cm (B25) e testemunha nas distâncias de 25 e 50 (T25 e T50) cm ficaram agrupadas de forma oposta a todas as variáveis (FIGURA 14).

Além disso, na época cinco (E5), os tratamentos com feijão-de-porco, mucuna anã e amendoim forrageiro (FP25, FP50, FP75, FP100, M50, M100 e AF25) formaram um agrupamento com grande proximidade a todos as variáveis e de forma oposta aos tratamentos com vegetação espontânea e braquiária em menores distâncias (T25, T50, T100 e B25). Destaca-se também um subgrupo formado pelo tratamento com amendoim forrageiro (AF25, AF50 e AF75) que agruparam com maior proximidade do diâmetro do caule (DC) (FIGURA14).

## **4.2 Características fisiológicas**

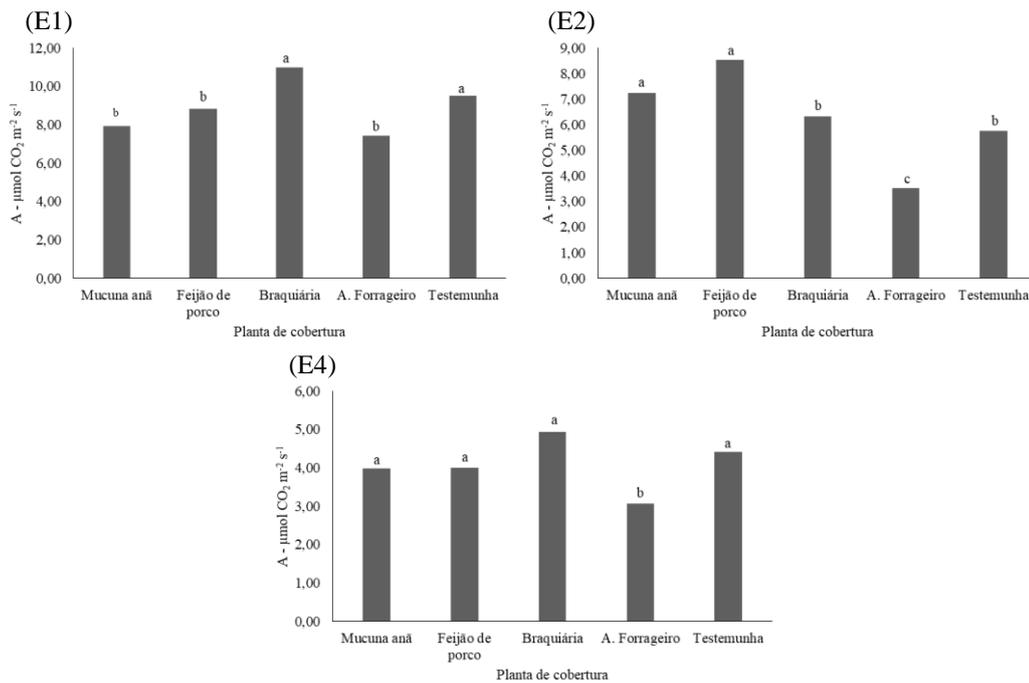
Para a característica avaliada ‘taxa fotossintética’ medida nos cafeeiros, verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ), de forma isolada das plantas de cobertura do solo, nas épocas 1, 2 e 4 (TABELAS 1, 2 e 4, ANEXO A).

Na avaliação realizada na época 1 os cafeeiros consorciados com mucuna anã, feijão-de-porco e amendoim forrageiro apresentaram menor taxa fotossintética que os cafeeiros consorciados com braquiária e vegetação espontânea (FIGURA 15).

Na época 2, os cafeeiros consorciados com mucuna anã e feijão-de-porco apresentaram maiores taxas fotossintéticas em relação aos demais tratamentos (FIGURA 15).

Na época 4, o manejo com mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária e a vegetação espontânea da área (testemunha), foram superiores ao manejo em que consorciou o cafeeiro com o amendoim forrageiro (FIGURA 15).

Figura 15 - Representação gráfica da taxa fotossintética ( $A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante as épocas 1, 2 e 4 (E1, E2 e E4).



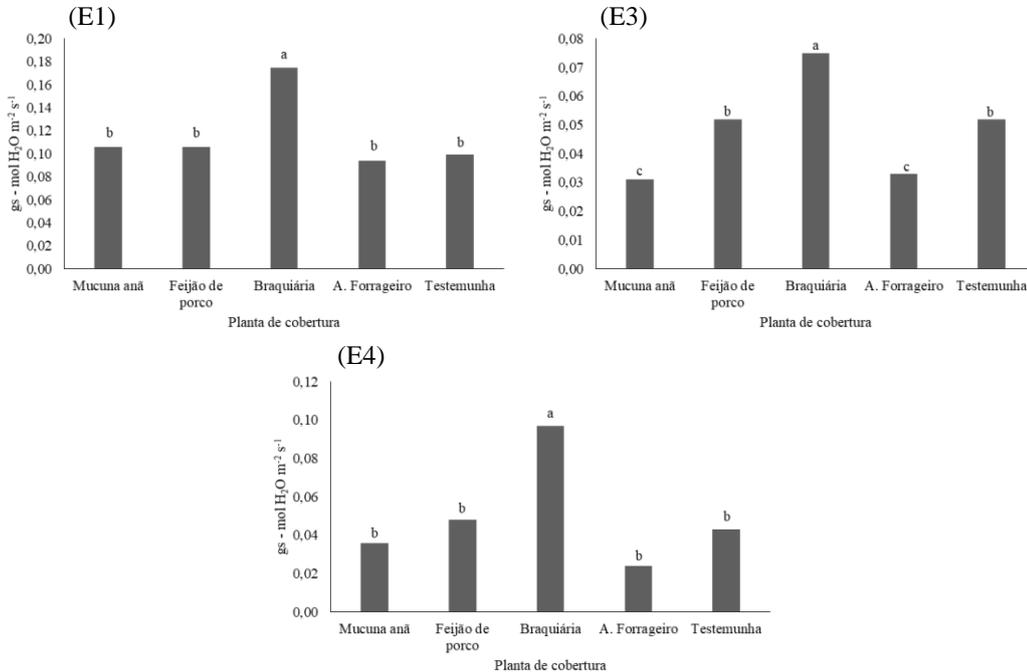
Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2019).

Analisando a condutância estomática, verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de forma isolada das plantas de cobertura do solo, nas épocas 1, 3 e 4 (TABELAS 1, 3 e 4, ANEXO A).

Na época chuvosa (E1 e E4) os cafeeiros consorciados com braquiária apresentaram maior condutância estomática em relação aos demais tratamentos, e todos os outros tratamentos apresentaram valor semelhante para essa característica. Já na época 3 (seca), os cafeeiros consorciados com braquiária apresentaram maior condutância estomática que os demais tratamentos, sendo que os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco e a vegetação espontânea (testemunha), foram iguais entre si e superiores ao consorciado com mucuna anã e amendoim forrageiro (FIGURAS 16).

Figura 16 - Representação gráfica da condutância estomática ( $g_s$  - mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de cafeeiros cultivados em consórcio com cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante a época 1, 3 e 4 (E1, E3 e E4).



Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2019).

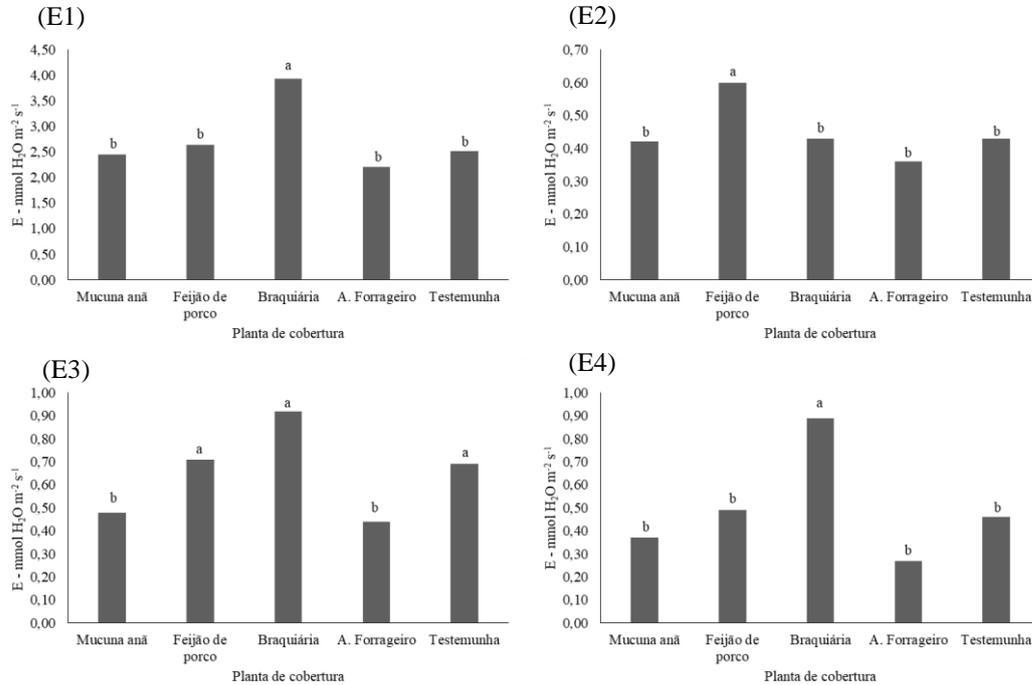
Para a taxa transpiratória, verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de forma isolada das plantas de cobertura do solo, nas épocas 1, 2, 3 e 4 (TABELAS 1, 2, 3 e 4, ANEXO A).

O consórcio com braquiária, nas épocas 1 e 4, aumentou a transpiração dos cafeeiros em relação aos demais tratamentos, sem que houvesse diferença entre os outros tratamentos.

Na época 2 (seca), os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco apresentaram maior transpiração quando comparado aos demais tratamentos, e estes apresentaram resultados semelhantes.

Verifica-se que, na época 3, que os cafeeiros consorciados com braquiária, feijão-de-porco e o manejo da vegetação espontânea (testemunha) apresentaram taxa transpiratória superior aos consorciados com amendoim forrageiro e mucuna anã (FIGURAS 17).

Figura 17 - Representação gráfica da taxa transpiratória ( $E$  -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante as épocas 1, 2, 3 e 4 (E1, E2, E3 e 4).



Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2019).

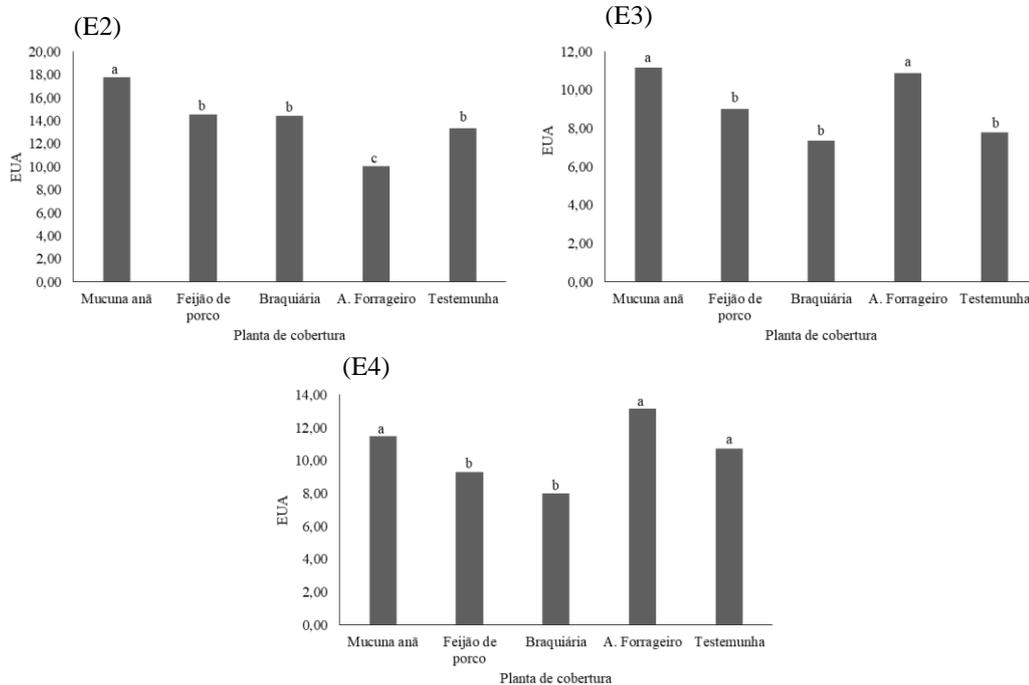
Para a eficiência do uso da água (EUA), verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de forma isolada das plantas de cobertura do solo, nas épocas 2, 3 e 4 (TABELAS 2, 3 e 4, ANEXO A).

O cafeeiro conduzido com mucuna anã, na época 2, apresentou maior eficiência do uso da água em relação aos demais. Nota-se ainda, que na avaliação da época 2, o consórcio com feijão-de-porco, braquiária e o manejo da vegetação espontânea da área (testemunha) foram iguais entre si e superiores ao cafeeiro consorciado com amendoim forrageiro na eficiência do uso da água.

Estudando a época 3, os cafeeiros conduzidos com mucuna anã e amendoim forrageiro apresentaram maior eficiência do uso da água em relação aos cafeeiros conduzidos com feijão-de-porco, capim-braquiária e manejo da vegetação espontânea (testemunha), e eles iguais entre si.

Os cafeeiros conduzidos com mucuna anã, amendoim forrageiro e manejo da vegetação espontânea da área (testemunha) foram mais eficientes no uso da água quando comparados aos cafeeiros consorciados com feijão-de-porco e braquiária na época 4 (FIGURA 18).

Figura 18 - Representação gráfica da eficiência do uso da água (EUA) de cafeeiros cultivados sob cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) durante as épocas 2, 3 e 4 (E2, E3 e E4).



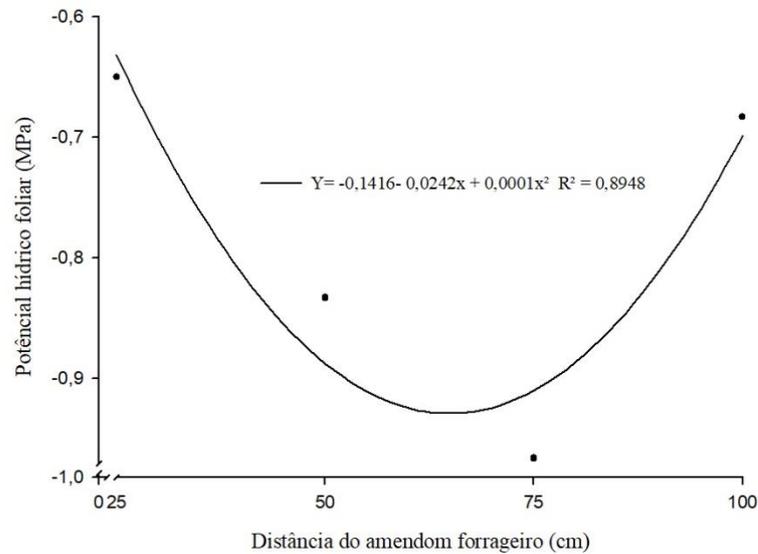
Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Fonte: Do autor (2019).

Para o potencial hídrico foliar, a interação foi significativa ( $p < 0,05$ ) na época 1 (TABELA 1, ANEXO A). Houve significância da interação plantas de cobertura e distância de plantio.

Analisando a interação, realizou-se o desdobramento das plantas das distâncias para a planta de cobertura, na qual o amendoim forrageiro apresentou significância ( $p < 0,05$ ) para as distâncias. Houve comportamento quadrático dos dados, no qual ocorreu o aumento do potencial hídrico foliar (valores mais negativos) do cafeeiro consorciado com amendoim forrageiro até a distância de 67,22 cm atingindo nesse ponto o máximo de 0,95 Mpa com posterior redução (valores menos negativos) à medida que aumentava a distância até 100 cm (FIGURA 19).

Figura 19 - Potencial hídrico foliar (PH-MPa) de cafeeiros cultivados em consórcio com amendoim forrageiro com quatro distâncias de plantio da linha de plantio (E1).



Fonte: Do autor (2019).

A dispersão dos 20 tratamentos, em função da análise canônica para as variáveis fisiológicas, encontra-se na Figura 20.

Figura 20 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características fisiológicas durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4). (continua)

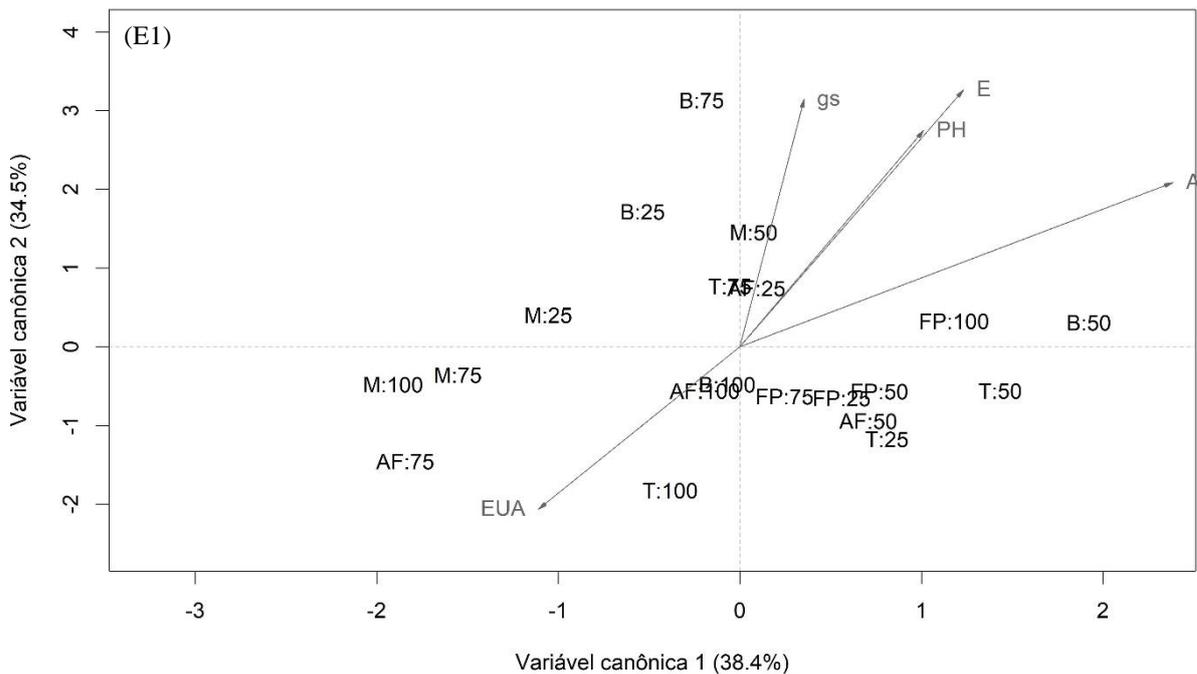


Figura 20 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características fisiológicas durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4). (continua)

