

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
MATEUS BORTONIO DE CARVALHO

ADUBAÇÃO VERDE EM CAFEIRO IRRIGADO NA REGIÃO DO CERRADO
MINEIRO

Monte Carmelo
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
MATEUS BORTONIO DE CARVALHO

ADUBAÇÃO VERDE EM CAFEIEIRO IRRIGADO NA REGIÃO DO CERRADO
MINEIRO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador:
Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior

Monte Carmelo
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me abençoado, concedido saúde e força de vontade para superar todos os desafios.

Agradeço aos meus pais, Marcio e Adriana, por todo apoio, desde as horas difíceis, até nos momentos de alegria, devo tudo a eles. Agradeço também aos meus irmãos Gustavo e Marcio Antônio. A família é o maior bem que o homem pode ter.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, pelo ambiente criativo e amigável que proporciona.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eusímio Fraga Junior, por todo apoio e amizade, dentro e fora da universidade, mostrando os melhores caminhos e dando grandes conselhos que estão sendo levados para minha vida.

Ao Eng. Agr. Egidio Moniz, por toda amizade e conhecimentos que foram passados durante o período do experimento, e por ter cedido sua propriedade, fazenda GOA, para a realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Edson Aparecidos dos Santos, por agregar conhecimentos ao trabalho.

Agradeço a todos meus amigos, principalmente Thiago, Pedro, João Pedro, João Paulo, Vinicius, por estarem juntos desde o início.

Ao grupo CinCi, por todo apoio e amizade que foi construído no decorrer do curso.

SUMÁRIO

RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
3. REFERENCIAL TEÓRICO	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

RESUMO

A agricultura elevou sua produção com desenvolvimento de tecnologias pouco focadas em sustentabilidade, prejudicando muitas vezes os solos quando seu uso inadequado. Para recuperar a eficiência, a prática da adubação verde na agricultura pode ser utilizada promovendo a cobertura dos solos com material vegetal vivo ou em decomposição, aumentando a qualidade química, física e biológica dos sistema de produção. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adubação verde no micro ambiente de cultivo, bem como o efeito no crescimento e produção de cafeeiro irrigado. O experimento foi realizado na Fazenda GOA, no município de Araguari – MG, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 4 blocos, totalizando 28 parcelas. Foram utilizadas quatro espécies de plantas de cobertura e o controle sendo VE, divididos em 7 tratamentos. Foram avaliadas propriedades do solo como, resistência à penetração, tensão de água e temperatura da superfície acima e abaixo da palhada gerada; propriedades das plantas: crescimento dos ramos plagiotrópicos do cafeeiro, produtividade e qualidade dos grãos. Conclui-se que a *Braquiaria ruziziensis* se destacou na produção de palhada, acarretando em menor temperatura na superfície do solo e redução na compactação. O consórcio *B. ruziziensis*+ *Cajanus cajan* em sucessão mostrou-se mais eficiente quando analisada retenção de água no solo.

Palavras-Chave: Prática sustentável, café, planta de cobertura.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BR	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
CB	<i>Crotalaria breviflora</i> ou
CS	<i>Crotalaria spectabilis</i> ou
GA	<i>Cajanus cajan</i> ou Guandu Anão
BR+GA*	<i>Brachiaria ruziziensis</i> com <i>Cajanus cajan</i> em sucessão
BR+GA	Consórcio de <i>Brachiaria ruziziensis</i> com <i>Cajanus cajan</i>
VE	Vegetação espontânea

1. INTRODUÇÃO

A produção de café na safra 2018 foi 61,7 milhões de sacas em uma área de cultivo de 2,16 milhões de hectares. O estado de Minas Gerais foi o responsável pela maior produção, com o 53 % do total produzido no Brasil. O café brasileiro é destinado para o consumo interno, que segundo a Embrapa, foi maior que 25,5 milhões de sacas em 2018. Para o mercado externo, foram destinadas mais de 31 milhões de sacas (CONAB, 2018). Conforme o passar do tempo, o consumidor fica cada vez mais rigoroso, buscando cada vez mais a origem do produto. Com isso surgem as práticas sustentáveis que procuram restabelecer padrões saudáveis para os solos e para o meio ambiente, que foram perdidos pelo mau uso dos mesmos, pela falta de conhecimento.