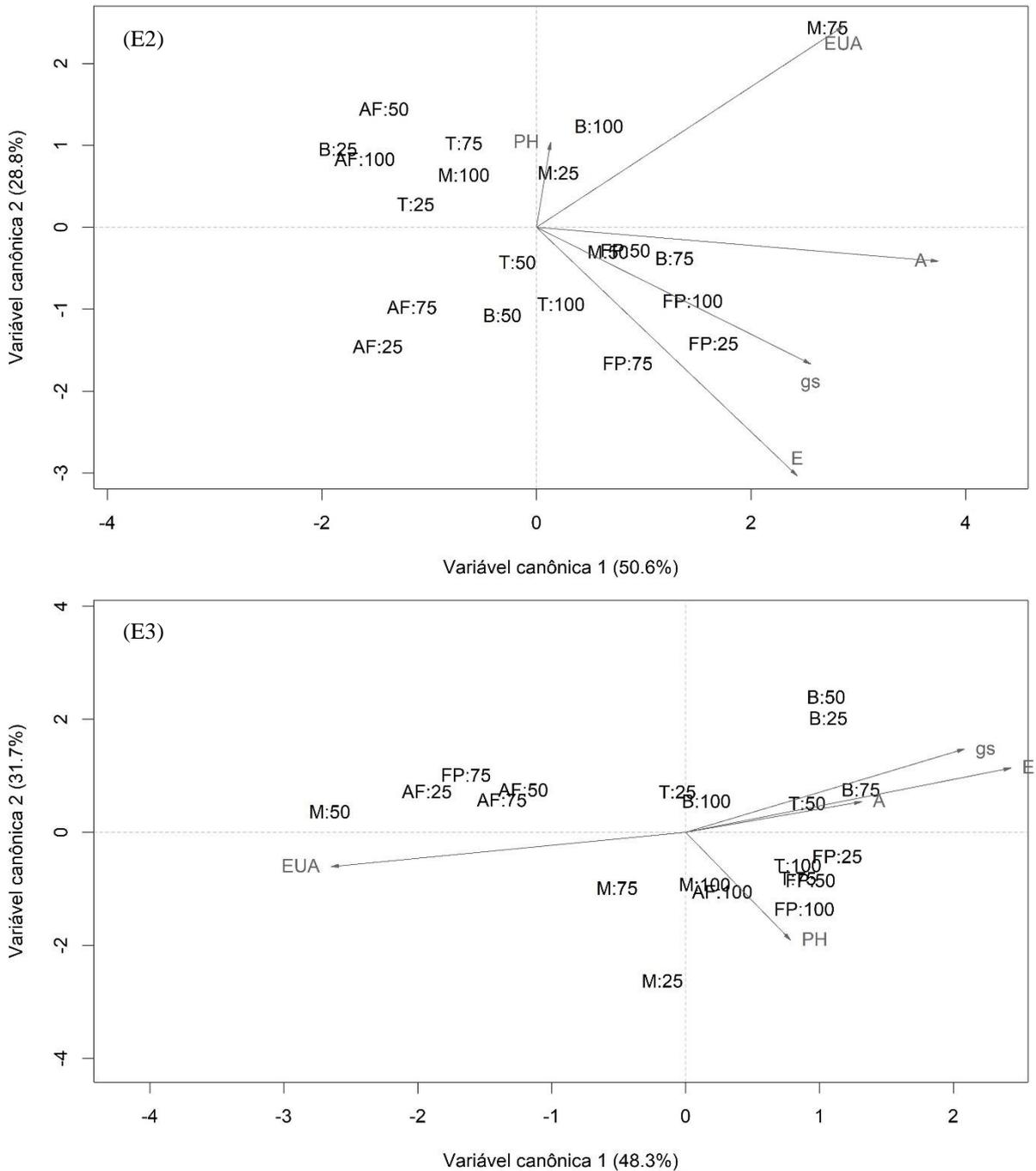
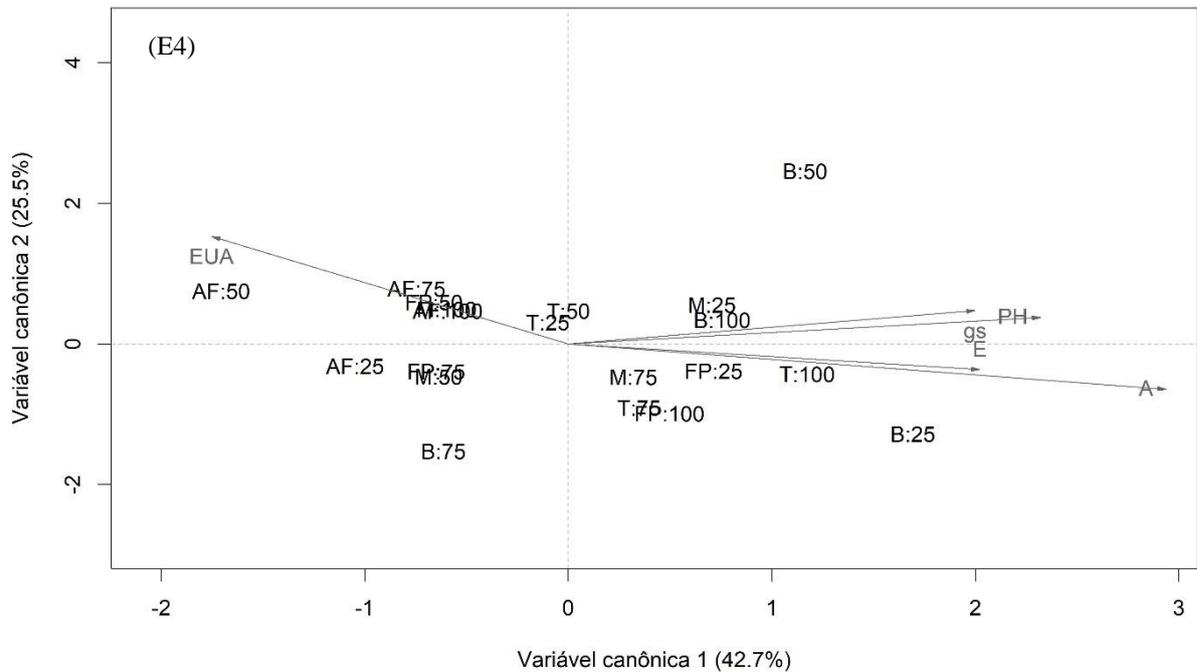


Figura 20 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características fisiológicas durante as épocas um (E1), dois (E2), três (3), quatro (E4). (conclusão)



Na época E1, não houve uma discriminação clara entre os cinco grupos de plantas de cobertura do solo (testemunha, braquiária, feijão-de-porco, mucuna anã e amendoim forrageiro), apenas foi possível observar a discriminação de tratamentos como Amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea (T), braquiária (B) e feijão-de-porco (FP) em distâncias maiores (AF75, AF100, T100, B100, FP75 e FP100) que agruparam com maior proximidade da variável eficiência do uso da água (EUA) (FIGURA 20).

Os tratamentos com feijão-de-porco (FP25, FP50, FP75 e FP100) em todas as distâncias e a mucuna anã na distância de 50 cm (M50) foram discriminados com maior proximidade das variáveis taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs) e taxa transpiratória (E) e de forma oposta a tratamento com vegetação espontânea (T25, T75) e braquiária (B25). Ressalta-se também que a mucuna anã na distância de 75 cm exerce maior contribuição da eficiência do uso da água (EUA) nessa discriminação na época E2 (FIGURA 20).

Na época E3, não houve nítida discriminação entre os grupos, entretanto os tratamentos com braquiária, feijão-de-porco, mucuna anã e testemunha (B25, B100, FP25, FP75, M75, T75 e T100) agruparam próximos às variáveis taxa fotossintética (A), taxa transpiratória (E),

condutância estomática (gs) e potencial hídrico foliar (PH) e de forma contrária a variável eficiência do uso da água, que contribuiu com o agrupamento dos tratamentos com mucuna anã, amendoim forrageiro e feijão-de-porco, em distâncias maiores (M100, AF100, FP100, FP50) (FIGURA 20).

Na época E4, a variável eficiência do uso da água (EUA) teve grande contribuição com o agrupamento dos tratamentos com amendoim forrageiro, feijão-de-porco e mucuna anã (AF25, AF50, AF75, FP75 e M50), que ficaram distantes das variáveis condutância estomática (gs), transpiração (E) e fotossíntese (A) que por vez, contribuíram com o agrupamento dos tratamentos com braquiária e vegetação espontânea (T50, B25, B50 e B75) (FIGURA 20).

### **4.3 Levantamento Fitossociológico**

Na linha do cafeeiro foram encontradas 29 espécies distintas de plantas daninhas durante os 4 levantamentos fitossociológicos realizados com destaque para as plantas daninhas das famílias *asteraceae* e *poaceae* com 6 e 7 espécies de cada família, respectivamente (TABELA 3).

Tabela 3 - Relação de plantas daninhas, distribuídas por família e espécie, presentes na linha e de cafeeiros conduzidos com plantas de cobertura.

Espécie	Código	Nome comum	Família
<i>Amaranthus viridis</i>	AMAVI	Caruru de mancha	Amaranthaceae
<i>Amaranthus deflexus</i>	AMADE	Caruru roxo	Amaranthaceae
<i>Acanthospermum hispidum</i>	ACNHI	Carrapicho-de-carneiro	Asteraceae
<i>Bidens pilosa</i>	BIDPI	Picão preto	Asteraceae
<i>Emilia fosbergii</i>	EMISO	Falsa serralha	Asteraceae
<i>Conyza canadensis</i>	ERICA	Buva	Asteraceae
<i>Galinsoga parviflora</i>	GASPA	Fazendeiro	Asteraceae
<i>Parthenium hysterophorus</i>	PTNHY	Losna-branca	Asteraceae
<i>Lepidium virginicum</i>	LEPVI	Mentruz	Brassicaceae
<i>Alternanthera tenella</i>	ALRTE	Apaga fogo	Commelinaceae
<i>Commelina benghalensis</i>	COMBE	Trapoeraba	Commelinaceae
<i>Ipomoea nil</i>	IPONI	Corda de viola	Convolvulaceae
<i>Cyperus rotundus</i>	CYPRO	Tiririca	Cyperaceae
<i>Euphorbia hirta</i>	EPHHI	Erva de santa luzia	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i>	EPHHL	Leiteiro	Euphorbiaceae
<i>Neonitina wightii</i>	NEOWI	Soja perene	Fabaceae
<i>Solanum americanum</i>	SOLAM	Maria pretinha	Fabaceae
<i>Sida cordifolia</i>	SIDCO	Guanxuma	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i>	SIDRH	Guanxuma	Malvaceae
<i>Phyllanthus tenellus</i>	PYLTE	Quebra pedra	Phyllantaceae
<i>Urochloa decumbens</i>	BRADC	Capim-braquiária	Poaceae
<i>Urochloa plantaginea</i>	BRAPL	Capim-marmelada	Poaceae
<i>Cenchrus echinatus</i>	CCHEC	Capim-carrapicho	Poaceae
<i>Digitaria horizontalis</i>	DIGHO	Capim colchão	Poaceae
<i>Eleusine indica</i>	ELEIN	Capim pé de galinha	Poaceae
<i>Eragrotis pilosa</i>	ERAPI	Capim-barbicha-de-alemão	Poaceae
<i>Panicum maximum</i>	PANMA	Capim-colonião	Poaceae
<i>Portulaca oleracea</i>	POROL	Beldroega	Portulacaceae
<i>Richardia brasiliensis</i>	RCHBR	Poaia branca	Rubiaceae

Fonte: Do autor (2019).

Já na entrelinha foram identificadas 30 espécies nos três levantamentos realizados durante a condução do trabalho, com destaque para as plantas daninhas das famílias *asteraceae* e *poaceae*, com 6 e 6 espécies de cada família respectivamente (TABELA 4).

Tabela 4 - Relação de plantas daninhas, distribuídas por família e espécie, presentes na entrelinha e de cafeeiros conduzidos com plantas de cobertura.

Espécie	Código	Nome comum	Família
<i>Amaranthus hybridus</i>	AMACH	Caruru roxo	Amaranthaceae
<i>Amaranthus deflexus</i>	AMADE	Caruru rasteiro	Amaranthaceae
<i>Amaranthus viridis</i>	AMAVI	Caruru de mancha	Amaranthaceae
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	CHEAP	Erva-de-santa-maria	Amaranthaceae
<i>Bidens pilosa</i>	BIDPI	Picão preto	Asteraceae
<i>Emilia Fosbergii</i>	EMISO	Falsa-serralha	Asteraceae
<i>Conyza canadensis</i>	ERICA	Buva	Asteraceae
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	GASCI	Picão-branco	Asteraceae
<i>Galinsoga parviflora</i>	GASPA	Fazendeiro	Asteraceae
<i>Parthenium hysterophorus</i>	PTNHY	Losna branca	Asteraceae
<i>Lepidium virginicum</i>	LEPVI	Mentruz	Brassicaceae
<i>Alternanthera tenella</i>	ALRTE	Apaga fogo	Commelinaceae
<i>Commelina benghalensis</i>	COMBE	Trapoeraba	Commelinaceae
<i>Ipomoea nil</i>	IPONI	Corde de viola	Convolvulaceae
<i>Cyperus rotundus</i>	CYPRO	Tiririca	Cyperaceae
<i>Euphorbia hirta</i>	EPHHI	Erva de santa luzia	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i>	EPHHL	Leiteiro	Euphorbiaceae
<i>Neonotonia wightii</i>	NEOWI	Soja perene	Fabaceae
<i>Nicandra Physaloides</i>	NICPH	Joá-de-capote	Fabaceae
<i>Solanum americanum</i>	SOLAM	Maria pretinha	Fabaceae
<i>Sida cordifolia</i>	SIDCO	Malva-branca	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i>	SIDRH	Guaxuma	Malvaceae
<i>Urochloa decumbens</i>	BRADC	Capim braquiária	Poaceae
<i>Urochloa plantaginea</i>	BRAPL	Capim marmelada	Poaceae
<i>Digitaria horizontalis</i>	DIGHO	Capim colchão	Poaceae
<i>Eleusine indica</i>	ELEIN	Capim pé de galinha	Poaceae
<i>Eragrotis pilosa</i>	ERAPI	Capim-barbicha-de-alemão	Poaceae
<i>Panicum maximum</i>	PANMA	Colonião	Poaceae
<i>Portulaca oleracea</i>	POROL	Beldroega	Portulacaceae
<i>Richardia brasiliensis</i>	RCHBR	Poaia branca	Rubiaceae

Fonte: Do autor (2019).

No primeiro levantamento fitossociológico realizado na linha de plantio do cafeeiro conduzido com a vegetação espontânea da área (testemunha), foram identificadas 17 espécies de plantas daninhas, com destaque para a *Richardia brasiliensis* (50,54), *Digitaria horizontalis* (32,91) e *Portulaca oleracea* (42,36), que apresentaram maior índice de valor de importância (IVI) (TABELA 5).

Tabela 5 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no primeiro levantamento (L1).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
DIGHO	32,91	24	31,53	6	30,89	11	20,00	3	27,37	11
PTNHY	11,03	5	23,09	4	27,11	11	46,31	7	36,42	10
POROL	42,36	25	66,88	17	98,95	41	19,03	5	68,39	32
AMADE	25,55	12	38,92	4	19,34	4	7,29	1	20,38	6
COMBE	22,86	14	0,00	0	36,77	14	6,44	3	0,00	0
RCHBR	50,54	34	21,90	5	11,31	4	63,07	12	10,59	7
SIDRH	24,73	12	8,51	2	17,10	7	21,95	3	21,85	9
BIDPI	11,53	7	0,00	0	8,30	3	0,00	0	0,00	0
PANMA	0,00	0	0,00	0	2,95	1	0,00	0	0,00	0
AMAVI	15,93	9	0,00	0	17,56	7	5,44	1	5,44	2
GASPA	10,70	5	17,10	5	0,00	0	12,50	1	19,68	6
SIDCO	9,35	4	0,00	0	0,00	0	0,00	0	17,37	8
ELEIN	22,59	13	58,44	14	3,06	1	35,17	12	17,78	12
ACNHI	0,00	0	5,82	2	0,00	0	3,62	1	0,00	0
BRAPL	7,20	4	8,51	2	10,21	4	59,18	7	35,63	12
BRADC	0,00	0	14,44	3	0,00	0	0,00	0	0,00	0
LEPVI	1,83	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	16,48	7
NEOWI	2,34	1	0,00	0	3,06	1	0,00	0	0,00	0
IPONI	5,54	3	0,00	0	8,93	2	0,00	0	0,00	0
EMISO	0,00	0	4,86	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0
ERAPI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	2,63	1
EPHHL	3,01	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
EPHHI	0,00	0	0,00	0	4,46	1	0,00	0	0,00	0
TOTAL	300,00	174	300,00	65	300,00	112	300	56	300	123

Fonte: Do autor (2019).

Na área com o consórcio com feijão-de-porco foram quantificadas 12 espécies distintas, com destaque para *Portulaca oleracea* (66,88), *Eleusine indica* (58,44) e *Amaranthus deflexus* (38,92) (TABELA 5).

Já na área com o consórcio com braquiária foram encontradas 15 espécies de plantas daninhas e destacam-se com maiores IVI a *Digitaria horzonthalis* (30,89), *Portulaca oleracea* (98,95) e *Commelina benghalensis* (36,77) (TABELA 5).

Para a área de consórcio com a mucuna anã foram identificadas 12 espécies de plantas daninhas, com destaque para *Parthenium hysterophorus* (46,31), *Richardia brasiliensis* (63,07) e a *Urochloa plantaginea* (59,18) com maiores IVI (TABELA 5).

Outro consórcio estudado foi o com amendoim forrageiro sendo que nessa área foram identificadas 13 espécies de plantas, destacando-se a *Portulaca oleracea* (68,39), *Parthenium hysterophorus* (36,42) e *Urochloa plantaginea* (35,63) que apresentaram maior IVI (TABELA 5).

Nos cinco diferentes consórcios foram quantificados o número de indivíduos, onde o manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) apresentou maior número em relação

aos demais, com 174 plantas daninhas na área amostrada, seguido pelo amendoim forrageiro que apresentou 123 indivíduos, a braquiária com 112, o feijão-de-porco com 65 e a mucuna anã apresentando a menor quantidade com 56 indivíduos (TABELA 5).

Na entrelinha, na área com a vegetação espontânea (testemunha) foram identificadas 14 espécies de plantas daninhas com destaque para *Parthenium hysterophorus* (72,73), *Galinsoga parviflora* (62,14) e *Bidens pilosa* (38,43) (TABELA 6).

Tabela 6 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na entrelinha do café no primeiro levantamento (L1).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
PTNHY	72,73	124	95,72	12	23,17	15	95,86	23	68,31	85
AMAVI	27,95	20	22,74	3	30,66	21	32,53	9	0,00	0
GASPA	62,14	76	82,26	14	101,99	55	36,62	10	88,06	147
BIDPI	38,43	24	4,91	1	21,51	13	6,50	2	3,93	3
POROL	20,23	5	59,79	6	29,06	12	41,08	11	23,18	10
BRAPL	0,00	0	0,00	0	1,86	1	0,00	0	4,71	3
SIDRH	0,00	0	0,00	0	14,81	2	4,14	1	1,03	1
ALRTE	0,00	0	0,00	0	12,50	1	0,00	0	0,00	0
CYPRO	0,00	0	0,00	0	0,00	0	3,43	1	0,00	0
DIGHO	18,72	9	6,07	1	0,00	0	2,99	1	38,08	20
LEPVI	13,74	8	0,00	0	20,50	6	0,00	0	12,80	8
AMACH	4,46	3	0,00	0	0,00	0	0,00	0	11,06	6
RCHBR	8,50	8	13,24	2	6,55	1	12,50	1	12,42	12
IPONI	6,25	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
ERICA	10,70	3	15,27	3	0,00	0	0,00	0	15,11	4
ERAPI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	4,09	1
CHEAP	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	9,73	3
COMBE	11,11	2	0,00	0	12,67	5	7,80	2	1,03	1
SIDCO	2,52	1	0,00	0	18,12	7	0,00	0	0,00	0
EPHHI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	25,00	1	4,12	4
IVEPHHL	0,00	0	0,00	0	4,29	1	31,55	2	0,00	0
ELEIN	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	2,35	3
NICPH	2,52	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
CBADC	0,00	0	0,00	0	2,31	1	0,00	0	0,00	0
TOTAL	300,00	285	300,00	42	300,00	141	300,00	64	300,00	311

Fonte: Do autor (2019).

Na área do manejo com feijão-de-porco na entrelinha foram encontradas a menor quantidade de espécies de plantas daninhas em relação aos demais manejos, 8 espécies, com destaque para *Parthenium hysterophorus* (95,72), *Galinsoga parviflora* (82,26) e *Portulaca oleracea* (59,79) (TABELA 6).

Na área de consórcio com braquiária, assim como na área da testemunha (vegetação espontânea) foram identificadas 14 espécies de plantas daninhas, com destaque para

*Amaranthus viridis* (30,66), *Galinsoga parviflora* (101,99) e *Portulaca oleracea* (29,06) com maiores IVI (TABELA 6).

Na área com o consórcio com a mucuna anã foram identificadas 12 espécies, destacando-se com maior IVI as plantas daninhas, *Parthenium hysterophorus* (95,86), *Galinsoga parviflora* (36,62) e *Portulaca oleracea* (41,88) (TABELA 6).

O consórcio com o amendoim forrageiro na entrelinha foi o manejo que apresentou maior número de espécies identificadas, com total de 16. Destacam-se as espécies *Parthenium hysterophorus* (68,31), *Galinsoga parviflora* (88,06) e a *Digitaria horzonthalis* (38,08) com maiores IVI (TABELA 6).

Em relação ao número de indivíduos encontrados em cada manejo, destaca-se o amendoim forrageiro com o maior número (311), seguido pelo manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) com 285 plantas daninhas, braquiária 141 e a mucuna anã e o feijão-de-porco com a menor quantidade, 64 e 42 indivíduos respectivamente (TABELA 6).

No segundo levantamento realizado na linha de plantio do cafeeiro, o manejo com a vegetação espontânea (testemunha), foram identificadas 4 espécies, com destaque para a *Portulaca oleracea* (220,43) e *Galinsoga parviflora* (45,78) com maiores IVI (TABELA 7).