O cafeeiro é uma cultura que advém de várias gerações, participando ativamente da economia brasileira, aumentando as exportações por consequência o PIB do país. A cada ano que passa, o consumidor fica ainda mais exigente pela procura de cafés de elevada qualidade, e de procedência, desejando conhecer a origem do café que está consumindo. Com isso, o produtor enfrenta um paradoxo ao buscar melhores produtividades, adequando-as a práticas sustentáveis (MARROQUÍN, 2014).

Dentro destas práticas sustentáveis o uso da adubação verde em lavouras já consolidadas melhora os atributos físicos, químicos do solo e todo o ecossistema em que a lavoura se encontra (BADEJO et al., 2002). Esta prática de manejo surgiu há mais de 10.000 anos e consiste no uso de plantas, em maioria das vezes gramíneas e leguminosas, na recuperação, manutenção e melhoria da qualidade química, física e biológica, em cobertura viva ou morta (SOUZA et al., 2008).

Do ponto de vista de atributos biológicos do solo, o uso de consórcio entre plantas de cobertura como adubos verdes, principalmente entre gramíneas e leguminosas, afeta a biota do solo, uma vez que cria micro habitats favoráveis e sítios de refúgios. Além do fato dos resíduos vegetais servirem como fonte de energia e nutrientes para os organismos (BADEJO et al., 2002).

Um dos fatores diretamente ligados à maior eficiência da planta, é a porosidade do solo. Quanto mais poros houverem no solo, maior a disponibilidade de água e nutrientes para as raízes absorverem. Sendo ocasionado pelo maior espaço que é resultante do crescimento das

raízes das plantas de cobertura, que são em sua maioria, sistemas radiculares agressivos que proporcionam espaço para que o sistema radicular do cafeeiro se desenvolva.

A temperatura do solo está diretamente ligada à evaporação de água pelo mesmo; com temperaturas altas, haverá maior quantidade de água perdida para atmosfera. Para manter a temperatura em valores adequados é recomendado a manutenção da cobertura vegetal do solo, proporcionando uma camada de proteção. A camada vegetal sobre o solo proporciona maior quantidade de água disponível para a cultura em detrimento a redução da evaporação.

O efeito de plantas de cobertura no acúmulo de matéria orgânica no solo e na melhoria de seus atributos biológicos deve ser quantificado regionalmente e para cada sistema produtivo, uma vez que depende da textura e mineralogia do solo, do relevo e das condições de temperatura e umidade (CUNHA et al., 2011). Com isso, busca-se formas de manejo que preservem e também forneçam aos solos o incremento da matéria orgânica, maximizando assim a retenção de água no solo, devido à presença de microporos e partículas que retêm maiores quantidades de água na região do Cerrado Mineiro.

Dentre as plantas utilizadas como adubação verde, destacam-se no Cerrado a *Braquiaria ruziziensis*, o *Cajanus cajan*, a *Crotalaria spectabilis* e a *Crotalaria breviflora*. Essas plantas possuem características específicas, com efeitos muitas vezes distintos no solo. O uso destas plantas visa substituir a cobertura que se forma espontaneamente no solo e traz poucos benefícios. A cobertura espontânea também aumenta o banco de sementes no solo e a emergência de plantas daninhas provoca grande prejuízos à atividade. São diversos os benefícios da cobertura do solo bem manenajdas em sistemas e produção

A *B. ruziziensis* apresenta rápida cobertura de solo, grande facilidade na dessecação, média tolerância ao sombreamento, sistema radicular extenso e agressivo, alta relação C:N e grande produção de massa seca. Já o *C. cajan*, uma das leguminosas mais utilizadas, tem baixa relação C:N e disponibiliza assim uma ciclagem de nutrientes mais eficiente. Com boa tolerância a seca e grande capacidade de fixação biológica de nitrogênio, principalmente na camada de 0 a 30 cm.

A Crotalária também está entre as plantas mais utilizadas, dentre as espécies estão *C. breviflora* e *C. spectabilis*. Ambas apresentam elevada capacidade de fixar nitrogênio, são más hospedeiras de nematóides e fornecem rápida e eficiente cobertura de solo.

Espera-se que a adubação verde seja positiva ao sistema de produção de café irrigado no cerrado mineiro, porém, pequeno é o número de pesquisas que relacionam os benefícios da adubação verde nesse sistema de produção.

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito da adubação verde com *Brachiaria ruziziensis*, *Crotalaria breviflora*, *C. spectabilis* e *Cajanus cajan* no crescimento, produção, atributos qualitativos e na disponibilidade hídrica do solo em cafeeiro irrigado na região do Cerrado de Minas Gerais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil se destaca em produção e exportação de café. (FERNANDES et al., 2012). Porém, em muitas áreas, as produtividades das lavouras cafeeiras poderiam ser superiores se o solo da cultura não fosse tão degradado devido ao manejo inadequado. Assim uma opção viável para amenizar este problema seria adotar sistemas conservacionistas que promoveriam melhoria a médio prazo (ROCHA, 2014).

Com relação ao efeito que a cobertura vegetal exerce na retenção e armazenamento de água no solo, o mesmo está diretamente ligado às características intrínsecas, como a organização das partículas do solo, a estrutura, a composição mineralógica e teores de matéria orgânica.

As lavouras com práticas de manejo focadas na conservação e preservação do solo e água, que utilizam da cobertura vegetal como meio, são positivamente afetadas principalmente no que diz respeito ao uso da água da chuva e aumento de matéria orgânica do solo. Vantagens como estas, que direcionam a lavoura para melhor estabelecimento, tanto referente ao equilíbrio socioeconômico quanto ambientalmente, com a maior capacidade de resistir as adversidades climáticas (ROCHA, 2014).

Práticas conservacionistas são meios de aumentar a eficiência do uso da água e preservar as características do solo. Se consegue, dessa forma, atenuar problemas como déficit hídrico. Consequentemente, é inevitável a utilização destas técnicas, sendo elas acessíveis até para os pequenos produtores, pois não possuem um custo elevado (BARBOSA, 2015).

As plantas de cobertura estão associadas à prática de adubação verde: técnica conservacionista onde se utilizam de plantas para proteção do solo, que através delas é obtido a proteção do solo, por conta da camada vegetal formada, que dificulta agentes erosivos causarem danos a área. Outro ponto chave a ser citado sobre as plantas de cobertura é que elas possuem aptidão de fornecer ao solo carbono fotossintetizado, nitrogênio fixado biologicamente. Por fim, as plantas também conseguem reciclar nutrientes e conseqüentemente beneficiar os atributos do solo (ROCHA, 2014).

Adubo verde são plantas que auxiliam na proteção do solo, e favorece a melhoria da fertilidade, inclusive as plantas de cobertura estão associadas a esta prática. De maneira geral pode-se afirmar que a adubação verde se encaixa como um caminho para alcançar a sustentabilidade dos solos (CARVALHO, 2007).

A cobertura vegetal também possui a capacidade de amenizar as oscilações de temperaturas no solo, atenuando a amplitude térmica. A prática da adubação verde, necessita de manejo adequado para fornecer todos seus privilégios sem causar posteriores problemas para a lavoura comercial, por conta que, a partir do momento que o manejo não é bem realizado, as plantas produzirão sementes e infestarão a área, transformando em plantas daninhas. Portanto é preciso ter uma estratégia bem elaborada para obter o máximo potencial dessa prática (CARVALHO, 2007).

É necessário saber o momento de implantação do adubo verde. Variáveis como produção de biomassa vegetal e fornecimento de nutrientes estão diretamente relacionadas. Neste sentido, o período que os adubos verdes geralmente se desenvolvem melhor é na estação chuvosa, devido a maior disponibilidade de água às plantas e por haver alta intensidade luminosa, favorecendo o crescimento, fotossíntese e metabolismo das plantas (CARVALHO, 1999).

Em relação a época de plantio, aconselha-se fazer uma triagem entre as espécies que melhor se adaptam ao propósito. Levando em consideração as peculiaridades das plantas no que diz respeito às condições climáticas exigidas, ao tamanho da planta e quantidade de biomassa, que ela será capaz de produzir, se a espécie é responsiva e sobre susceptibilidade a doenças e pragas (ROCHA, 2014).

Por outro lado, quando o adubo verde é cultivado na entressafra que corresponde ao período de estiagem, mesmo com desenvolvimento reduzido, será formada a cobertura vegetal que servirá de proteção da superfície do solo. Em casos de chuvas intensas o solo estará

precavido da ocorrência de erosão. Outro ponto que deve se dar atenção, é a época de corte ou dessecação dessas plantas de cobertura, que deve anteceder a maturação fisiológicas das sementes, para não se tornarem posteriormente plantas daninhas a cultura comercial (ROCHA, 2014).