Tabela 7 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no segundo levantamento (L2).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
EPHHI	0,00	0	75,00	1	51,19	3	0,00	0	12,14	1
POROL	220,43	10	75,00	1	83,73	6	120,00	81	190,12	8
COMBE	0,00	0	0,00	0	0,00	0	23,33	2	41,31	2
SIDRH	16,89	1	0,00	0	44,44	2	27,50	2	0,00	0
RCHBR	16,89	1	0,00	0	25,00	1	102,50	5	0,00	0
ELEIN	0,00	0	0,00	0	19,44	1	13,33	1	19,29	2
PTNHY	0,00	0	0,00	0	25,00	1	13,33	1	12,14	1
GASPA	45,78	2	0,00	0	51,19	3	0,00	0	25,00	1
DIGHO	0,00	0	150,00	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0
TOTAL	300,00	14	300,00	3	300,00	17	300,00	92	300,00	15

Fonte: Do autor (2019).

Para o manejo com feijão-de-porco foram identificadas 3 espécies, destacando-se com maior IVI, a *Euphorbia hirta* (75) e *Portulca oleracea* (75) (TABELA 7).

Para o manejo com a braquiária identificou-se 7 espécies, destacando-se com maior IVI a *Euphorbia hirta* (51,19), *Portulaca oleracea* (83,73) e *Galinsoga parviflora* (51,19) (TABELA 7).

No manejo com a mucuna anã foram identificadas 6 espécies, com destaque para a *Portulaca oleracea* (120), *Richardia brasiliensis* (102,50) e a *Sida rhombifolia* (27,50) que apresentaram maior IVI (TABELA 7).

Já para o amendoim forrageiro foram identificadas 6 espécies, as mais importantes foram a *Portulaca Oleracea* (190,12), *Commelina benghalensis* (41,30) e *Galinsoga parviflora* (25) com maior IVI (TABELA 7).

No manejo com mucuna anã foram contabilizadas 92 plantas daninhas, sendo o manejo com maior número de indivíduos, em seguida a braquiária com 17, amendoim forrageiro 15, o manejo com a vegetação espontânea (testemunha) com 14 e o manejo com feijão-de-porco com 3 plantas daninhas no total, apresentando o menor número de indivíduos dentre os manejos (TABELA 7).

No terceiro levantamento, para o manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) foram quantificadas o maior número de espécies, somando 8, com destaque para *Galinsoga parviflora*, *Parthenium hysterophorus*, *Eleusine indica* e *Bidens pilosa* com maior índice de valor de importância (IVI) (TABELA 8).

Tabela 8 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no terceiro levantamento (E3).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
LEPVI	25,00	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	75,00	1
ELEIN	37,50	1	0,00	0	150,00	1	0,00	0	0,00	0
PTNHY	37,50	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	112,50	6
AMAVI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	37,50	1
EPHHI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	18,75	1
RCHBR	37,50	1	0,00	0	150,00	1	225,00	2	41,67	3
DIGHO	0,00	0	150,00	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0
BIDPI	37,50	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
GASPA	62,50	2	150,00	1	0,00	0	0,00	0	14,58	1
ALRTE	0,00	0	0,00	0	0,00	0	75,00	1	0,00	0
ERICA	37,50	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
SIDRH	25,00	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
TOTAL	300,00	9	300,00	2	300,00	2	300,00	3	300,00	13

Fonte: Do autor (2019).

Para o manejo com feijão-de-porco foram identificadas 2 espécies de plantas daninhas, a *Digitaria horzonthalis* (150) e *Galinsoga parviflora* (150) (TABELA 8).

Para o manejo com a braquiária também foram identificadas 2 espécies no total, a *Eleusine indica* (150) e *Richardia brasiliensis* (150) (TABELA 8).

No manejo com consorciamento do cafeeiro com a mucuna anã foram identificadas 2 espécies no levantamento fitossociológico, a *Richardia brasiliensis* apresentou IVI de 225 e *Alternanthera tenella* de 75 (TABELA 8).

O manejo com amendoim forrageiro quantificou-se 6 espécies, sendo o segundo com maior número de espécies, com destaque de maior a *Lepidium virginicum* (75), *Eleusine indica* (112,50) e *Richardia brasiliensis* (41,67) (TABELA 8).

Adicionalmente, o manejo com amendoim forrageiro apresentou maior número de indivíduos (13), seguido pelo manejo com a vegetação espontânea da área (9), os demais manejos apresentaram menos de 3 plantas daninhas (TABELA 8).

Na entrelinha manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) identificou-se elevado número de espécies distintas de plantas daninhas, totalizando 18. As que apresentaram maior IVI foram *Portulaca oleracea* (73,76), *Bidens Pilosa* (47,33), *Digitaria horzonthalis* (33,67) (TABELA 9).

Tabela 9 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na entrelinha do cafeeiro no terceiro levantamento (E3).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
PTNHY	16,98	16	20,21	22	86,94	35	56,31	39	33,90	16
POROL	73,76	193	44,91	31	45,59	21	17,95	13	60,20	170
BIDPI	47,33	78	66,76	108	36,79	12	75,43	54	56,00	111
RCHBR	18,01	21	16,79	10	0,00	0	15,37	13	13,13	10
DIGHO	33,67	54	27,71	21	21,10	11	29,34	27	46,67	67
CYPRO	0,00	0	0,00	0	0,00	0	11,00	7	0,00	0
GASPA	32,80	51	58,50	39	13,13	8	61,37	65	38,12	34
COMBE	0,00	0	4,46	4	0,00	0	1,52	1	2,78	2
EMISO	0,00	0	0,00	0	0,00	0	2,63	1	0,00	0
LEPVI	29,05	39	18,04	26	13,49	2	7,60	6	16,71	19
AMAVI	1,36	1	4,59	2	4,02	1	5,39	6	2,48	1
BRAPL	16,12	14	31,81	17	34,63	6	0,00	0	4,33	4
EPHHL	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	1,51	2
EPHHI	6,55	12	1,25	3	1,25	1	3,62	1	2,30	2
SIDCO	2,46	3	4,98	2	1,25	1	0,00	0	0,00	0
PANMA	0,95	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
SIDRH	0,00	0	0,00	0	1,25	1	0,00	0	1,13	1
ELEIN	11,52	14	0,00	0	7,54	2	1,49	1	0,85	1
ALRTE	2,71	3	0,00	0	33,02	4	3,62	1	0,00	0
AMADE	3,46	2	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
SOLAM	0,00	0	0,00	0	0,00	0	3,75	1	9,84	3
IPONI	1,62	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
COMBE	0,00	0	0,00	0	0,00	0	3,62	1	0,00	0
ERICA	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	1,13	1
EMISO	0,95	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	1,82	0
NEOWI	0,72	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	7,10	2
TOTAL	300,00	505	300,00	285	300,00	105	300,00	237	300,00	446

Fonte: Do autor (2019).

No manejo com feijão-de-porco foram identificadas 12 espécies, com destaque para *Bidens pilosa* (66,76), *Portulaca oleracea* (44,91), *Galinsoga parviflora* (58,50) com maior IVI (TABELA 9).

Para o manejo com braquiária foram quantificadas 13 espécies, na qual as que apresentaram maior IVI foram *Parthenium hysterophorus* (86,94), *Portulaca oleracea* (45,59) e *Bidens pilosa* (36,79) (TABELA 9).

O manejo com mucuna anã apresentou 16 espécies de plantas daninhas, com destaque para a *Parthenium hysterophorus*, *Bidens pilosa* e a *Digitaria horizionthalis*, com IVI de 56,31, 75,43 e 29,34 respectivamente (TABELA 9).

Assim como no manejo com a vegetação espontânea, com o amendoim forrageiro foram identificadas alto número de espécies, totalizando 18. Onde a *Portulaca oleracea* (60,20), *Bidens pilosa* (56) e a *Digitaria horizionthalis* (46,67) apresentaram maior IVI (TABELA 9).

Dentre os manejos analisados, o com a vegetação espontânea apresentou maior número de plantas daninhas, com 505. Em seguida o manejo com amendoim forrageiro apresentou alto número também, 446. Nos manejos com feijão-de-porco (285) e mucuna anã (237) foram quantificados o número de indivíduos bem próximo e abaixo dos manejos citados acima. Para o manejo com braquiária foram contabilizadas 105 plantas daninhas, o menor número entre todos os manejos (TABELA 9).

No quarto levantamento, realizado na linha do cafeeiro, o manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) apresentou 22 espécies, maior valor dentre os manejos adotados na área. As plantas daninhas *Bidens pilosa* (63,80), *Galinsoga parviflora* (75,59) e *Alternatera tenella* (21,24) apresentaram maior IVI (TABELA 10).

Tabela 10 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na linha do cafeeiro no quarto levantamento (L4).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
BIDPI	63,80	48	14,44	2	113,54	7	49,17	3	41,74	20
GASPA	75,59	37	8,89	1	10,42	2	67,79	15	94,83	18
RCHBR	13,45	5	108,89	3	7,29	1	20,69	3	9,34	3
DIGHO	11,18	4	108,89	4	0,00	0	26,87	4	12,38	3
AMAVI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	43,61	2	3,75	1
BRAPL	6,25	1	0,00	0	0,00	0	7,50	1	6,25	1
ALRTE	21,24	9	0,00	0	31,25	1	7,50	2	33,10	7
PTNHY	20,22	1	8,89	1	37,50	1	16,67	3	46,12	1
EPHHL	2,28	1	0,00	0	75,00	1	12,78	1	2,38	0
PANMA	4,44	1	0,00	0	0,00	0	4,09	1	0,00	0
EMISO	8,49	3	0,00	0	0,00	0	4,09	1	0,00	0
ERICA	13,40	9	0,00	0	0,00	0	26,73	4	0,00	0
BRADC	15,27	3	0,00	0	0,00	0	0,00	0	5,05	3
COMBE	5,83	3	0,00	0	0,00	0	12,50	1	3,49	2
EPHHI	8,62	5	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
NEOWI	8,70	3	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
ERAPI	2,31	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
ELEIN	6,21	2	0,00	0	0,00	0	0,00	0	24,90	5
SIDRH	2,08	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
CCHEC	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	10,42	1
POROL	2,31	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	6,25	1
SOLAM	0,00	0	50,00	1	25,00	3	0,00	0	0,00	0
LEPVI	3,78	2	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
PYLTE	2,28	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
CYPRO	2,28	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
TOTAL	300,00	142	300,00	12	300,00	16	300,00	41	300,00	66

Fonte: Do autor (2019).

Já o manejo com feijão-de-porco apresentou 6 espécies, com destaque para a *Richardia brasiliensis* e a *Digitaria horzonthalis* com IVI de 108,89 (TABELA 10).

O manejo com braquiária apresentou 7 espécies, no qual destacam-se o *Bidens pilosa* (113,54), *Parthenium hysterophorus* (37,50) e *Euphorbia heterophylla* (75) com maior IVI (TABELA 10).

No manejo com a mucuna anã foram encontradas 13 espécies de plantas daninhas, com destaque para *Bidens pilosa* (49,17), *Galinsoga parviflora* (67,79) e *Amaranthus viridis* (43,61) que apresentaram maior IVI (TABELA 10).

Também no manejo com o amendoim forrageiro quantificou-se 13 espécies, destacando-se com maior IVI o *Bidens pilosa* (41,74), *Galinsoga parviflora* (94,83) e *Parthenium hysterophorus* (46,12) (TABELA 10).

Salienta-se que o manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) apresentou o maior número de plantas daninhas, com total de 142. Em seguida, no amendoim forrageiro, quantificou-se 66 indivíduos, na mucuna anã 44, braquiária com 16 e o manejo com feijão-de-porco com o menor número de indivíduos, apenas 12 (TABELA 10).

Na entrelinha do cafeeiro, o manejo com a vegetação espontânea da área, foram identificadas 20 espécies de plantas daninhas, com destaque para o *Bidens pilosa* (55,82), *Parthenium hysterophorus* (46,05), e *Galinsoga parviflora* (35,88) com maior IVI (Tabela 11).

Tabela 11 - Média do índice de valor de importância (IVI) e número indivíduos (NI) de plantas daninhas em função da planta de cobertura na entrelinha do cafeeiro no quarto levantamento (L4).

Espécie	Planta de cobertura									
	Testemunha		Feijão-de-porco		Braquiária		Mucuna anã		A. Forrageiro	
	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI	IVI	NI
BIDPI	55,82	63	0,00	0	18,75	3	73,71	4	51,72	37
POROL	0,00	0	41,67	2	0,00	0	55,51	4	6,09	3
PTNHY	46,05	52	37,96	2	144,58	23	12,50	0	75,40	79
GASPA	35,88	40	0,00	0	20,83	4	19,95	4	37,28	23
PANMA	24,50	15	0,00	0	0,00	0	0,00	0	16,33	4
EMISO	1,43	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
EPHHL	8,84	7	0,00	0	0,00	0	16,67	2	3,30	1
COMBE	19,05	11	11,11	1	37,50	5	0,00	0	30,70	11
BRADC	16,14	8	0,00	0	0,00	0	0,00	0	8,75	2
ELEIN	18,25	9	11,11	1	8,06	2	33,72	8	7,03	2
DIGHO	8,98	6	0,00	0	18,75	1	19,79	0	10,11	3
ALRTE	24,93	17	52,78	3	31,25	6	0,00	0	25,27	8
AMAVI	1,61	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	3,75	1
NEOWI	1,61	1	0,00	0	8,06	2	0,00	0	7,18	2
AMADE	2,11	1	0,00	0	5,28	1	8,01	3	0,00	0
ERAPI	2,11	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	5,42	1
EPHHI	1,40	1	25,00	1	6,94	1	0,00	0	1,76	1
RCHBR	11,56	5	95,37	13	0,00	0	49,72	12	1,76	2
SIDRH	9,42	7	0,00	0	0,00	0	10,42	1	6,11	1
CYPRO	3,02	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
BRAPL	7,29	4	25,00	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0
GASCI	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	2,03	1
TOTAL	300,00	251	300,00	24	300,00	48	300,00	38	300,00	182

Fonte: Do autor (2019).

No manejo com feijão-de-porco foram identificadas 8 espécies, no qual a *Portulaca oleracea* (41,67), *Alternatera tenella* (52,78) e *Richardia brasiliensis* (95,37) apresentaram maior IVI (TABELA 11).

No levantamento realizado na entrelinha do cafeeiro com braquiária, identificou-se 10 espécies de plantas daninhas, onde as plantas daninhas *Parthenium hysterophorus* (144,58) *Commelina benghalensis* (37,50) e *Alternathera tenella* (31,25) apresentaram maior IVI (TABELA 11).

O manejo com a mucuna anã na entrelinha do cafeeiro apresentou 10 espécies de plantas daninhas, com destaque para o *Bidens Pilosa* (73,71), *Portulaca oleracea* (55,51) e *Richardia brasiliensis* (49,72) que apresentam maiores IVI (TABELA 11).

Para o manejo com a planta de cobertura amendoim forrageiro, houve um alto número de espécies identificadas (18), bem próximo ao encontrado no manejo com a vegetação espontânea, as que apresentaram maiores IVI foram *Bidens pilosa* (51,72), *Parthenium hysterophorus* (75,40) e *Galinsoga parviflora* (37,28) (Tabela 11).

Destaca-se ainda nesse levantamento, a planta daninha *Panicum maximum*, no qual no manejo com a vegetação espontânea apresentou IVI de 24, 50 e no manejo com amendoim forrageiro o IVI foi 16,37 (TABELA 11).

Seguindo a mesma tendência dos levantamentos anteriores, o manejo com a vegetação espontânea apresentou o maior número de indivíduos, com total de 251 e, em seguida, o manejo com amendoim forrageiro com 182 plantas daninhas. A braquiária apresentou 48 indivíduos, a mucuna anã 38 e o feijão-de-porco com a menor quantidade de plantas daninhas, no qual quantificou-se apenas 24 indivíduos (TABELA 11).

A dispersão das 5 espécies de plantas daninhas com maior índice de valor de importância (IVI), em cada levantamento fitossociológico realizado na linha do cafeeiro em função da análise de componentes principais, encontra-se na Figura 21.

Figura 21 - Dispersão gráfica da média índice de valor de importância (IVI) da linha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante quatro levantamentos fitossociológicos (L1) dois (L2), três (L3) e quatro (L4). (continua)

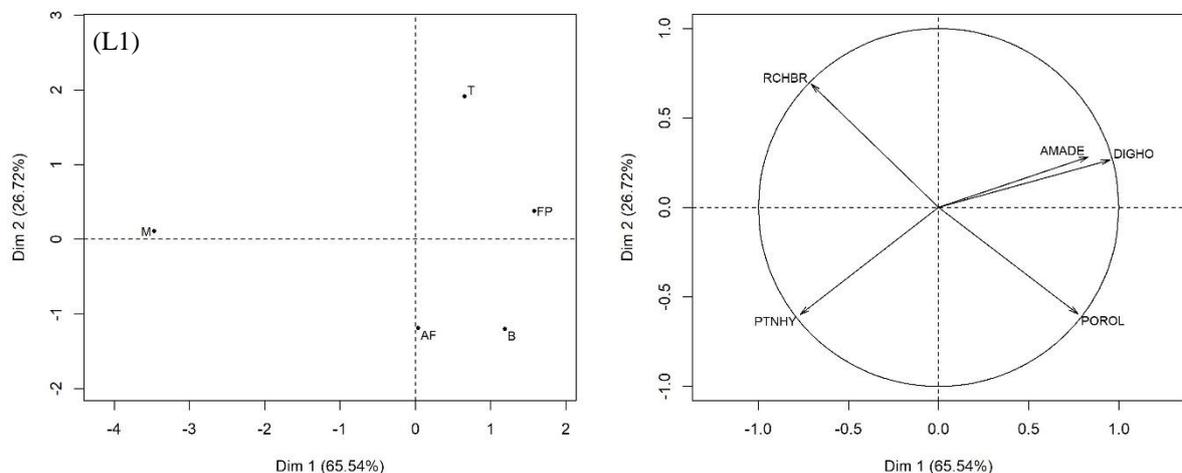
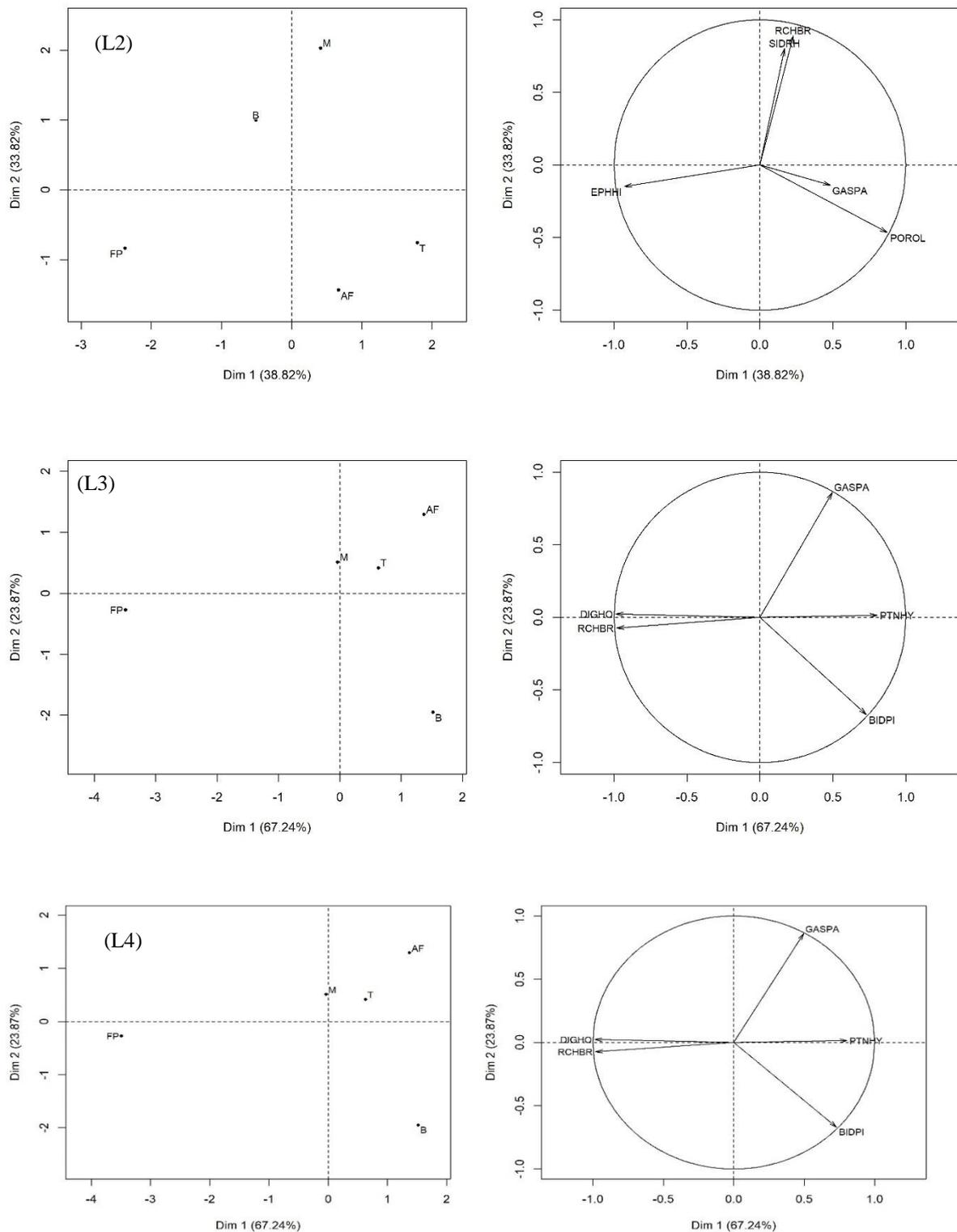


Figura 21 - Dispersão gráfica da média índice de valor de importância (IVI) da linha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante quatro levantamentos fitossociológicos (L1) dois (L2), três (L3) e quatro (L4). (conclusão)



Fonte: Do autor (2019).