Com isto alguns tópicos devem ser levantados dados das espécie a ser utilizada, época de semeadura, corte ou dessecação do adubo verde dependendo se a cobertura vegetal será utilizada na forma da planta viva ou morta (ROCHA, 2014).

As leguminosas são espécies que estão diretamente ligadas a fixação biologia de nitrogênio e a rápida ciclagem de nutrientes. Por outro lado as gramíneas perenes se mostram mais eficientes quando relacionadas ao tempo que se prolongam sobre o solo, e também devido a morfologia das suas raízes (fasciculadas), podendo ser citado como exemplo a braquiária (ROCHA, 2014).

Algumas gramíneas também se enquadram muito bem como adubo verde na cafeicultura, um exemplo é a *Braquiaria decumbens* que possui uma boa adaptação ao clima brasileiro, mesmo ela sendo considerada uma planta daninha quando mal manejada, está promove grandes benefícios, como alto potencial de cobertura do solo e raízes que promovem maior aeração, proporcionando maior infiltração de água no solo. Já na cafeicultura irrigada, esta estratégia não era tão usual, porém estudos mostraram a viabilidade devido ao aumento de matéria orgânica (ROCHA, 2014).

Dentre as plantas mais utilizadas está a *Braquiaria ruziziensis*, uma gramínea, que apresenta bom crescimento em solo menos férteis, grande taxa de crescimento, produz grande quantidade de palhada na superfície do solo, e sendo uma planta com elevada relação C:N, essa massa seca produzida permanece por mais tempo como cobertura de solo. Além disso possui sistema radicular agressivo e facilidade na dessecação com o uso de glifosato (MARIN, et al., 2018).

O plantio de leguminosas é uma forma de diversificar os benefícios provindo das plantas de cobertura, pois por apresentar baixa relação C:N, seguem o mesmo padrão, de apresentarem boa ciclagem de nutrientes, e boa capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Uma das plantas mais utilizadas é o *Cajanus cajan*, apresentando elevada produção de massa, grandes benefícios quando incorporadas ao solo, como aumento do aporte de nitrogênio (GUIMARÃES, et al., 2017).

Outra espécie que apresenta grandes benefícios quando implantada em uma área como um adubo verde, são as crotalárias. Além de apresentar grande ciclagem de nutrientes, com elevado retorno de nitrogênio, fosforo e potássio para o solo, chegando a valores de 100 kg ha^{-1} de N, 18 kg ha^{-1} de P e 100 kg ha^{-1} de K (ARF, et al., 2018). Elas apresentam baixos valores de reprodução de nematoides, variando de 0 a 0,3, quando utilizada a *Crotalaria spectabilis* (OLIVEIRA; ASMOS, 2018).

Uma forma de manejo que busca mais benefícios, no uso da adubação verde, é o consórcio entre as plantas de cobertura, como é o caso das lavouras de gramíneas que são consorciadas com leguminosas. Esta maneira de cultivo, utiliza da associação entre as espécies para suprir e recuperar a demanda exigida pelas plantas, conservando as características do solo (GARCIA et al., 2008).

Em locais com períodos de seca prolongado o cobrimento do solo é oportuno, pois a cobertura diminui a perda de água do solo conservando também a umidade por mais tempo e melhora a distribuição nas camadas, devido a porosidade que as raízes promovem. É demonstrado na prática que a adubação verde promove grandes benefícios de forma geral ao solo, e qualquer custo que o produtor venha a ter com esta prática, é compensatório pelo aumento da qualidade do solo (BARBOSA, 2015).

O solo é um ambiente complexo, envolvendo vários organismos. É necessário sempre pensar na melhor maneira de explorar este recurso, de forma sustentável, a fim de proporcionar condições adequadas para manutenção e melhora de suas características físicas, químicas e biológicas. Uma das formas de sustentabilidade na agricultura é a prática da adubação verde, principalmente pela adoção de espécies leguminosas e gramíneas, pois estas apresentam boa capacidade de ciclagem de nutrientes e cobertura rápida no solo (AURAS, 2011).

Além dos benefícios citados a partir da adoção de adubos verdes, podem ainda ser complementados na área de fertilidade, o acréscimo do teor de matéria orgânica, a ampliação da disponibilidade de nutrientes, a maior eficiência da capacidade de troca de cátions, a maior produção de ácidos orgânicos, e a reciclagem de nutrientes. Contudo, estas vantagens são dependentes de fatores já citados como a espécie empregada, o manejo, a atenção as épocas de semeadura e corte, condições climáticas, e a associação entre esses fatores (ALCÂNTARA et al., 2000).