De forma geral nos quatro levantamentos realizados na linha houve boa discriminação entre os tratamentos. No levantamento um (L1), o tratamento com feijão-de-porco foi agrupado próximo às plantas daninhas AMADE e DIGHO e de forma contrária a PTNHY, além disso, o manejo com braquiária foi agrupado mais próximo a POROL e de forma oposta à RCHBR (FIGURA 21).

No levantamento dois (L2), observou-se o agrupamento da mucuna anã com maior proximidade às plantas daninhas RCHBR e SIDRH. Nota-se também, que o tratamento com a vegetação espontânea da área (testemunha) agrupou mais próximo às plantas daninhas GASPA e POROL. Além disso, há maior aproximação do tratamento com feijão-de-porco com a planta daninha EPHHI (FIGURA 21).

No levantamento três (L3), o tratamento com a vegetação espontânea da área (testemunha) agrupou com maior proximidade das plantas daninhas GASPA, ELEIN e LEPVI e de forma oposta a mucuna anã. Já o tratamento amendoim forrageiro, agrupou próximo a PTNHY e RCHBR e de forma oposta, aos tratamentos com feijão-de-porco e mucuna anã (FIGURA 21).

No levantamento quatro (L4), houve o agrupamento da vegetação espontânea (testemunha) e amendoim forrageiro com maior proximidade com as plantas daninha GASPA. Além disso, o Feijão-de-porco formou um agrupamento próximo a DIGHO e RCHBR e de forma contrária, a PTNHY. Destaca-se ainda o agrupamento formado pela braquiária com proximidade à planta daninha BIDPI (FIGURA 21).

A dispersão para o número de indivíduos (NI) das 5 espécies de plantas daninhas com maior índice de valor de importância (IVI) em cada levantamento fitossociológico, realizado na linha do cafeeiro em função da análise de componentes principais, encontra-se na Figura 22.

Figura 22 - Dispersão gráfica da média do número de indivíduos (NI) da linha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante quatro levantamentos fitossociológicos (L1) dois (L2), três (L3) e quatro (L4). (continua)

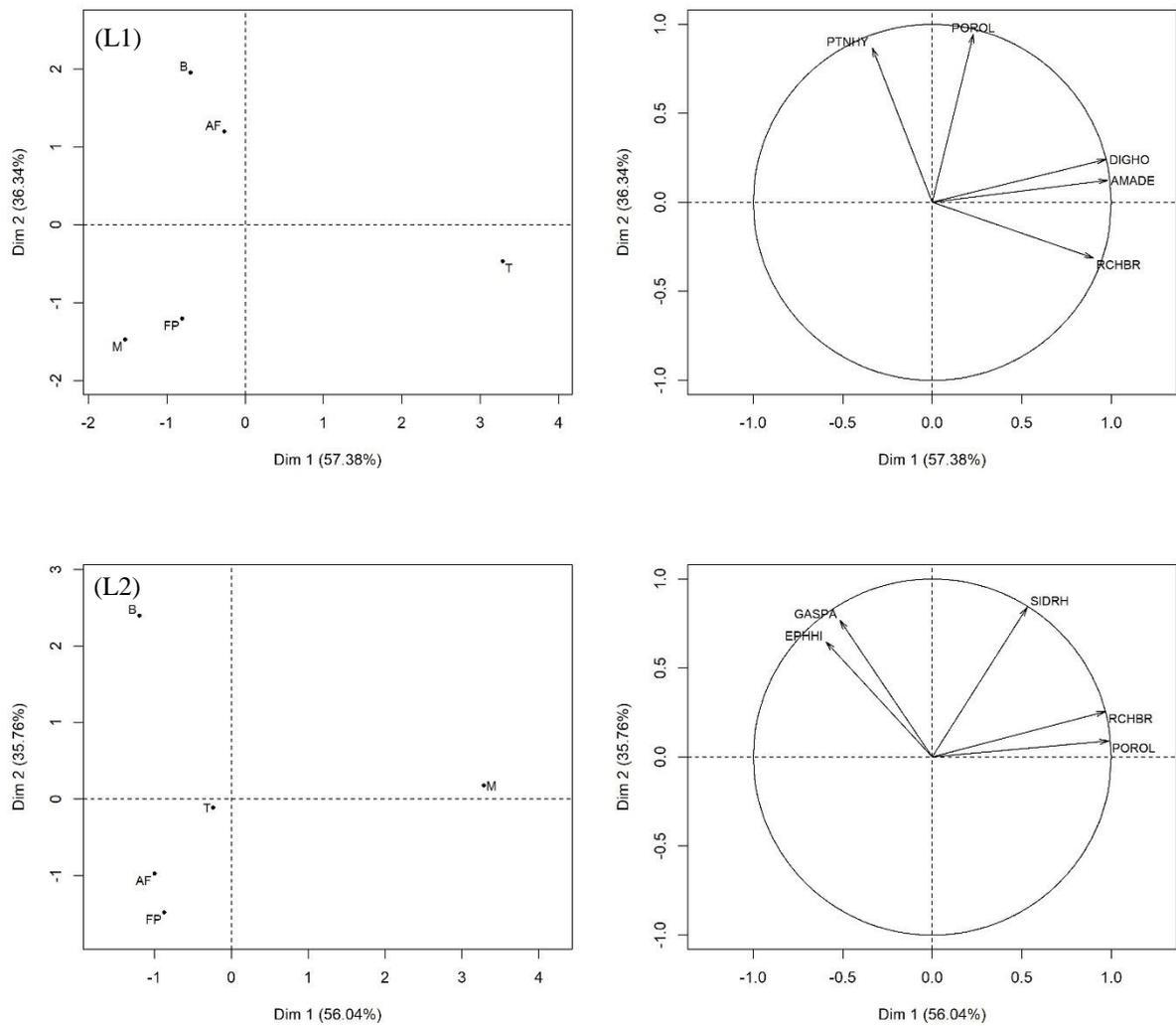
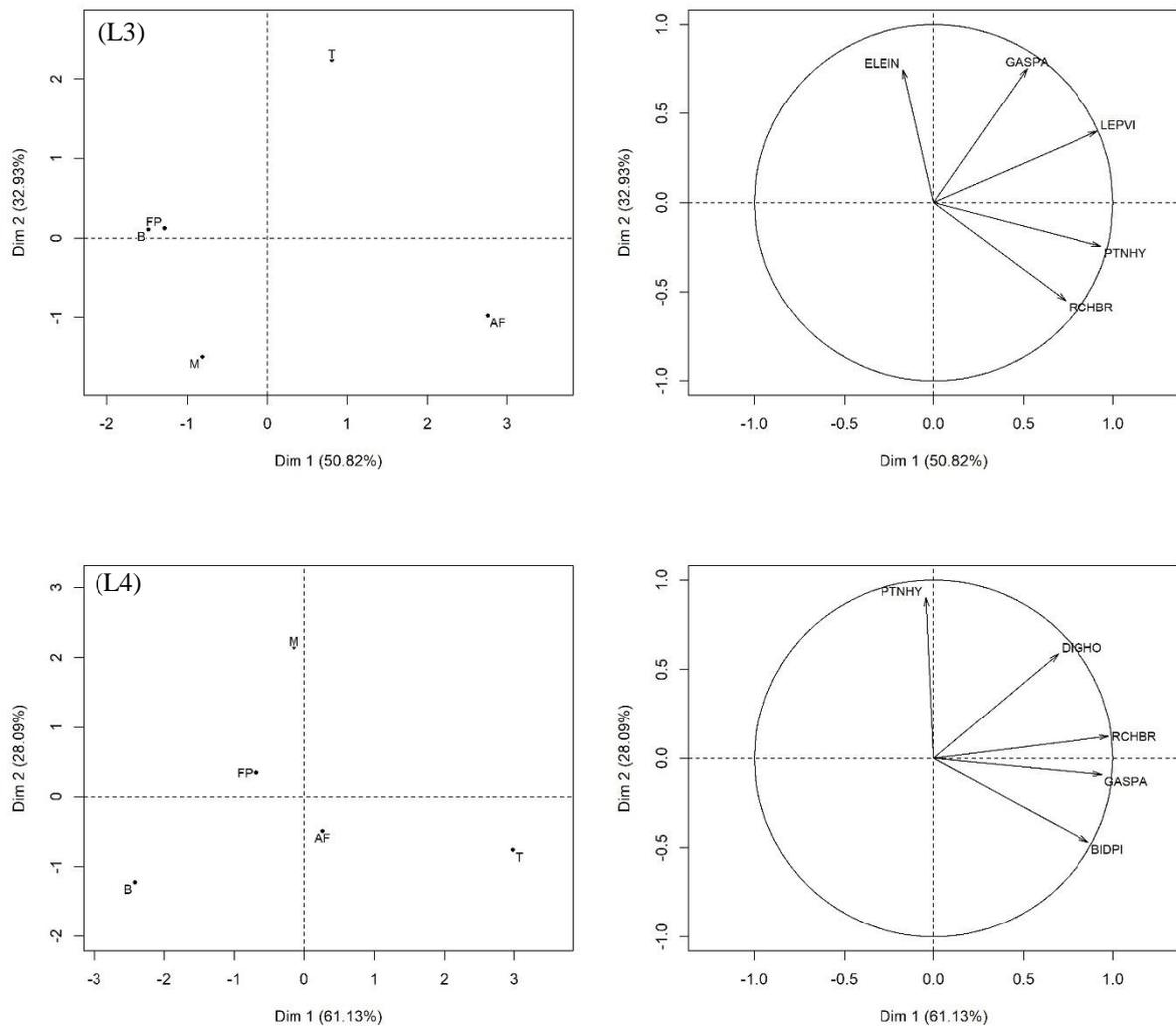


Figura 22 - Dispersão gráfica da média do número de indivíduos (NI) da linha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante quatro levantamentos fitossociológicos (L1) dois (L2), três (L3) e quatro (L4). (conclusão)



Fonte: Do autor (2019).

No levantamento um (L1), o manejo com a vegetação espontânea da área (testemunha) apresentou-se próximo às plantas daninhas DIGHO, AMADE e RCHBR. A braquiária e o amendoim forrageiro apresentaram menor distância da planta daninha PTNHY (FIGURA 22).

No levantamento dois (L2), observa-se que o tratamento com mucuna anã foi discriminado com maior aproximação das plantas daninhas RCHBR e POROL. Além disso, o tratamento com braquiária agrupou com maior proximidade das plantas daninhas GASPA e EPHHI (FIGURA 22).

Para o levantamento três (L3), nota-se que houve discriminação dos grupos, onde o tratamento com amendoim forrageiro apresentou menor distância em relação às plantas daninhas PTNHY e RCHBR. Adicionalmente o manejo com a vegetação espontânea (testemunha) apresentou-se próximo a LEPVI, GASPA e ELEIN (FIGURA 21).

No levantamento quatro (L4) o manejo com a vegetação espontânea (testemunha) proporcionou maior aproximação das plantas daninhas BIDPI, GASPA, RCHBR e DIGHO. Além disso, a planta daninha PTNHY apresentou alta contribuição para o agrupamento do tratamento com mucuna anã (FIGURA 22).

A dispersão das 5 espécies de plantas daninhas com maior índice de valor de importância (IVI), em cada levantamento fitossociológico realizado na entrelinha do cafeeiro, em função da análise de componentes principais, encontra-se na Figura 23.

Figura 23 - Dispersão gráfica da média índice de valor de importância (IVI) da entrelinha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante três levantamentos fitossociológicos (L1), três (L3) e quatro (L4). (continua)

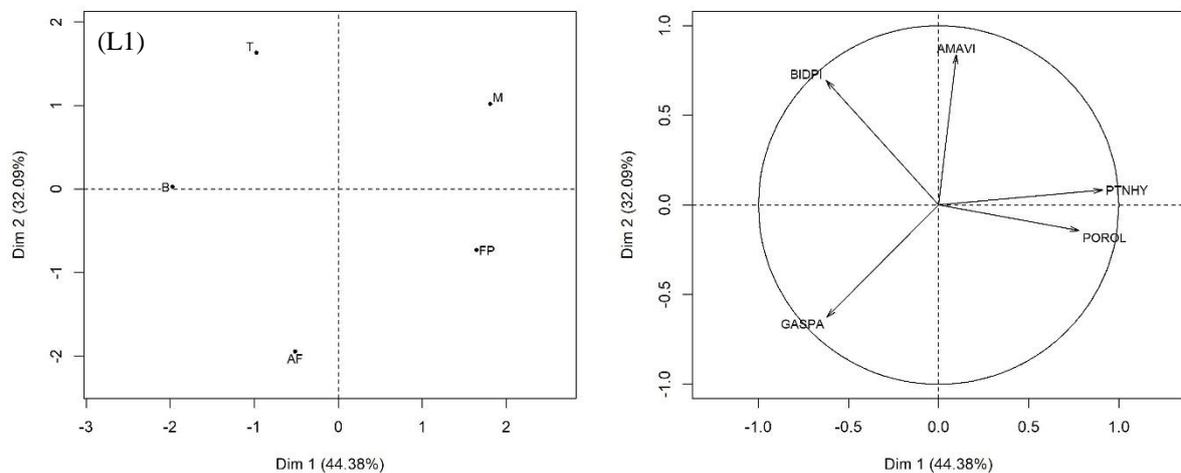
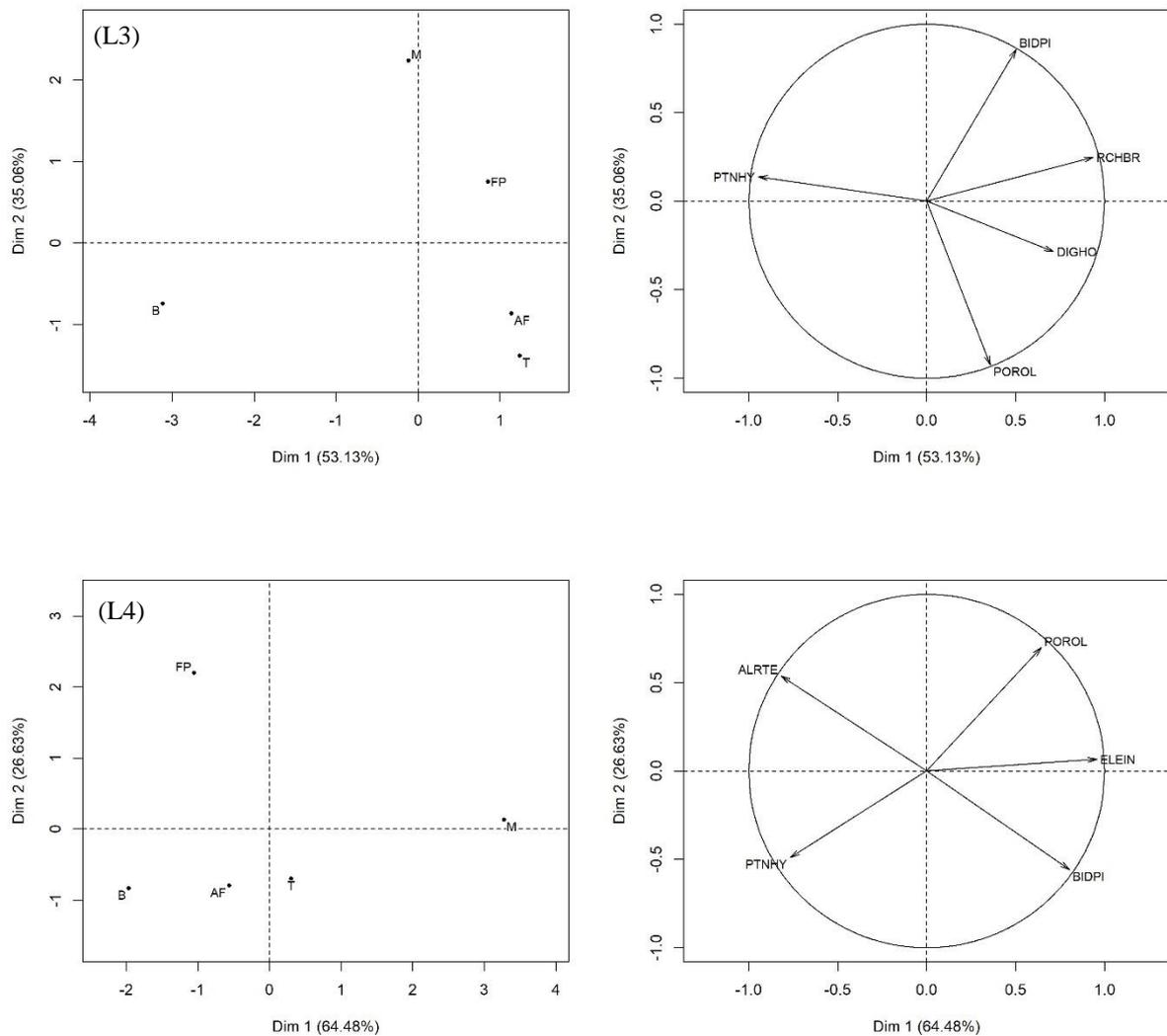


Figura 23 - Dispersão gráfica da média índice de valor de importância (IVI) da entrelinha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante três levantamentos fitossociológicos (L1), três (L3) e quatro (L4). (conclusão)



Fonte: Do autor (2019).

Nota-se no primeiro levantamento (L1) que houve boa dispersão dos grupos, o tratamento com feijão-de-porco agrupou próximo às plantas daninhas PTNHY e POROL e o manejo com a vegetação espontânea (testemunha) apresentou com maior distância dessas duas espécies e com maior proximidade das plantas daninhas BIDPI e AMAVI. Além disso, o tratamento com braquiária agrupou distante de todas as espécies de plantas daninhas (FIGURA 23).

Para o levantamento três (L3), a maioria dos tratamentos foram agrupados distantes um do outro, com exceção do amendoim forrageiro e o manejo com a vegetação espontânea (testemunha) que agruparam próximos as plantas daninhas POROL e DIGHO. O tratamento com feijão-de-porco apresentou menor distância em relação à RCHBR, e o tratamento com mucuna anã formou um agrupamento mais próximo à BIDPI. Adicionalmente a braquiária agrupou distante de todos os outros tratamentos e das plantas daninhas também (Figura 23).

No levantamento quatro (L4), o tratamento com braquiária formou um agrupamento próximo a planta daninha PTNHY, e distante à POROL. Já o tratamento com feijão-de-porco apresentou proximidade com a planta daninha ALRTE. O tratamento com mucuna anã agrupou com maior proximidade da planta daninha ELEIN (FIGURA 23).

A dispersão para o número de indivíduos (NI) das 5 espécies de plantas daninhas com maior índice de valor de importância (IVI) em cada levantamento fitossociológico realizado na entrelinha do cafeeiro em função da análise de componentes principais, encontra-se na Figura 24.

Figura 24 - Dispersão gráfica da média do número de indivíduos (NI) na entrelinha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante três levantamentos fitossociológicos (L1), três (L3) e quatro (L4). (continua)

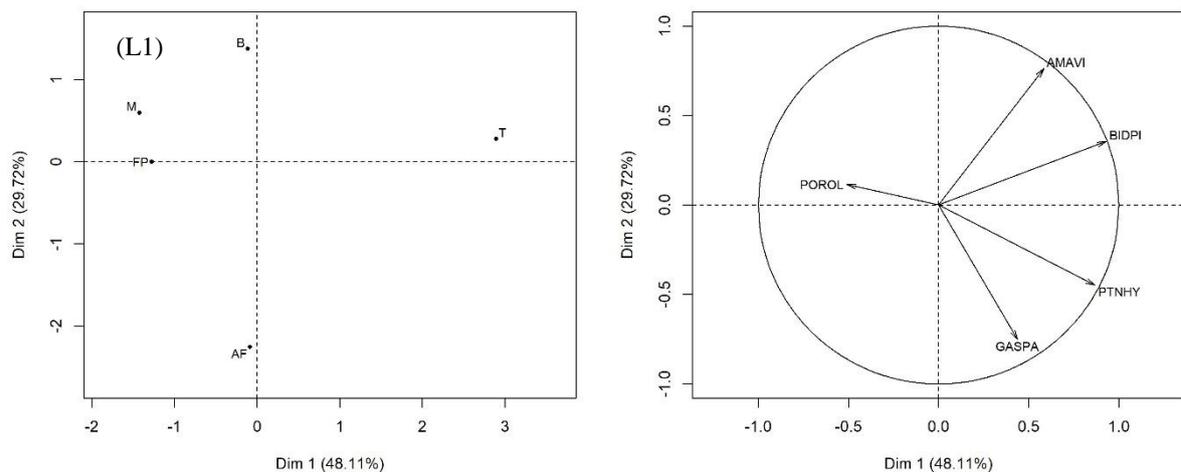
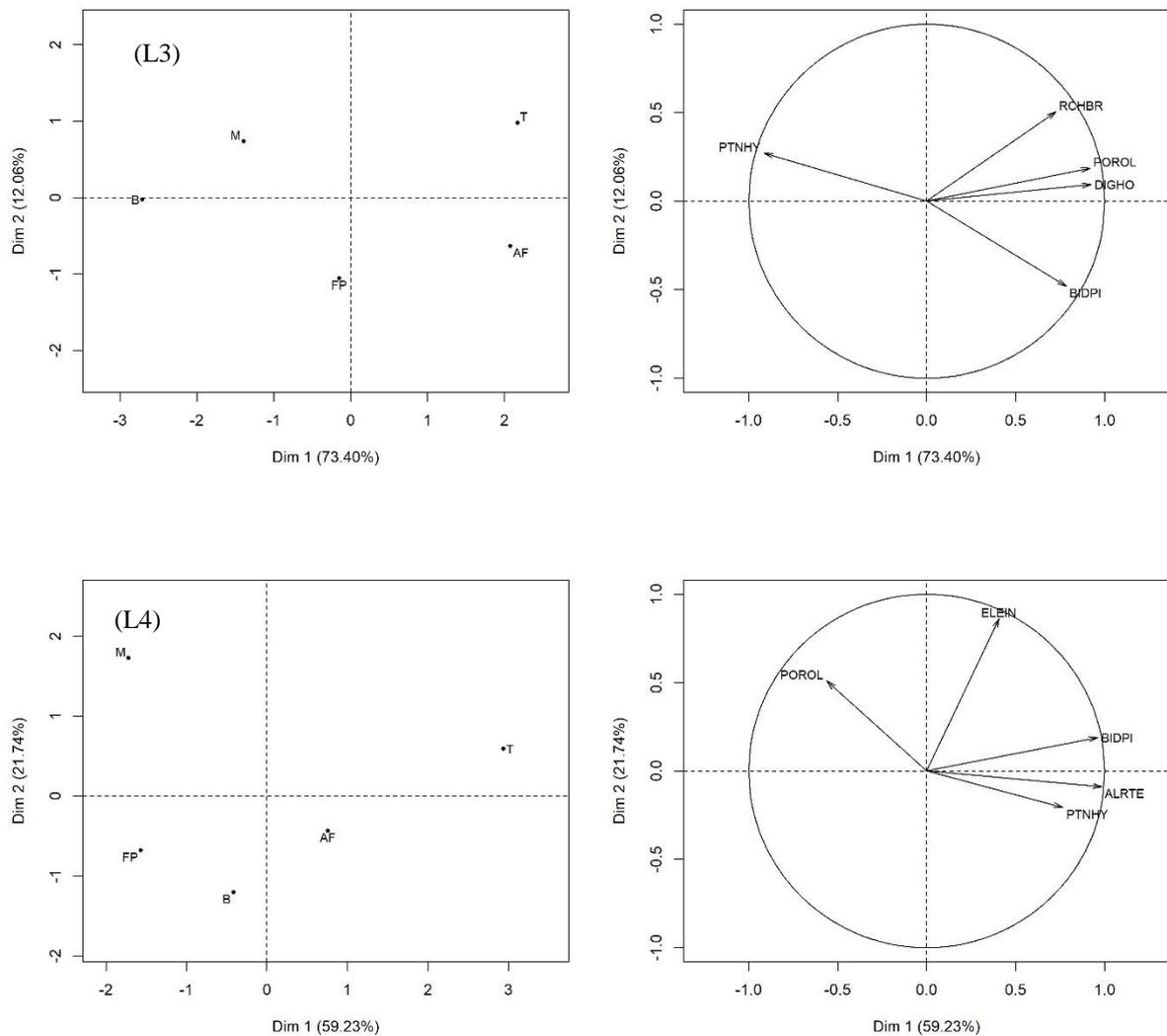


Figura 24 - Dispersão gráfica da média do número de indivíduos (NI) na entrelinha de cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) em relação aos dois primeiros componentes principais durante três levantamentos fitossociológicos (L1), três (L3) e quatro (L4). (conclusão)



Fonte: Do autor (2019).

Em geral, nos três levantamentos, houve boa discriminação entre os grupos e o manejo com vegetação espontânea da área (testemunha) apresentou menor distância em relação a maioria das plantas daninhas, e os tratamentos com feijão-de-porco e braquiária maior distância.

No levantamento um (L1), observa-se que a testemunha se apresentou mais próxima das plantas daninhas BIDPI e AMAVI, e de forma oposta aos manejos com braquiária, mucuna anã e feijão-de-porco, que por sua vez agruparam mais próximos da planta daninha POROL (FIGURA 24).

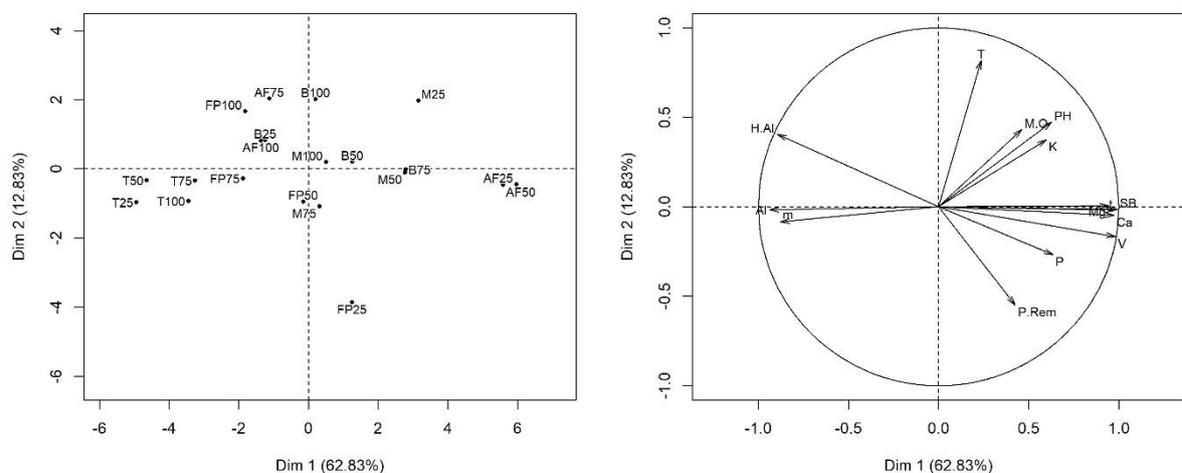
O terceiro levantamento (L3), nota-se o agrupamento do tratamento com amendoim forrageiro com mais aproximação da planta daninha BIDPI, e de forma oposta, à PTNHY, que teve maior contribuição para o agrupamento da mucuna anã. Destaca-se ainda, que o manejo com a vegetação espontânea (testemunha) formou um agrupamento com menor distância das plantas daninhas DIGHO, POROL e RCHBR, sendo que o tratamento com braquiária agrupou de forma oposta a estas plantas daninhas (FIGURA 24).

No levantamento quatro (L4), o manejo com a vegetação espontânea apresentou menor distância das plantas daninhas BIDPI, PTNHY e ALRTE, e de forma oposta, aos tratamentos com mucuna anã, braquiária e feijão-de-porco foram agrupados com maior distância destas plantas daninhas. Além disso, a mucuna anã formou um agrupamento próximo a planta daninha POROL (FIGURA 24).

#### 4.4 Atributos químicos do solo e teores foliares de nutrientes

A dispersão dos 20 tratamentos em função dos componentes principais para os atributos químicos do solo encontra-se na Figura 25.

Figura 25 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 50, 75 e 100 cm) de plantio em relação aos dois primeiros componentes principais com base nos atributos químicos do solo.



Fonte: Do autor (2019).

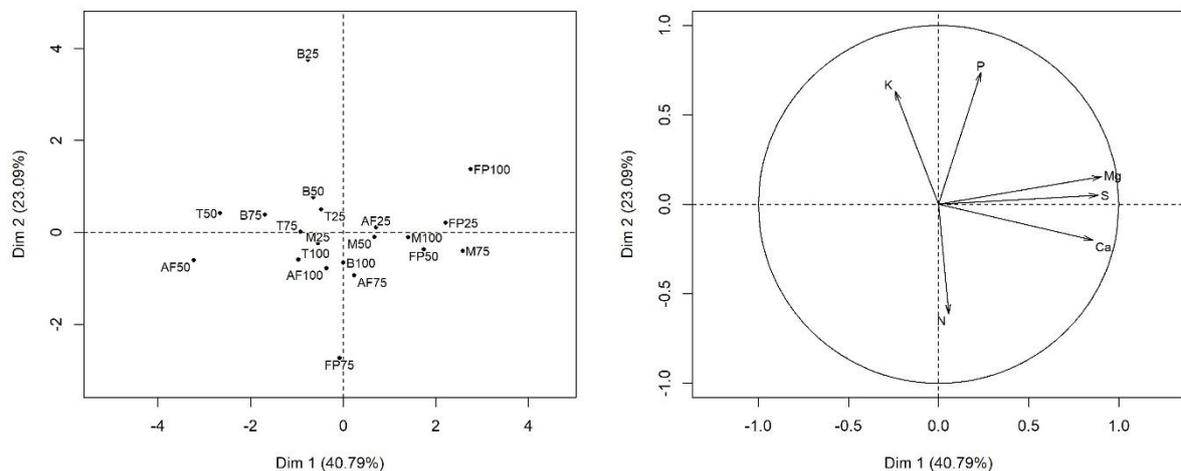
Não se observa discriminação clara entre os tratamentos, mas os tratamentos com manejo da vegetação espontânea (testemunha) em todas as distâncias de plantio agruparam

próximo ao teor de alumínio no solo (Al) e saturação por alumínio (m) e opostos aos demais atributos do solo.

Os tratamentos com amendoim forrageiro nas distâncias de 25 e 50 cm (AF25 e AF50), mucuna anã nas distâncias de 25, 50 e 75 (M25, M50 e M75) e a braquiária na distância de 100 cm (B100) foram agrupados de forma a apresentar maior contribuição com as características capacidade de troca cátions (T), potencial hidrogênionico (pH), matéria orgânica (M.O), potássio (k), magnésio (Mg), soma de bases (SB), cálcio (Ca), saturação por bases (V) e fósforo (P) e de forma contrária, ao teor de alumínio e saturação por alumínio. Verifica-se também, que amendoim forrageiro 25 e 50 cm (AF25 e AF50) foram agrupados com maior contribuição das variáveis Mg, Ca, V e soma de bases (FIGURA 25).

A dispersão gráfica dos teores de macronutrientes nas folhas dos cafeeiros encontram-se na Figura 26.

Figura 26 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (25, 550, 75 e 100 cm) de plantio em relação aos dois primeiros componentes principais com bases foliares de macronutrientes durante a época cinco (E5).



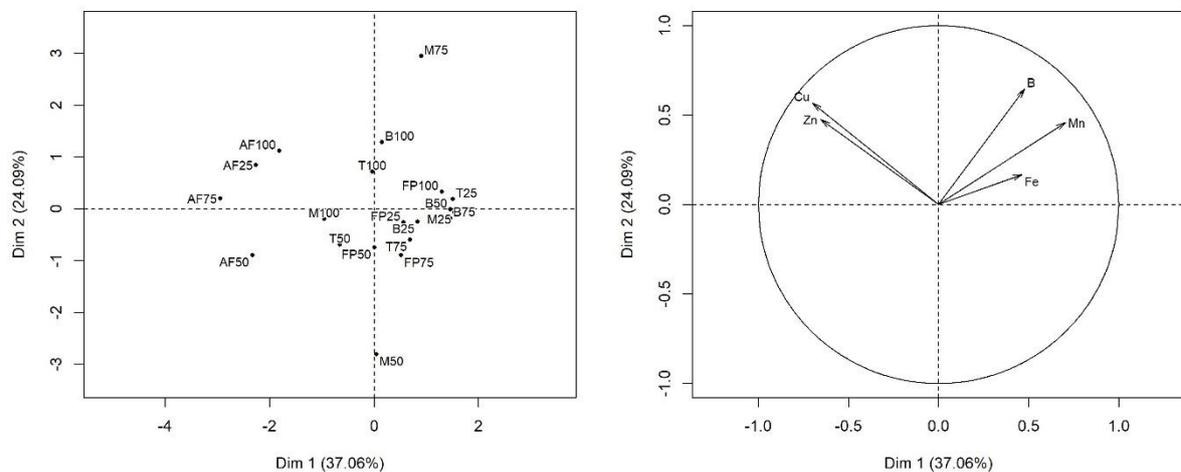
Fonte: Do autor (2019).

Nota-se a formação de dois subgrupos, onde as variáveis Mg, S e Ca tiveram alta contribuição no agrupamento dos tratamentos com feijão-de-porco nas distâncias 25, 50 e 100 (FP25, FP50 e FP100), e dos tratamentos com mucuna anã nas distâncias de 75 e 100 cm (M75 e M100), sendo que este grupo ficou oposto a todos os tratamentos com manejo da vegetação espontânea (T25, T50, T75 e T100), os tratamentos com braquiária nas distância de 25, 50 e 75

cm (B25, B50 e B75) e também dos tratamentos amendoim forrageiro na distância de 100 cm (AF100). Observa-se também que o tratamento com feijão-de-porco na distância de 75 cm (FP75) proporcionou maior aproximação da variável nitrogênio (FIGURA 26).

A dispersão gráfica dos teores foliares de micronutrientes encontram-se na Figura 27.

Figura 27 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de cinco tipos de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco, braquiária, amendoim forrageiro e vegetação espontânea) e quatro distâncias (cm) de plantio (25, 50, 75 e 100cm) de plantio em relação aos dois primeiros componentes principais com base foliares de micronutrientes durante a época cinco (E5).



Fonte: Do autor (2019).

Não se observa discriminação clara entre os tratamentos, apenas foi possível observar a discriminação de alguns tratamentos com amendoim forrageiro (AF100, AF75 e AF25), os quais ficaram dispostos com maior proximidade das variáveis Zn e Cu e contrários às variáveis B, Mn e Fe. Bem como maior proximidade da mucuna anã com distância de 75 cm do B (FIGURA 27).

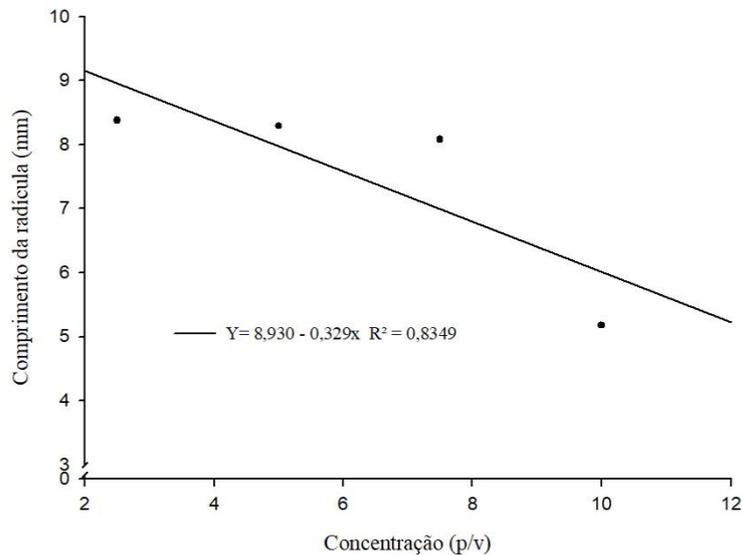
#### 4.5 Potencial alelopático de extrato de plantas de cobertura

Para as características, comprimento da radícula (CR) e porcentagem de germinação (G%) da alface, índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação do leiteiro, não foram constatadas interações significativas, sendo que os fatores plantas de cobertura e concentração dos extratos foram significativos ( $p < 0,05$ ) e estudados de forma isolada. Já para o IVG da alface e comprimento da radícula do leiteiro, houve significância para

a interação entre os fatores. Não houve significância dos fatores para porcentagem de germinação da alface (TABELAS 6, ANEXO A).

Para a característica comprimento da radícula das plântulas da alface, houve comportamento linear decrescente, sendo que, à medida que se aumentou a concentração do extrato da planta de cobertura, reduziu-se o comprimento da radícula, reduzindo aproximadamente 36% quando na concentração de 10 p/v (FIGURA 28).

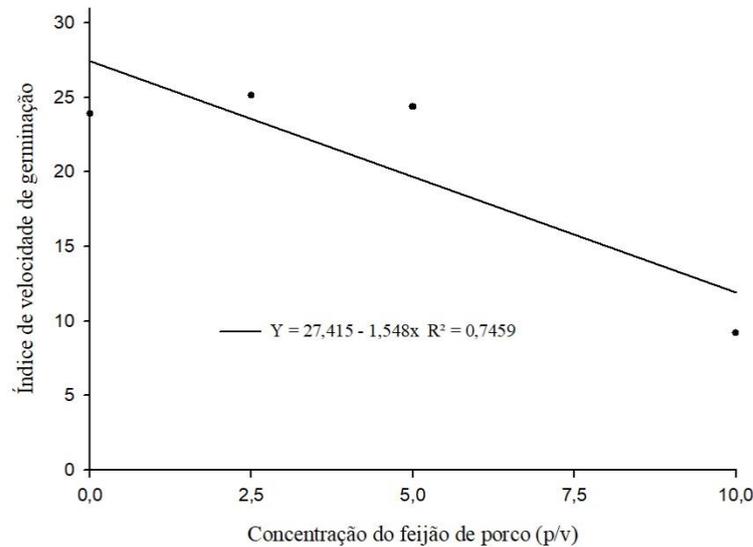
Figura 28- Comprimento da radícula de plântulas de alface (CR-mm) em função da concentração do extrato aquoso de plantas de cobertura do solo.



Fonte: Do autor (2019).

O extrato de feijão-de-porco reduziu o índice de velocidade de germinação (IVG) da alface, ou seja, à medida que se aumentou a concentração do extrato, ocorreu a redução do IVG na concentração de 10 p/v em torno de 45% (FIGURA 29).

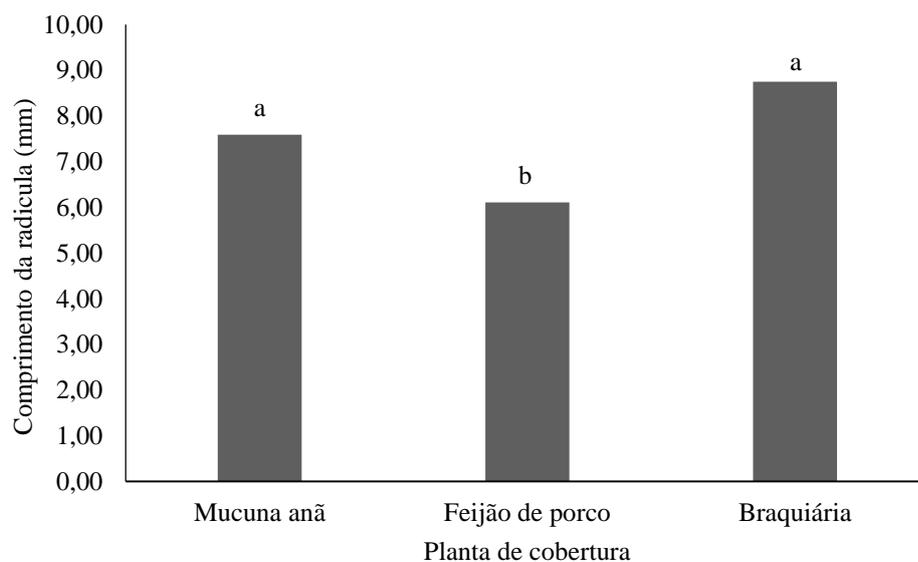
Figura 29- Índice de velocidade de germinação de sementes de alface (IVG) em função da concentração do extrato aquoso de feijão-de-porco.



Fonte: Do autor (2019).

Para o comprimento da radícula das plântulas de alface, nota-se que o extrato de feijão-de-porco apresentou maior redução dessa característica em relação aos extratos com mucuna anã e braquiária (FIGURA 30).

Figura 30 - Representação gráfica do comprimento da radícula (CR-mm) de plântulas de alface em função da aplicação de extrato aquoso de plantas de cobertura do solo (mucuna anã, feijão-de-porco e braquiária).