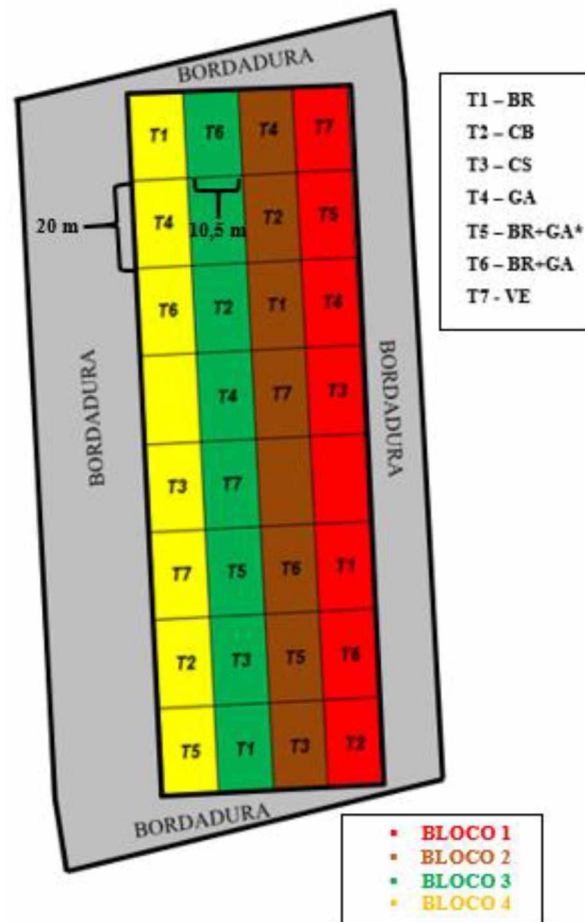
4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de novembro de 2017, até junho de 2018, na Fazenda GOA, localizada no município de Araguari-MG, nas coordenadas 18° 38' 22,24" Sul e 48° 15' 3,03" Oeste na altitude 940 metros. Segundo CLIMATE-DATA (2018), na região o clima é tropical com inverno seco, classificado como Aw, com precipitação média anual de 1556 milímetros e temperaturas médias do ar anuais em torno de 21,2 °C.

A área experimental escolhida possui solo argiloso, cultivada com a variedade Catuaí vermelho, com 26 anos de idade, plantadas sob o espaçamento 3,5 m x 0,5 m, com estande de 5715 plantas por hectare.

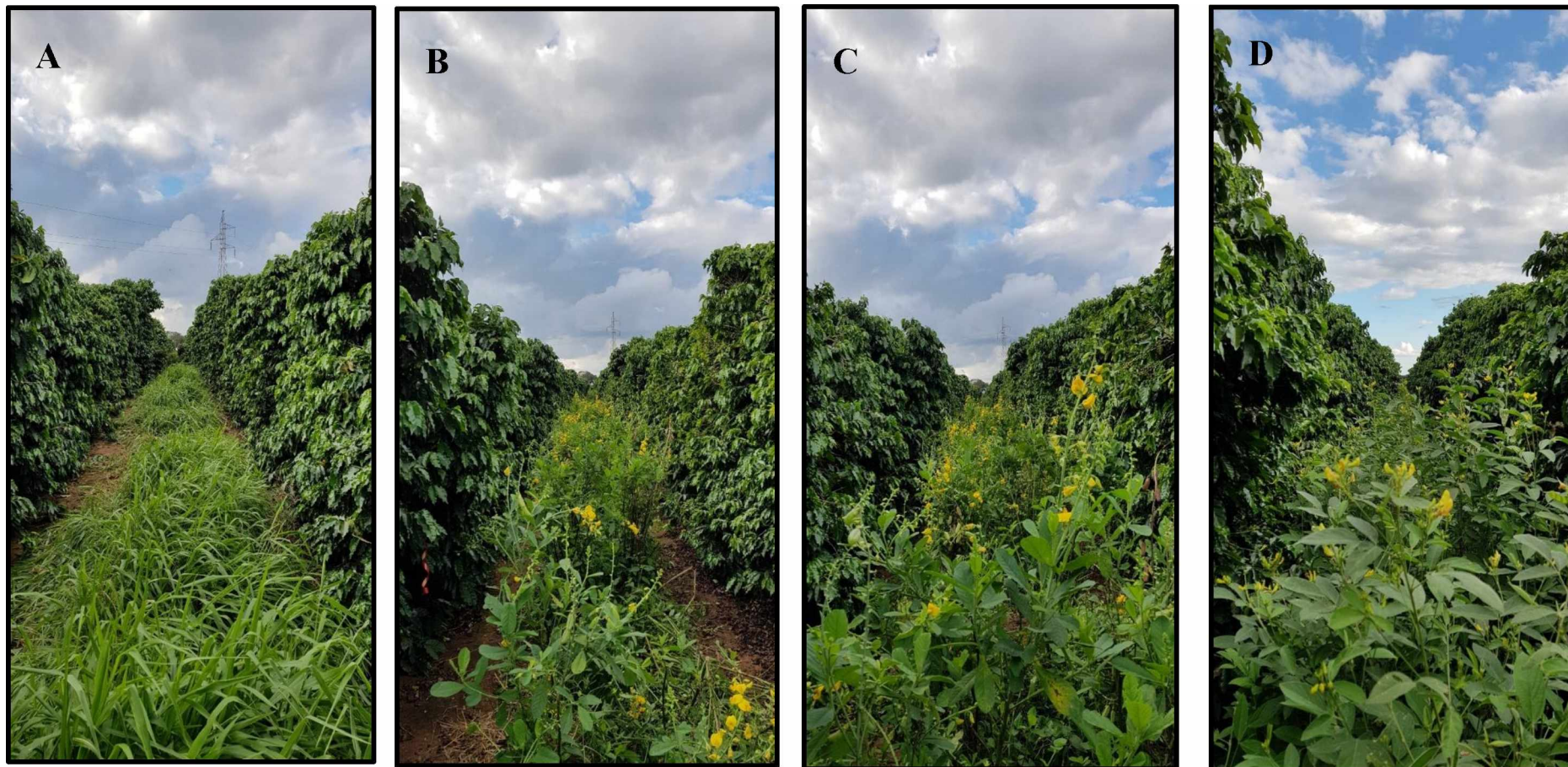
O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos dispostos em 4 blocos, totalizando 28 parcelas experimentais. Os tratamentos estudados foram plantas de cobertura cultivadas na entrelinha do cafeeiro sendo, T1 – *Brachiaria ruzizienses* (BR); T2 – *Crotalaria breviflora* (CB); T3 – *Crotalaria spectabilis* (CS); T4 – *Cajanus cajan* (GA); T5 – *Brachiaria ruzizienses* com *Cajanus cajan* em sucessão (BR+GA*); T6 – Consórcio de *Brachiaria ruzizienses* com *Cajanus cajan* (BR+GA); T7– Vegetação espontânea (VE). As parcelas foram compostas por 3 fileiras de entrelinha do cafeeiro com comprimento de 20 metros, ocupando uma área de 10,5 m x 20 m, sendo de 210 m² conforme ilustrado na Figura 1.