Barras seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade

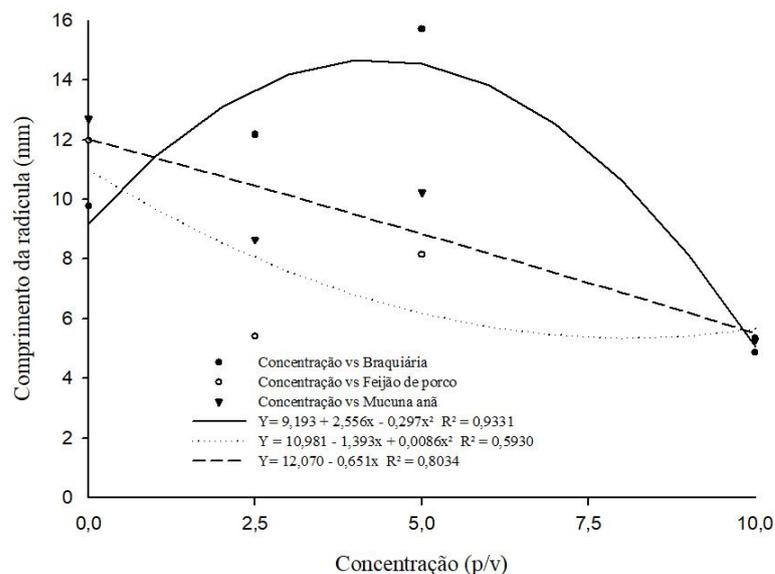
Fonte: Do autor (2019).

Para o comprimento da radícula da *Euphorbia heterophylla*, a aplicação do extrato de braquiária promoveu comportamento quadrático dos dados, no qual houve aumento do comprimento da radícula até a concentração de 4,90 p/v, atingindo o comprimento máximo de 15,08 mm, com posterior redução com aumento da concentração do extrato.

O comprimento da radícula também apresentou efeito quadrático para o extrato de feijão-de-porco, no qual com o aumento da concentração, houve redução do comprimento, atingindo o menor comprimento de 4,94 mm na concentração de 8,68 p/v.

Já para o extrato de mucuna anã, o aumento da concentração reduziu o comprimento da radícula de forma linear decrescente, atingindo aproximadamente 46% de redução na concentração de 10 p/v (FIGURA 31).

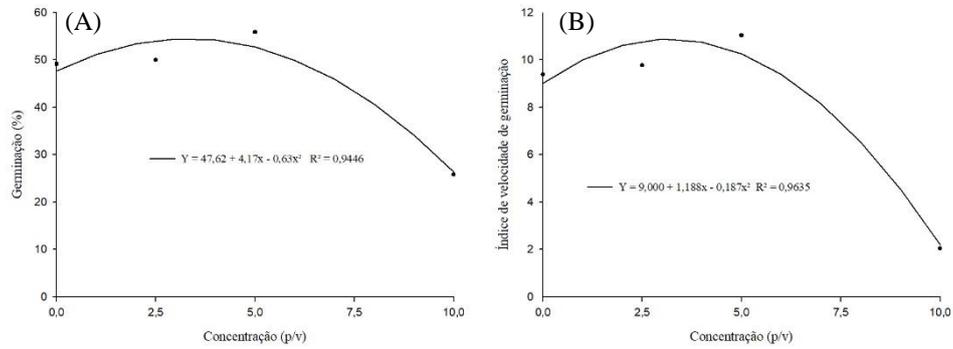
Figura 31- Comprimento da radícula de plântulas (CR-mm) de *Euphorbia heterophylla* em função da concentração do extrato aquoso de braquiária, feijão-de-porco e mucuna anã.



Fonte: Do autor (2019).

A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes da *Euphorbia heterophylla* apresentaram comportamento quadrático, atingindo a maior porcentagem de emergência (50,49%) na concentração de 3,30 p/v, com posterior redução até a concentração de 10 p/v. Com a mesma tendência, o índice de velocidade de germinação atinge o máximo na concentração de 3,19 p/v com posterior redução até a concentração de 10 p/v. Ressalta-se que, nas concentrações de 10 p/v tanto a germinação, como o IVG, atingem os menores valores (FIGURA 32 A e B).

Figura 32 - Porcentagem de germinação (G-%) e índice de velocidade de emergência (IVG) de sementes de *Euphorbia heterophylla* em função da concentração do extrato aquoso de plantas de cobertura do solo.



Fonte: Do autor (2019).

## 5 DISCUSSÃO

As faixas de controle podem ser definidas como a distância livre da incidência de plantas daninhas para a linha em que estão presentes as plantas cultivadas (TOLEDO et al., 2003). A metodologia de faixas de controle é usada mais frequentemente em culturas perenes, principalmente na fase de formação (SOUZA et al., 2006).

No presente trabalho, é possível inferir que as distâncias entre as linhas de plantio dos cafeeiros e as plantas de cobertura (faixa mantida livre de plantas), interferiram nas características de crescimento, umidade e resistência do solo a penetração.

De modo geral, os cafeeiros consorciados com as plantas de cobertura em distâncias muito próximas da linha, independente se o período é seco ou chuvoso, apresentaram perdas significativas na altura, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos plagiotrópicos, número de nós no ramo plagiotrópico. Além disso, essas distâncias mais próximas também reduziram o diâmetro de copa e o solo apresentou maior resistência a penetração.

No entanto, de acordo com a dispersão gráfica (FIGURA 14), principalmente em épocas de restrição hídrica (E2 e E3) houve agrupamento das plantas de cobertura com menor distância de plantio, com maior distância das características citadas anteriormente.

As raízes do cafeeiro concentram-se nos primeiros 30 cm da superfície, sob a projeção da copa (RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013), logo, a redução das características observadas nesse trabalho pode estar relacionada com a competição por nutrientes, água e luz exercida pelas plantas de cobertura cultivadas muito próximas ao cafeeiro.

Nesse sentido, Gomes et al. (2008) destacam que vários fatores ambientais, especialmente a disponibilidade de luz, podem causar modificações nas características estruturais e funcionais das folhas, culminando com alterações no padrão de crescimento e produção das plantas. Observa-se que, principalmente nos períodos iniciais da lavoura, as plantas cultivadas em menores distâncias exercem alto sombreamento sobre os cafeeiros. Essa sombra em excesso pode reduzir o crescimento e a produção das plantas mesmo o café, sendo uma planta C3 (BALIZA et al., 2012a). Esses autores destacam ainda, que para cafeeiros em formação a sombra deve ser de no máximo 30%.

Além disso, Paulo et al. (2001), em estudos de cafeeiros consorciados com plantas de cobertura a partir da projeção da copa, observaram que a produção da fitomassa foi a responsável pela diminuição do diâmetro do caule e altura da planta, provavelmente pela maior competição por água, luz e nutrientes.

O manejo indevido dessas espécies pode proporcionar interferências negativas, tanto nas características vegetativas, quanto produtivas do cafeeiro (MORAIS et al., 2003). Corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho, Souza et al. (2006), em experimento para analisar a faixa ideal de controle para braquiária em cafeeiros, verificaram que as plantas de café com faixa de controle inferior a 100 cm apresentaram redução mais intensa no crescimento em altura e no diâmetro do caule. Concluíram também que a largura mínima da faixa de controle a ser utilizada foi igual ou superior a 100 cm de cada lado da linha, a fim de manter o cafeeiro livre da interferência dessas plantas.

Alguns trabalhos com culturas intercalares, como o feijão e o amendoim, reforçam que distâncias menores que 100 cm podem afetar o desenvolvimento do cafeeiro (CARVALHO ANDRADE; GUIMARÃES, 2007; CARVALHO et al., 2009, CARVALHO et al., 2010; RIBEIRO et al., 2012).

No gráfico de dispersão observa-se que os tratamentos com menores distâncias foram discriminados mais distantes das características de crescimento analisadas, principalmente a braquiária e o manejo da testemunha (vegetação espontânea) nas distâncias de 25 e 50 cm.

No trabalho de Souza et al. (2006), a testemunha não capinada e as faixas de controle de braquiária com 25 e 50 cm de largura, provocaram redução do crescimento de cafeeiros e permaneceram constantes por 586 dias, sendo que após esse período, as faixas de 50 cm retomaram o crescimento.

A braquiária e a vegetação espontânea exercem influência sobre o cafeeiro durante todo ano, incluindo período de restrição hídrica, o que pode ter prejudicado o desenvolvimento dos cafeeiros em distâncias menores. Ronchi (2002), observaram reduções médias de 42% na biomassa seca da parte aérea de plantas de café devido a interferência de cinco plantas por vaso de *U. decumbens*, demonstrando a agressividade dessa planta caso não seja manejada adequadamente.

Além disso, no levantamento fitossociológico das plantas daninhas presentes no manejo da vegetação espontânea (testemunha), identificou-se plantas daninhas extremamente agressivas para o cafeeiro, como o capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*) e capim-pé-de galinha (*Eleusine indica*), o que possivelmente elevou ainda mais a competitividade com o cafeeiro, principalmente em épocas de restrição hídrica.

Nesse sentido, para o bom desenvolvimento de cafeeiro, Dias et al. (2004), sugeriram uma faixa de controle para população de plantas daninhas diversas de no mínimo 60 cm, para que o cafeeiro tenha bom desenvolvimento, dados esses que ratificam os encontrados no presente trabalho.

No entanto, verificou-se que o amendoim forrageiro, mesmo em distâncias menores, não agrupou próximo as características de crescimento do cafeeiro, principalmente do diâmetro do caule. O diâmetro do caule é um dos melhores indicadores da competição de plantas daninhas com a cultura do café até três anos de idade (FRIESSLEBEN; POHLAN; FRANKE, 1991).

Segundo Cunha et al. (2013) o cultivo do amendoim-forrageiro, manejado lateralmente, com faixa de 50 cm, não interfere nos aspectos vegetativos e produtivos do cafeeiro, sugerindo assim que o amendoim forrageiro pode ser cultivado em menores distâncias das linhas de plantio do cafeeiro, por exercer pouca competição quando comparado as demais plantas de cobertura utilizadas no trabalho.

Em relação às plantas de cobertura, o amendoim forrageiro propiciou maior diâmetro de caule dos cafeeiros na época 1 (E1), demonstrando forte relação com essa característica, além disso, na dispersão gráfica agrupou com menor distância dela (FIGURA 14). Adicionalmente, o feijão-de-porco, mucuna anã e amendoim forrageiro, proporcionaram maior altura de plantas e número de ramos plagiotrópicos na última avaliação (E5), comparados a braquiária e manejo da vegetação espontânea da área (testemunha).

As três espécies que favoreceram o crescimento do cafeeiro são leguminosas, e possivelmente esses resultados decorram em função da biomassa de qualidade que elas proporcionam, com incremento da matéria orgânica e beneficiando a ciclagem de nutrientes, possibilitando a liberação de nutrientes, principalmente o nitrogênio (BALOTA; AULER, 2011; CARDOSO et al., 2013; BERGO et al., 2006). Além disso, o aumento da matéria orgânica do solo está associado a maior umidade (DALCHIAVON et al., 2014), otimizando assim o crescimento das plantas.

Complementando esses resultados, nota-se na dispersão gráfica, principalmente nas épocas 2 e 3 e 4 (E2, E3 e E4), que a umidade do solo contribuiu para o agrupamento dos tratamentos com mucuna anã, feijão-de-porco e também da braquiária com distância de 100 cm na época 4 (E4) (FIGURA 14).

As leguminosas mucuna anã, feijão-de-porco e amendoim forrageiro favoreceram o desenvolvimento do cafeeiro como visto acima, e na dispersão gráfica, formaram um agrupamento com maior proximidade da maioria das características de crescimento e de forma contrária, aos tratamentos com o manejo da vegetação espontânea (testemunha) e a braquiária em distâncias menores (25 e 50) (FIGURA 14).

Além dos benefícios já citados, que essas plantas propiciam aos cafeeiros, elucidam-se com a dispersão gráfica dos teores foliares do cafeeiro de macro e micronutrientes e os atributos

do solo que essas leguminosas de forma geral agruparam com maior proximidade de nutrientes como o nitrogênio (N), cálcio (Ca), teor de enxofre (S), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu) e (Zn) e dos atributos químicos do solo, principalmente troca cátions (T), potencial hidrogênionico (pH), matéria orgânica (M.O), potássio (k), magnésio (Mg), soma de bases (SB), cálcio (Ca), saturação por bases (V) e fósforo (P) e de forma contrária, ao teor de alumínio (Al) e saturação por alumínio (m) que mais contribuíram para o agrupamento de todos os tratamentos com manejo da vegetação espontânea da área (FIGURA 25).

Esses atributos (Al e m) reduzem o crescimento radicular das plantas, uma vez que esse elemento afeta o alongamento e a divisão celular, em tais condições, as plantas não conseguem obter água e nutrientes do subsolo, em virtude do seu enraizamento superficial, tornando-as mais suscetíveis a seca (MIGUEL et al., 2010). De acordo com Konrad et al. (2005), em cafeeiros, a presença de alumínio acarretou em quedas significativas na fotossíntese, devido à queda na condutância estomática, nas atividades bioquímicas e fotoquímicas, associadas ao efeito tóxico do alumínio. No entanto, no presente trabalho, de forma geral, não ocorreram diferenças da fotossíntese e condutância entre as leguminosas e a testemunha.

Por outro lado, as leguminosas estão relacionadas com atributos benéficos para o cafeeiro e também favorecem a nutrição, fornecendo condições propícias para o melhor desenvolvimento da cultura.

Alguns trabalhos confirmam essas características benéficas das leguminosas, como a realização de simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, que pode atuar como fonte de nitrogênio para os cafeeiros (COELHO et al., 2006).

A aplicação da massa amendoim forrageiro aumentou em até oito vezes a concentração de K, quando comparado com adubação com sulfato de amônio, ocorrendo também aumento nas concentrações de P, Ca, Mg, concluindo que os solos adubados com fabáceas apresentaram maior fertilidade do que os que receberam sulfato de amônio, a despeito do maior crescimento dos cafeeiros verificado nesses solos (VILELA et al., 2011).

Adicionalmente, em cultivo solteiro e consorciado o feijão-de-porco apresenta grande produtividade de massa fresca, até mesmo quando comparado com outras leguminosas (ALMEIDA; CAMARA, 2011), e essa biomassa possui boa capacidade de liberação de nutrientes relacionados a decomposição da matéria seca, tais como C, N, P, Ca e Mg, gerando resíduos de boa qualidade (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; BRITO, 2007).

Além disso, as mucunas são ótimas para adubação verde e fixação de N atmosférico, podendo fixar na parte aérea de 170 a 250 kg ha<sup>-1</sup> (TIECHER, 2016).

A combinação de todos esses fatores, como a manutenção da umidade do solo, melhora dos atributos químicos do solo e da nutrição, são benefícios das três leguminosas que faz com que os cafeeiros consorciados a elas apresentem o maior crescimento.

O cafeeiro consorciado com braquiária e o manejo da vegetação espontânea (testemunha), apresentaram maior fotossíntese nos dois períodos de maior disponibilidade hídrica (E1 e E4), sendo que o feijão-de-porco e a mucuna anã propiciaram maiores médias dessa característica na época 3 (E3). Isso ocorreu, possivelmente, pelo fato do fornecimento principalmente de magnésio proporcionado por essas duas plantas em períodos de escassez hídrica. O Mg é o nutriente que ativa mais enzimas no reino vegetal. Alguns exemplos de enzimas ativas pelo Mg são as ATPases e a Rubisco (CAKMAK; YAZICI, 2010), que são enzimas fundamentais no processo fotossintético.

De maneira geral, os manejos com braquiária aumentaram a condutância estomática nas épocas (E1, E3 e E4), bem como maior transpiração na maioria das épocas juntamente com o feijão-de-porco e o manejo da vegetação espontânea da área (testemunha).

A relação entre a assimilação de CO<sub>2</sub> e a transpiração é um indicador da eficiência do uso da água (EUA). As variáveis avaliadas no presente estudo são altamente relacionadas, já que os valores de condutância estomática indicam a abertura e fechamento dos estômatos, que são responsáveis pelas trocas gasosas da fotossíntese e pela saída de H<sub>2</sub>O por transpiração. Logo, quanto maior o teor de C fixado e menor a transpiração, maior será a eficiência do uso da água.

Dessa forma, a mucuna anã e o amendoim forrageiro, com exceção da época 2 (E2) caracterizada por restrição hídrica, se comportaram de forma inversa a braquiária, vegetação espontânea e feijão-de-porco, no qual esses dois manejos apresentaram alta eficiência do uso da água, mesmo apresentando menor condutância estomática, taxa fotossintética e transpiratória.

A menor eficiência dos manejos com braquiária, possivelmente ocorreu por interferência no cafeeiro, principalmente nos períodos mais secos, visto a agressividade dessa espécie, sugerindo assim, maior cuidado no manejo dessa planta de cobertura em cafeeiros durante o consorciamento.

De acordo com Concenço et al. (2007), o aumento da condutância estomática da cultura, com esse manejo, provavelmente é devido ao incremento na atividade metabólica da planta, como forma de favorecer o aumento da massa e da sua competitividade em relação às demais plantas.

Além disso, os maiores valores de condutância estomática de vapores de água (gs) normalmente são inversamente proporcionais à eficiência em utilizá-la (FERREIRA et al., 2011), como foi observado nos tratamentos com mucuna anã e amendoim forrageiro.

Ademais, a menor condutância estomática reduz a entrada de CO<sub>2</sub> para sítios de carboxilação da Rubisco e conservam H<sub>2</sub>O, sendo esse um importante mecanismo de defesa contra maiores perdas de água e consequentemente a desidratação (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Esses resultados são elucidados no gráfico de dispersão, onde as plantas de cobertura agruparam com maior proximidade da eficiência do uso da água e de forma contrária a fotossíntese, com exceção do feijão-de-porco na época 2 (E2), além disso, sugere que as plantas de cobertura em distâncias maiores são mais eficientes no uso da água. As plantas de cobertura em distâncias menores, principalmente 25 e 50 cm, agruparam mais próximos da fotossíntese, transpiração, condutância estomática e potencial hídrico foliar (FIGURA 20). As plantas de cobertura em distâncias mais próximas podem causar sombreamento aos cafeeiros, fazendo com que aumentem as trocas gasosas.

Nesse sentido, Baliza et al. (2012b), observaram que plantas de cafeeiros a pleno sol, não sombreadas, apresentaram menores valores de condutância estomática e transpiração. Esse resultado corrobora com o presente trabalho, pois é possível a associação entre as maiores distâncias do cultivo intercalar com as condições de plantas de cafeeiros cultivadas a pleno sol.

Esses resultados também estão de acordo com Freitas et al. (2003), que observaram, para mudas de café, aumento dos valores de condutância estomática com o aumento do nível do sombreamento. Os maiores valores de condutância estomática e transpiração, possivelmente pode estar relacionado em uma resposta da planta de cafeeiro em captar maior quantidade de CO<sub>2</sub> em condições de baixa luminosidade provocado pelas plantas de cobertura nas menores distâncias (25 cm e 50 cm). Nessas condições, a planta precisa abrir o estômato um maior número de vezes, acarretando na maior perda de água.

Segundo Ribeiro e Machado (2007), em ambientes ou períodos quentes, as plantas apresentam menor abertura estomática como um mecanismo para evitar a desidratação excessiva, mesmo em solos com boa disponibilidade hídrica. Esse fato pode ser observado nas maiores distâncias (75cm e 100cm).

Trabalhos feitos por Araújo e Demicinis (2009) mostram que por meio da redução da condutância estomática, a perda de água pelos estômatos é reduzida, resultando em menor transpiração, no entanto, como consequência pode haver restrição à entrada de CO<sub>2</sub>, o que pode provocar a redução da fotossíntese e da respiração.

A maior eficiência do uso da água observada nas maiores distâncias, possivelmente, é resposta de adaptações morfofisiológicas do cafeeiro, que apresentaram menores valores de condutância e transpiração, com manutenção e/ou aumento da taxa fotossintética. De acordo com Castro, Pereira e Paiva (2009), as folhas em ambiente com maior radiação são tipicamente reconhecidas como possuidoras de características xeromorfas e adaptadas a condições de seca, demonstrando maiores densidades estomáticas e estômatos menores, permitindo assim, que os estômatos permaneçam abertos durante um tempo menor para captar a mesma quantidade de CO<sub>2</sub>, a fim de que ocorra menor perda de água pela transpiração, e contribuindo para um equilíbrio das trocas gasosas.

Dessa forma, em distâncias de consorciamento menores (25 e 50 cm), possivelmente os cafeeiros apresentam maiores taxas fotossintéticas, transpiratórias, condutância estomática e também potencial hídrico foliar, no entanto, com menor eficiência do uso da água. Além disso, a braquiária e o manejo da vegetação espontânea (testemunha), nessas distâncias, parecem exercer efeitos competitivos com o cafeeiro, estimulando-o a aumentar as trocas gasosas, diminuindo a eficiência das plantas sob esse sistema.

No entanto, ressalta-se que para o manejo com amendoim forrageiro, parece haver menor interferência em menores distâncias, tendo em vista que cafeeiro apresentou maior potencial hídrico em distâncias menores dessa espécie, que é uma planta pouco agressiva com as culturas consorciadas (SANTOS, 2011).

É importante e necessário a identificação das espécies de plantas daninhas, pois cada espécie apresenta o seu potencial de estabelecer-se na área, e sua agressividade pode interferir de forma diferenciada entre as culturas (CASTRO et al., 2011). A identificação de efeitos positivos de espécies vegetais que infestam lavouras, contribui para compactuar com o manejo integrado de plantas daninhas como opção de controle através do conhecimento de princípios ativos presentes em plantas ainda não estudadas (LIMA et al., 2009).

Para Fleck et al. (2008), o conhecimento das espécies e a utilização de práticas de manejo conjugadas, contribuem para que o controle seja mais eficiente e diminua-se os riscos ambientais ocasionados pela aplicação excessiva de herbicidas.

As famílias asteraceae e poaceae se destacaram com mais espécies identificadas, tanto na linha como na entrelinha do cafeeiro. Asteraceae e Poaceae são duas das principais famílias de plantas daninhas existentes no Brasil, pois, fazem parte da maioria dos sistemas agrícolas de produção (OLIVEIRA; FREITAS, 2008). Corroborando com estes autores e com os resultados do presente trabalho, Maciel et al. (2010) observaram que para as áreas de café cultivadas em

sistema orgânico, também ocorreu maior número de espécies pertencentes às duas famílias citadas acima.

Os manejos com as plantas de cobertura braquiária, feijão-de-porco e mucuna anã reduziram a quantidade de espécies de plantas daninhas na entrelinha e na linha do cafeeiro, bem como o número de indivíduos.

De acordo com Pedrosa et al. (2014), vários são os benefícios que foram observados com o uso de plantas de cobertura. Dentre esses benefícios destaca-se o manejo de plantas daninhas, funcionando como um controle físico e cultural (PARTELLI et al., 2010) e também controle biológico por meio da alelopatia (CARVALHO et al., 2016).

Em trabalhos realizados por Partelli et al. (2010), nos quais avaliou os aspectos fitossociológicos de plantas daninhas em cafeeiro orgânico consorciado com plantas de cobertura, observou que o feijão-de-porco e mucuna-anã proporcionaram redução da matéria seca das plantas daninhas, em relação ao tratamento testemunha. Além disso, o feijão-de-porco causou redução de peso médio das plantas daninhas.

Essas leguminosas apresentaram rápido crescimento inicial, alta produção de biomassa e capacidade de cobertura do solo, limitando a passagem de luz e formando um obstáculo, inibindo a germinação de sementes e dificultando o crescimento inicial das plantas daninhas (PIRES et al., 2008; BALIGAR et al., 2006), promovendo dessa forma, maior supressão das plantas daninhas, como constatado no presente trabalho.

A liberação de substâncias alelopáticas pelos resíduos de plantas de cobertura, pode atuar sobre algumas espécies vegetais através da inibição da germinação de sementes e do desenvolvimento de plantas daninhas (XUAN et al., 2005).

Complementando esse resultado, nesse trabalho, para avaliar o potencial alelopático de mucuna anã, braquiária e feijão-de-porco, ocorreu a redução da germinação, comprimento da radícula e o índice de velocidade de germinação de alface e *Euphorbia heterophylla*, em função da aplicação de extratos das três espécies, com destaque para o feijão-de-porco, que apresentou maior potencial alelopático dentre as três, justificando o menor número de espécies encontradas nesse manejo.

A quantidade elevada de espécies e indivíduos identificadas nos manejos com a vegetação espontânea da área (testemunha) e o amendoim forrageiro, dificulta o manejo, principalmente quando se tem a necessidade de utilizar herbicidas, sendo necessário a mistura de produtos, assim como o maior número de aplicações, elevando o custo desse manejo.

Além disso, nesses dois manejos foram identificadas plantas daninhas de difícil controle como o *Panicum maximum* (capim-colonião) e *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) que são

de difícil controle, com o capim-pé-de-galinha já constatado na literatura com resistência ao glyphosate. Em trabalho utilizando leguminosas herbáceas como adubos verdes, Monquero et al. (2009) registraram o potencial dessas espécies em reduzir a população das plantas daninhas *Ipomoea grandifolia*, *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens*. Resultados que se assemelham aos encontrados no presente trabalho.

De forma geral, na área não houve grande diferenciação da flora em função dos tratamentos, apenas a redução do número de espécies e indivíduos em função do manejo. As plantas daninhas mais importantes na área foram *Portulaca oleracea*, *Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Digitária horzonthalis*, *Parthenium hysterophorus*, *Eleusine indica* e *Alternantera tenella*. Essas espécies são comuns em sua maioria no registro de Silva et al. (2013), quanto à análise do tratamento sobre a ocorrência de plantas daninhas em lavoura de café em monocultivo.

De acordo com a dispersão dos dados (FIGURAS 21 e 23), nota-se que das 5 espécies com maior índice de valor de importância em cada levantamento, o tratamento com manejo da vegetação espontânea (testemunha) formou um agrupamento com maior proximidade das plantas daninhas *Galinsoga parviflora* e *Eleusine indica*. Além disso, na entrelinha, de forma geral, a braquiária agrupou distante de todas as plantas daninhas. Mostrando-se eficiente no controle de plantas daninhas.

Ademais, a dispersão para o número de indivíduos, mostra que a testemunha agrupou próximo a *Digitaria horzonthalis*, *Amaranthus deflexus*, *Richardia brasiliensis*, *Galinsoga parviflora*, *Eleusine indica* e *Bidens pilosa* e o manejo com amendoim forrageiro apresentou menor distância em relação as plantas daninhas *Parthenium hysterophorus*, *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora* (FIGURAS 22 e 24). Evidenciando assim, que tanto o manejo da vegetação espontânea, como o amendoim forrageiro, são ferramentas que não apresentam boa eficiência no manejo integrado de plantas daninhas em cafeeiros. Principalmente pelo lento estabelecimento inicial, que propicia maior aparecimento de plantas daninhas, comprometendo a rápida cobertura do solo (PARIS, 2006).

Entretanto, nesse trabalho, os resultados foram contrários aos encontrados por Santos (2013), no qual o autor constatou que cultivo de leguminosas herbáceas perenes, dentre elas. o amendoim forrageiro. controlou as plantas daninhas do cafezal no Cerrado, sendo capaz de constituir o manejo integrado dessas espécies e diminuir as aplicações de herbicidas.

Destaca-se a proximidade do agrupamento com a mucuna anã em relação a *Portulaca oleracea*. Possivelmente ocorreu pelo fato dessa planta ser uma indicadora de solos mais férteis (EMBRAPA AGROBIOLOGIA, 2006).

## 5.1 Potencial alelopático de extrato de plantas de cobertura

De forma geral, o aumento da concentração do extrato das plantas de cobertura reduz o comprimento da radícula, o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de germinação tanto da alface, como da *Euphorbia heterophylla*. Isso ocorreu, possivelmente, por ação de compostos químicos presentes nos extratos, tendo maior ação inibitória em concentrações mais altas. Segundo Harper e Balke (1981), o grau de inibição proporcionado por determinado aleloquímico é dependente da sua concentração. De acordo com Souza Filho (2002), a inibição da germinação das sementes e do alongamento da radícula foi diretamente proporcional às concentrações do extrato hidro alcoólico utilizado na pesquisa, com as mais intensas inibições observadas de 4%.

Para o teste com alface, mesmo não ocorrendo diferença significativa na porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e comprimento da radícula delas são menores quando se faz aplicação dos extratos das plantas de plantas de cobertura. Isso ocorre porque o sistema radicular das plantas é mais sensível a ação de aleloquímicos, pois seu alongamento depende de divisões celulares, que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal (FERRARESE, 2000).

Os ácidos fenólicos são potentes aleloquímicos que induzem o aumento da atividade de enzimas oxidativas, tendo como consequência final, a modificação da permeabilidade das membranas e a formação de lignina, que contribuem para a redução do alongamento radicular (FERRARESE et al., 2000).

Quanto maior o IVG, maior o vigor das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Neste experimento, dentre as três espécies, o extrato de feijão-de-porco provocou maior redução no índice de velocidade de germinação da alface. Além disso, os extratos com feijão-de-porco e a mucuna anã são mais severos na redução do comprimento da radícula da *Euphorbia heterophylla*.

Ácidos fenólicos tais como ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido panísico foram encontrados por Mendonça (2008), em sementes de feijão-de-porco, causando efeito fitotóxico no desenvolvimento de plântulas de trapoeraba e corda-de-viola.

Estudos fitoquímicos têm mostrado que a *Canavalia ensiformis* é fonte de diferentes classes de compostos provenientes de metabolismo secundário como cianoglicosídeos, flavonóides, alcalóides, taninos e terpenóides, tais como as saponinas, que são terpenóides glicosados que estão diretamente ligados a efeitos alelopáticos (SANTOS, 2004).

Ademais, Teixeira e Araújo (2004), em pesquisa realizada com o objetivo de verificar as potencialidades alelopáticas das plantas de cobertura de um modo geral, utilizando alface como planta-teste e especificamente no controle do picão-preto (*Bidens pilosa*), concluiu que as espécies como a mucuna-preta e a mucuna-rajada reduzem o IVG da alface, ao passo que apenas a mucuna-preta reduz o IVG do picão preto. Evidencia-se assim, os efeitos alelopáticos dessas plantas sobre outras espécies.

## **6 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

- a) As plantas de cobertura, feijão-de-porco, mucuna anã e amendoim forrageiro, proporcionaram maior crescimento das plantas de café, quando comparados com o cafeeiro consorciado com braquiária e vegetação espontânea.
- b) O consórcio com mucuna anã e o amendoim forrageiro promovem alta eficiência do uso da água pelo cafeeiro.
- c) O consórcio com braquiária, feijão-de-porco, e mucuna anã reduzem a quantidade de espécies de plantas daninhas na entrelinha e na linha do cafeeiro.
- d) O feijão-de-porco e a mucuna anã apresentam potencial alelopático a plantas daninhas.
- e) O uso dessas plantas de cobertura, principalmente as leguminosas, é uma alternativa viável para adoção, principalmente por pequenos cafeicultores na fase de formação da lavoura.
- f) Esse estudo terá continuidade com avaliações de produtividade, custos comparativos entre as diferentes plantas de cobertura, dentre outras avaliações complementares.

## **7 CONCLUSÃO**

Recomenda-se para cafeeiros em fase de formação, o consórcio com feijão-de-porco ou mucuna anã cultivados com distância de 1 metro da linha de plantio do cafeeiro.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K.; CAMARA, F.L.A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Rev. Bras. de Agroecologia**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.
- ALVARENGA, R.C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Inf. Agropec.**, [s.l.], v. 22, p. 25-36, 2001.
- AMBROSANO, E.J. et al. Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta cultivada em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 199-209, 2013.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pintoi* submetido a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 439-445, 1999.
- APPLETON, B.; BERRIER, R. **The walnut tree: allelopathic effects and tolerant plants**. Virginia: College Of Agriculture And Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute And State University, 2009.
- ARAÚJO, E.O. et al. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 5, n. 2, p.109-115, 2010.
- ARAÚJO, J.B.S. et al. Adubação nitrogenada em cafeeiros com biomassa de feijão-de-porco. **Coffee Science**, [s.l.], v. 9, n. 3, p. 336-346, 2014.
- ARAUJO, J.C. et al. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta Daninha, Viçosa**, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007.
- ARAÚJO, S.A.C.; DEMINICIS, B.B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, [s.l.], v.7, n.4, p.463-472, 2009.
- BALBINOT, JR., A.A. et al. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [s.l.], v.3, p.38-42, 2004.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K.; PAIVA, A.Q.; SILVEIRA, A.; POMELLA, A.W.V.; MACHADO R.C.R. Light intensity effects on growth and micronutrient uptake by tropical legume cover crops. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 29, n. 11, p. 1959-1974, 2006.
- BALIZA, D.P. et al. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 250-258, set/dez. 2012a.
- BALIZA, D.P. et al. Physiological characteristics and development of coffee plants under different shading levels. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 37-43, 2012b.

BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto.** 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 2003.

BALOTA, E.L.; AULER, P.A.M. Soil carbon and nitrogen mineralization under different tillage systems and permanent groundcover cultivation between orange trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 637-648, 2011.

BAUMANN, D.T.; BASTIAANS, L.; KROPFF, M.J. Competition and crop performance in a leek-celery intercropping system. **Crop Sci.**, [s.l.], v. 41, n. 3, p. 764-774, 2001.

BERGO, C.L. et al. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 19-24, mar. 2006.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; PUPO, E.I.H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, [s.l.], v. 48, n. 1, p. 9-20, 1982.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v.32, p.843-851, 2008.

BORGES, W.L.B. et al. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.755-763, 2014.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madri: H. Blume, 1979. 820 p.

CAKMAK, I.; YAZICI, A.M. Magnesium: a forgotten elemento in crop production. **Better Crops with Plant Food, Norcross**, [s.l.], v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.

CARDOSO, E.J.B.N. et al. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health. **Sci Agric.**, [s.l.], v.70, p. 274-89, 2013.

CARVALHO, A.J. de, ANDRADE, B. de, M. J.; GUIMARÃES, R. J.; RAMALHO de MORAIS, A. Production systems of bean intercropped with establishing coffee crop or after stumping. **Revista Ceres**, [s.l.], v.57, n. 3, p. 383-392, 2010.

CARVALHO, A.J. et al. Viabilidade técnico-econômica do consórcio do feijão-comum com cafeeiro adensado em formação, em função do número de fileiras e da adubação do feijoeiro. **Bioscience Journal** (UFU), v. 25, p. 32-42, 2009.

CARVALHO, A.J. de; ANDRADE, M.J.B. de; GUIMARÃES, R.J. Sistemas de produção de feijão intercalado com cafeeiro adensado recém-plantado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 133-139, jan./fev., 2007.

CARVALHO, D.D.; PAULINO, V.T. Pastagens de Inverno. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia** [s.l.], ano III, n. 5, jun. 2004.

CARVALHO, G. de; FONTANÉTTI, A.; SANTOS, C.T.C. Potencial alelopático do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 647-651, jan./mar. 2002.

CARVALHO, W.P. et al. Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu, **Revista brasileira de Biociências**. v.14, p.60-69, 2016.

CARVALHO, W.P. et al. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Biosciense Journal**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 1-11, 2014.

CASTANHEIRA, D.T. **Técnicas agronômicas para mitigação dos efeitos da restrição hídrica no cafeeiro**. 2018. 125 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

CASTANHEIRA, D.T. et al. Growth, anatomy and physiology of coffee plants intoxicated by the herbicide glyphosate. **Coffee Science**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 76 - 82, mar. 2019.

CASTRO, E.M. de; PEREIRA, F.J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. p. 234.

CASTRO, G.S.A. et al. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. spe, p. 1001-1010, 2011.

CHAVES, J.C.D. Contribuições adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, v. 1, p. 2440-2448, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. Sustentabilidade do glyphosate em sistemas de cultivo sul-americanos. **Pest Manage Sci.** [s.d.], v. 64, p. 422-7, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Main aspects on weed herbicide resistance to glyphosate. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 21, p. 507-515, 2003.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p.583-624.

COELHO, R.A. et al. Efeito de leguminosas arbóreas na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 21-27, 2006.

COLEMAN, D.C., CROSSLEY JR., D.A.; HENDRIX, P.F. **Fundamentals of oil Ecology**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Academic Press Inc., 2004.

CONCENÇO, G. et al. Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 449-455, 2007.

CORDEIRO, M.A.S.; CORÁ, J.A.; NAHAS, E. Atributos bioquímicos e químicos do solo rizosférico e não rizosférico de culturas em Rotação no sistema de semeadura direta. **R. Bras. Ci. Solo**, [s.l.], v. 36, p. 1794-1803, 2008.

CORREIA, N.M. **Palhadas de sorgo associadas ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento da cultura da soja em sucessão**. 2002. 58 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

CUNHA, A.J. et al. Cultivation of perennial herbaceous legumes in weed management in coffee plantation of the Cerrado. **J. Agric. Sci. Technol.**, [s.l.], v. 3, p. 420-428, 2013.

CUNHA, A.J. da; MELO, B. de; SANTOS, J.C.F. Intercropping perennial legume interference on growth and yield coffee. **Coffee Science**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 24-33, mar. 2014.

CUNHA, E.Q. et al. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 15, n. 10, p. 1021-1029, 2011.

DALCHIAVON, F.C. et al. Inter-relações da produtividade de cana soca com a resistência à penetração, umidade e matéria orgânica do solo. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n.2, p. 255-264, mar/abr. 2014.

DE LA CRUZ, R.; SUÁREZ, S.; FERGUSON, J.E. The contribution of *Arachis pintoi* as a ground cover in some farming systems of tropical America. In: KERRIDGE, P.C., HARDY, B. (Eds.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali, Colombia: CIAT, 1994. p.102-108.

DENARDIN, J. E. et al. "Vertical mulching" como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. spe., out./dez. 2008.

DIAS, T.C.S.; ALVES, P.L.C.A.; LEMES; L.N. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos na produção do cafeeiro. **Científica**, [s.l.], v. 36, p. 81-85, 2008.

DIAS, G.F.S. et al. *Brachiaria decumbens* supresses the initial growth of *Coffea arabica*. **Sci. Agric.**, [s.l.], v. 61, n. 6, p. 579-583, 2004.

DUTRA, G.R.D. **Aubos verdes**: sua produção e modo de emprego. Campinas: Instituto Agrônômico, 1919. 76 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA. Cultivo do Café Orgânico. 2. ed. Versão Eletrônica. dez./2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico\\_2ed/anexo10.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/anexo10.htm)>. Acesso: 20 maio 2019.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. **Adubação verde**: estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: EMBRAPA, CNPAB, 1997. (Documentos, 42).

FABIAN, A.J. **Plantas de cobertura**: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação. 2009. 99 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2009.

FARIA, C.M.B. Comportamento de Leguminosas Para Adubação Verde no Submédio São Francisco. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Petrolina-PR, 2004.

FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, nov. 2001.

FERRARESE, M.L.L. et al. Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture. **Acta Physiologiae Plantarum**, [s.l.], v. 22, p. 121-124, 2000.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, [s.l.], v.12, p.175-204, 2000. (Edição especial).

FERREIRA, E.A. et al. Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v. 5, n. 1, p. 40, 2011.

FIALHO, C.M.T. et al. Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arabica*. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 137-147, mar. 2011.

FIDALSKI, J; CHAVES, J.C.D. Response of Iapar-59 coffee (*Coffea arabica* L.) to surface application of organic residues in a Typic Haplorthox. **Coffee Sci.**, [s.l.], v. 5, p. 75-86, 2010.

FLECK, N.G. et al. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida Clethodim. **Planta Daninha**, ViçosaMG, v. 26, n. 2, p. 375-383, 2008.

FRANÇA. A. et al. Growth of arabica coffee cultivars submitted to glyphosate doses. **Planta Daninha**, [s.], p. 28:599–607, 2010.

FREITAS, R.B. de et al. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 804-810, 2003.

FRIENDLY, M.; FOX, J. **Candisc: visualizing generalized canonical discriminant and canonical correlation analysis**, 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=candisc>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

FRIESSLEBEN, U.; POHLAN, J.; FRANKE, G. The response of *Coffea arabica* L. to weed competition. **Café Cacao Thé.**, [s.l.], v. 35, p.15-20, 1991.

GABOR, W.E.; VEATCH, C. Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyron repens*) rhizomes. **Weed Science**, Champaign, v. 29, p. 155-159, 1981.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em 53 argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **R. Bras. Ci. Solo**, [s.l.], v. 31, p. 1421-1428, 2007.

GOMES, I.A.C. et al. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. "Oeiras" sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 109-115, jan./fev. 2008.

GUEDES, H.M. et al. Caracterização da distribuição do tamanho de agregados de diferentes sistemas de manejo e seu conteúdo de carbono em Latossolo vermelho-escuro na região dos Cerrados, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 329-333.

GUIMARÃES, E.R. **Terceira Onda do Café: Base Conceitual e Aplicações**. 2016. 135 p. Dissertação (PósGraduação em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

GUIMARAES, N.F. et al. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 34-44, mar. 2017.

GUIMARÃES, P.T.G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p. 289-302.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. **Ecologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p.592.

HARPER, J.R.; BALKE, N.E. Characterization of the inhibition of K<sup>+</sup> absorption in oat roots by salicylic acid. **Plant Physiol.**, [s.l.], v. 8, p. 1349-1353, 1981.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: CERES, 1979. p. 262.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, F.L.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA arroz e feijão, 2003. p. 570.

KONRAD, M.L.F. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.

LARA-CABEZAS, W.A.R. Sobressemeadura com sementes de milho revestidas no Triângulo Mineiro-MG: estudo preliminar. **Revista Plantio Direto**, [s.l.], v. 79, p.16-18, 2004.

LEITE, L.F.C. et al. Total C and N storage and organic C pools of a RedYellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. **Australian Journal Soil Research**, [s.l.], v. 41, p. 717-730, 2003.

LIMA, C.; PEREIRA, L.M.; MAPELI, N.C. Potencial alelopático de crotalária, feijão-deporco e gergelim na germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto (*Bidens pilosa*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Guarapari, v. 2, n. 2, p.1175-1178, 2007.

LIMA, J.M. et al. Prospecção fitoquímica de *Sonchus oleraceus* e sua toxicidade sobre o microcrustáceo *Artemia salina*. **Planta Daninha**, V içosa-MG, v. 27, n. 1, p. 207-11, 2009.

LIMA, S.F. et al. Palhada de braquiária ruziizensis na supressão de plantas daninhas na cultura da soja. **Agrarian**, [s.l.], v. 7, n. 26, p. 541-551, 2014.

LISBOA, O.A. de S.; DIDONET, A.D. Efeito alelopático de crotalária e braquiária na germinação de sementes de picão preto, corda-de-viola e alface. Desafios para produção de alimentos e bioenergia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, . 2009, 7., **Anais...** Fortaleza, 2009. p. 166-167.

LÓSS, F.R. et al. Cartilha sobre adubação verde e compostagem. Vitória: Imcaper, 2008, 27 p.

MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesq Agropec Bras.**, [s.l.], v.45, p. 415-22, 2010.

MACIEL, C.D. de G.; POLETINE, J.P.; NETO, A.M. de O.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Levantamento Fitossociológico de Plantas Daninhas e Cafezal Orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 631-636, 2010.

MAGALHÃES, C.E.O. et al. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 30, p. 607-616, 2012.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, [s.l.], Madison, v. 2, p. 176-199, 1962.

MARTIN, N.B.; VEGRO, C.L.R.; MORICOCCHI, L. Custos e rentabilidade de diferentes sistemas de produção de café, 1995. **Informações Econômicas**, SP, v. 25, n. 8, p. 36-47, ago. 1995.

MATIELLO, J.B. et al. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações, 63-98. 2010.

MATOS CC, et al. Características fisiológicas do cafeeiro em competição com plantas daninhas. **Biosci J.**, [s.l.], v.9, p.1111–1119, 2013.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo**: do neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Edunesp NEAD, 2010

MELLES, C.C.A.; SILVA, C.M. Culturas intercalares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 44, p. 70-71, 1978.

MENDONÇA, R.L. **Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV-Vis em extratos aquosos de sementes de *Canavalia ensiformis* e estudo da atividade alelopática**. 2008. 116 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MIGUEL, P.S.B. et al. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **Ces Revista**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 13-29, 2010.

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

MORAIMA, G.S. et al. Contribution to determine critical levels of weed interference in coffee crops of Monagas state, **Venezuela. Bioagro**, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 63-70, 2000.  
MORAIS, H. et al. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1131-1137, out. 2003.

MOREIRA, G.M. et al. Consorciação em cafeeiros orgânicos por diferentes períodos com feijão-de-porco ou lablabe. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 456- 464, out./dez. 2014.

MOREIRA, G.M. et al. Fitossociologia de plantas daninhas do cafezal consorciado com leguminosas. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 329-340, 2013.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley. 1974, 574 p.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 26 n. 3, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA, M.F. et al. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2001.

OLIVEIRA, Y.A.S. et al. Controle de *Brachiaria ruziziensis* através do manejo em cobertura e uso do extrato de da crotalária (*Crotalaria juncea*) aplicada via solo. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010, 26., **Anais...** Ribeirão Preto, 2010.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição do tamanho dos agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, p. 135-140, 1991.

PARIS, W. **Produção animal em pastagem de coastcross1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada**. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2006.

- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; SOUZA, P.M.; GOLYNSKI, A.; PONCIANO, N.J. Perfil socioeconômico dos produtores de café orgânico do norte do estado do Espírito Santo – satisfação com a atividade e razões de adesão à certificação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 1, p. 55-64, 2006.
- PARTELLI, F.L. et al. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro Conilon orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v.31, n.3, p.605-618, 2010.
- PAULO, E.M. et al. Productivity of grafted coffee during intercropping with five leguminous species in the western region of São Paulo state, Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 65 n.1, p.115-120, 2006.
- PAULO, E.M. et al. Coffee productivity during intercropping with five leguminous species in the Western region of São Paulo state, Brazil, **Bragantia**, Campinas. v. 60, n. 3, p.195-199, 2001.
- PEDROSA, A.W. et al. Brachiaria residues fertilized with nitrogen in coffee fertilization. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 366-373, 2014.
- PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP**. 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 39, p. 35-40, 2004.
- PETEK, M.R.; PATRÍCIO, F.R.A. Cultivares resistentes ou tolerantes a fatores bióticos e abióticos desfavoráveis: ponto-chave para a cafeicultura sustentável. **O Agrônomo**, Campinas, SP, v. 59, n. 1, p. 39- 40, jul. 2007.
- PIRES, F.R. et al. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 2, p. 94-101, 2008.
- PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R.D. **Siembra directa em el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001, p. 203-210.
- PITELLI, R.A. O termo planta-daninha. **Planta daninha**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.
- RAGASSI, C.F.; PEDROSA, A.W.; FAVARIN, J.L. Aspectos positivos e riscos no consórcio cafeeiro e braquiária. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 8, n. 12, p. 29-32, 2013.

- RAO, R.B.; LI, Y C. Nitrogen mineralization of cover crop residues in calcareous gravelly soils. **Commun. Soil Science Plant Analitica**, [s.l.], v. 34, p. 299-313, 2003.
- RESCK, D.V.S. et al. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P; CAMARGO, F.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 359-417.
- RIBEIRO, R.A. et al. Viabilidade agrônômica do consórcio entre cafeeiro e amendoim. **Revista Agrotecnologia**, [s.l.], v. 3, n. 1. p. 20-30, 2012.
- RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.19, p. 393-411, 2007.
- RICCI, M.S.F.; RODRIGUES, M.B. **Desenvolvimento do feijão-de-porco plantado para adubação verde do cafeeiro cultivado sob manejo orgânico e arborizado**. Boletim de pesquisa em desenvolvimento, Rio de Janeiro: Seropédica, 2009, 24 p.
- ROCHA, O.C. et al. Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no cerrado. **Coffee Science**, [s.l.], v. 9, n. 4, p. 516-526, 2014.
- RONCHI, C.P. **Interferência e controle de plantas daninhas na cultura de café (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 115 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- RONCHI, C.P.; TERRA, A.A.; SILVA, A.A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.
- RONCHI, C.P.; SILVA, A.A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.
- RONCHI, C.P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.
- SANCHEZ, E. **Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.
- SANTOS, H.G. et al. **Argissolos Vermelhos**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília: EMBRAPA, DF, 2014.
- SANTOS, J.B. et al. Fitorremediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium por diferentes densidades populacionais de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L). DC.). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 444-449, june. 2006.
- SANTOS, J.C.F. et al. Avaliação de conformidades de cafeicultores do Cerrado Mineiro sobre exigências da produção integrada de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 7-18, jan./jun. 2008.

SANTOS, J.C.F. Manejo de plantas daninhas usando leguminosas herbáceas consorciadas com a cultura do café. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s.l.], v. 8, n. 2, ago. 2013.

SANTOS, J.C.F. **Manejo de plantas daninhas usando leguminosas herbáceas consorciadas com a cultura do café**. 2011. 95 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SANTOS, S. **Potencial Alelopático e Avaliação Sistemática de Compostos Secundários em Extratos Provenientes de Canavalia Ensiformis Utilizando Eletroforese Capilar**. 2004. 185 p. Tese (doutorado)- Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SEIDEL, E.P et al. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e as propriedades físicas do solo. **Semina: Cienc Agr.**, [s.l.], v. 35, p. 55-66, 2014.

SERAFIM, M.E. et al. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 362-370, abr. 2013.

SILVA, A.R.C. **Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em plantas de cobertura do solo e meloeiro em sistemas de cultivo**. 2015. 81 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotencia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

SILVA, E.D.B. Estimativa de produtividade da cultura da soja. Especialista de dados agrônômicos da DuPont Pioneer, junho 2015.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v.21, n.2, p.113-117, 1997.

SILVA, J.F.G. et al. Caracterização química e físico-hídrica de um latossolo vermelho após cinco anos de manejo durante o verão entre as safras. **Rev Bras Cienc Solo**. V.38, p.1576-86, 2014.

SILVA, J.A.N. et al. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v.47, p.769-775, 2012.

SILVA, L.G. et al. Coffee seedlings phytotoxicity symptoms and growing submitted to protox's inhibitor herbicides. **Coffee Science**, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 290 - 296, sep. 2017.

SILVA, M.P. Amendoim forrageiro – *Arachis pintoi*. **Fauna e Flora do Cerrado**, Campo Grande, novembro 2004. Disponível em: <<http://cloud.cnpqg.embrapa.br/faunaeflora/plantas-forrageiras/amendoim-forrageiro-arachis-pintoi-krapov-w-c-gregory>>. Acesso em: 20 maio 2019.

SILVA, S.O. et al. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevêneas. **Coffee Sci.**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 126-134, 2006.

SILVA, V.A. et al. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 457-464, 2010.

SILVA, V. et al. Ocorrência de plantas daninhas em cultivo consorciado de café e noqueira-macadâmia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.], v.43, p.441-449, 2013.

SILVA, V.M.D. et al. Atributos químicos do solo em sistemas de adubação orgânica de conilon. **Coffee Science**, [s.l.], v. 8, n. 4, p. 469-477, 2014.

SIQUEIRA, R.H. et al. Atributos químicos de um Latossolo submetido a diferentes controles de plantas invasoras em cafeeiros. **Coffee Science**, [s.l.], v.10, p.138-148, 2015.

SOUZA FILHO, A.P.S. **Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)**. Embrapa Amazônia Oriental- Artigo em periódico indexado (ALICE), 2002.

SOUZA, C.S.M. et al. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 96- 100, jul./dez. 2007.

SOUZA, L.S. et al. Efeitos das faixas de controle do capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). **Planta Daninha**, [s.l.], v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

SOUZA, S.; CATTELAN, L.V.; VARGAS, DP; PIANA CFB; BOBROWSKI VL; ROCHA BHG. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. Publ. UEPG **Ci. Biol. Saúde**, [s.l.], v.11, p.29-38, 2005.

STEENWERTH, K.; BELINA, K.M. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. **Appl. Soil Ecol.**, [s.l.], v. 40, p. 370-380, 2008.

STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, G.P.K. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 265-269, 2007

SUMIAHADI, A.; CHOZIN, M.A.; GUNTORO, D. Evaluasi pertumbuhan dan perkembangan *Arachis pintoi* sebagai biomulsa pada budidaya tanaman di lahan kering tropis **J. Agron.**, Indonesia, v. 44, n.1, p. 98-103, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, C.M.; J.B.S. ARAÚJO; G.J. de C. Cover plants allelopathic potential in *Bidens pilosa* L. **Control. Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 28 n. 3, p. 691-695, 2004.

TEIXEIRA, C.M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [s.l.], v.31, p.647-653, 2009.

TELES, T.G.R.M. et al. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 137-143, 2011.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016. 186 p.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, [s.l.], v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TOLEDO, R.E.B. et al. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64. p. 78-92, 2003.

VARGA, L.; ROMAN, E.S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 779 p.

VILELA, E.F. et al. Crescimento inicial de cafeeiros e fertilidade do solo adubado com mucuna, amendoim forrageiro ou sulfato de amônio. **Coffee Science**, [s.l.], v. 6, p. 27-35, 2011.

VILELA, L. et al. **Benefícios da integração lavoura-pecuária**. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.143-170.

VOLTOLINI, G.B. **Produtividade, qualidade e custo de produção de cafeeiros em função de diferentes técnicas agronômicas**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. (Coords.). In: **Curso sobre adubação verde no instituto agronômico**. 1. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p.17-29.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.;

ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**: fundamentos e prática. Brasília: Embrapa, 2014. v.1, p. 59-168.

XUAN, T.D. et al. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: an overview. **Crop Protection**, Washington, v. 24, n. 3, p. 197-206, 2005.

## ANEXO A - TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis, altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), número de ramos plagiotrópicos (RP), resistência do solo a penetração (RSP), umidade do solo (US), taxa fotossintética (A) e condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), eficiência do uso da água (EUA) e potencial hídrico foliar (PH) em função de plantas de cobertura (C) e da distância de plantio (D) na época 1 (E1) de avaliação do experimento.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	NF	DC	RP	RSP	US
C	2	7,89	19,59	0,78*	1,54	7,29	1,58
Bloco	4	49,16	12,99	0,12	0,05	157,89	4,57
Erro a	8	5,77	6,23	0,18	0,47	5,01	0,45
D	3	6,71	1,42	0,04	0,26	1,05	1,27
D * C	12	4,39	3,35	0,08	0,46	4,05*	0,66
Erro	30	7,59	4,18	0,19	0,44	1,11	1,62
CV A (%)		9,27	13,90	9,13	47,81	19,46	2,35
CV B (%)		10,64	11,39	9,57	46,53	9,17	4,45

FV	GL	Quadrados Médios				
		A	GS	E	EUA	PH
C	2	23,47*	0,022*	5,52*	1,94	0,0092
Bloco	4	10,74	0,011	2,94	4,80	0,0981
Erro a	8	2,74	0,005	0,90	1,73	0,0185
D	3	19,40	0,017	2,18	2,15	0,0043
D * C	12	3,71	0,005	0,96	1,72	0,0292*
Erro	30	8,73	0,012	1,64	1,81	0,0113
CV A (%)		18,52	22,46	34,65	35,64	17,68
CV B (%)		33,03	34,94	46,64	36,44	13,81

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis, altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de nós no ramo plagiotrópico (NNP), comprimento do ramo plagiotrópico (CP) número de ramos plagiotrópicos (RP), resistência do solo a penetração (RSP), umidade do solo (US), taxa fotossintética (A) e condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), eficiência do uso da água (EUA) e potencial hídrico foliar (PH) em função de plantas de cobertura (C) e da distância de plantio (D) na época 2 (E2) de avaliação do experimento.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	DC	CP	NNP	RP	RSP
C	2	67,22	8,07	104,29	0,34	9,54	11,45
Bloco	4	5,76	0,98	5016,06	1,04	457,47	7,43
Erro a	8	24,87	3,47	378,44	2,05	21,74	3,98
D	3	7,43	2,62*	75,52	0,66	5,10	1,29
D* C	12	6,67	1,58	127,62	0,31	2,65	1,15
Erro	30	5,88	0,80	87,12	0,52	2,98	1,40
CV A (%)		13,00	19,89	41,91	42,86	49,95	26,68
CV B (%)		6,32	9,57	20,11	21,66	18,52	15,86

FV	GL	Quadrados Médios					
		A	GS	E	EUA	PH	US
C	2	41,66*	0,0020	0,100*	92,43*	0,0018	5,04
Bloco	4	0,56	0,0019	0,009	1,65	0,0195	2,80
Erro a	8	2,66	0,0006	0,015	4,13	0,0181	19,54
D	3	6,16	0,0009	0,002	23,71	0,0104	5,04
D* C	12	7,02	0,0009	0,024	35,20	0,0065	6,37
Erro	30	4,13	0,0005	0,011	17,93	0,0130	7,49
CV A (%)		26,02	44,48	28,03	14,48	48,89	26,99
CV B (%)		32,42	38,43	24,11	30,17	36,88	16,72

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis, altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de nós no ramo plagiotrópico (NNP), comprimento do ramo plagiotrópico (CP) número de ramos plagiotrópicos (RP), resistência do solo a penetração (RSP), umidade do solo (US), taxa fotossintética (A) e condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), eficiência do uso da água (EUA) e potencial hídrico foliar (PH) em função de plantas de cobertura (C) e da distância de plantio (D) na época 3 (E3) de avaliação do experimento.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	NNP	DC	CP	RP	
C	2	410,98	11,20	28,76	225,22	65,70	
Bloco	4	141,54	5,25	4,40	9,74	4,31	
Erro a	8	143,99	8,99	15,38	143,59	27,80	
D	3	199,05*	13,56*	31,01*	177,65*	43,16*	
D* C	12	63,97	3,17	5,61	34,24	20,30*	
Erro	30	52,96	2,84	4,80	24,03	7,93	
CV A (%)		18,27	25,34	24,22	35,25	24,86	
CV B (%)		11,08	14,25	13,54	14,42	13,28	

FV	GL	Quadrados Médios					
		A	GS	E	EUA	PH	US
C	2	6,32	0,003*	0,45*	35,94*	0,0018	19,21
Bloco	4	1,47	0,0001	0,02	5,42	0,0195	17,80
Erro a	8	1,93	0,0004	0,07	5,98	0,0181	9,50
Distância	3	1,26	0,0001	0,02	5,56	0,0104	2,21
D * C	12	2,65	0,0005	0,07	8,25	0,0065	7,48
Erro	30	3,52	0,0005	0,05	4,94	0,0103	4,83
CV A (%)		25,23	44,49	40,91	26,47	48,89	13,38
CV B (%)		34,01	49,42	35,30	24,08	36,88	9,54

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis, altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de nós no ramo plagiotrópico (NNP), comprimento do ramo plagiotrópico (CP) número de ramos plagiotrópicos (RP), resistência do solo a penetração (RSP), umidade do solo (US), taxa fotossintética (A) e condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), eficiência do uso da água (EUA) e potencial hídrico foliar (PH) em função de plantas de cobertura (C) e da distância de plantio (D) na época 4 (E4) de avaliação do experimento.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	NNP	DC	CP	RP	
C	2	134,99	25,51	10,32	130,71	55,24	
Bloco	4	148,91	14,15	13,97	138,61	15,70	
Erro a	8	318,62	13,35	33,74	116,11	66,09	
D	3	108,09	18,53*	27,16*	136,56*	51,90	
D * C	12	17,91	4,63	5,03	26,94	13,48	
Erro	30	59,34	4,52	7,60	30,05	21,74	
CV A (%)		24,45	30,09	31,15	28,95	33,98	
CV B (%)		10,55	17,51	14,79	14,73	19,49	

FV	GL	Quadrados Médios					
		A	GS	E	EUA	PH	US
C	2	5,61*	0,00938*	0,680*	47,36*	0,8585	3,23
Bloco	4	0,59	0,00117	0,037	2,20	0,2243	2,40
Erro a	8	0,54	0,00051	0,032	9,59	0,1217	1,32
D	3	2,74	0,00002	0,039	18,72	0,5632	0,55
D * C	12	1,23	0,00090	0,030	2,70	0,8354	0,76
Erro	30	1,60	0,00308	0,202	24,04	0,4646	1,22
CV A (%)		18,15	45,07	36,33	29,40	45,49	7,00
CV B (%)		31,04	110,64	90,06	46,54	28,10	6,74

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para as variáveis, altura de planta (AP) diâmetro de caule (DC), número de nós no ramo plagiotrópico (NNP), comprimento do ramo plagiotrópico (CP), número de ramos plagiotrópicos (RP), diâmetro de copa (DCO) em função de plantas de cobertura (C) e da distância de plantio (D) na época 5 (E5) de avaliação do experimento.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	NNP	DC	CP	RP	DCO
C	2	850,61*	31,32	61,98	398,71	262,42*	1463,50
Bloco	4	429,63	20,77	188,82	112,00	62,29	497,07
Erro a	8	203,67	8,36	54,20	159,22	66,74	477,93
D	3	193,26*	19,43	85,12*	141,37	65,34*	764,96*
D* C	12	67,54	2,33	5,89	43,48	19,37	137,53
Erro	30	56,91	6,82	7,80	51,16	12,95	144,71
CV A (%)		15,56	17,42	32,48	28,36	24,53	27,02
CV B (%)		8,23	15,74	12,33	16,07	10,80	14,87

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para comprimento da radícula (CR), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem emergência (G), de sementes de alfaca e leiteiro em função de plantas de cobertura (C) e da concentração do extrato (E).

FV	GL	Alface			Leiteiro		
		CR	IVG	G	CR	IVG	G
Quadrados médios							
C	2	27,91*	59,31*	108,33	34,14*	17,64	339,58
E	3	28,51*	101,50*	16,66	105,57*	198,97*	2107,63*
C* E	6	5,60	69,83*	125,00	27,49*	16,14	170,13
Erro	36	5,24	4,70	54,16	7,94	7,52	188,19
CV (%)		30,58	9,56	7,68	23,50	34,03	30,34

Fonte: Do autor (2019).