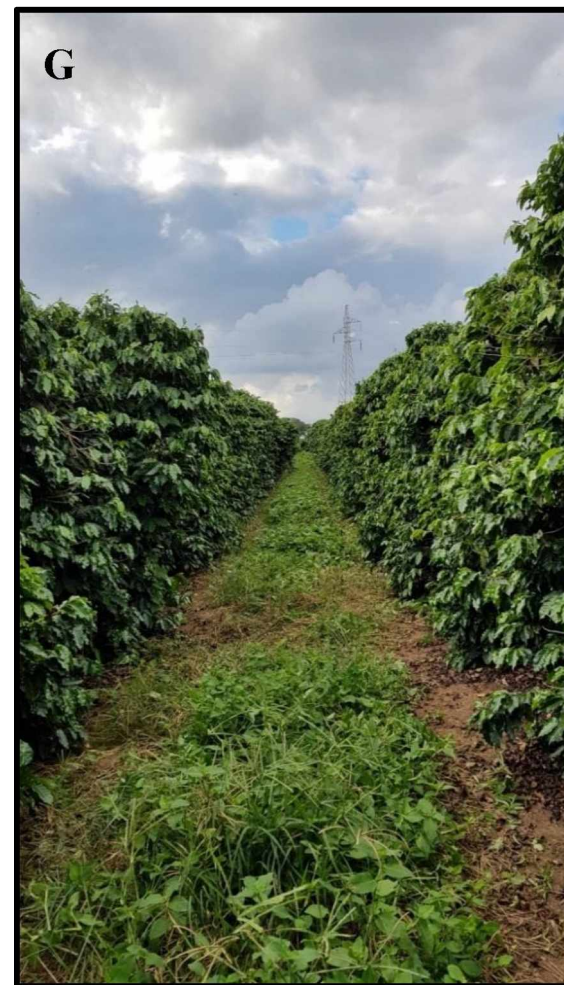
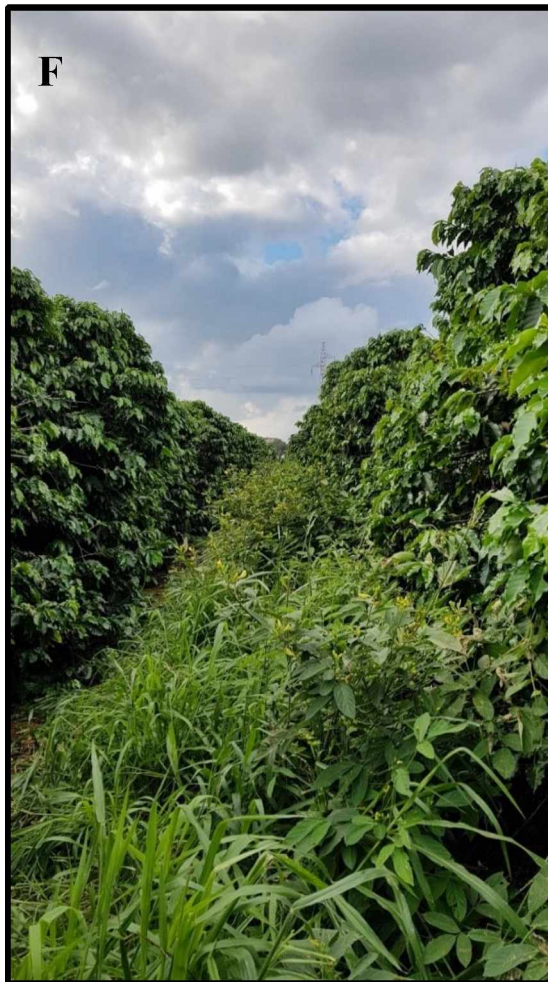
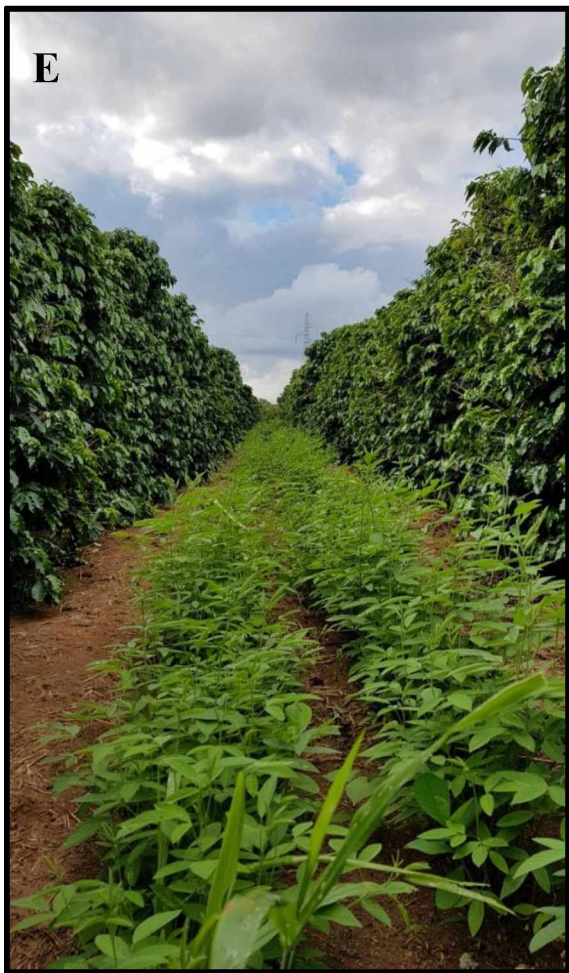
Figura 1. Croqui da área experimental. Fazenda GOA



A fim de identificar os tratamentos estudados, foram fotografados os tratamentos 100 dias após a semeadura, na Figura 2. Sendo identificados como 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, como os tratamentos BR, CB, CS, GA, BR+GA*, BR+GA e VE, respectivamente.

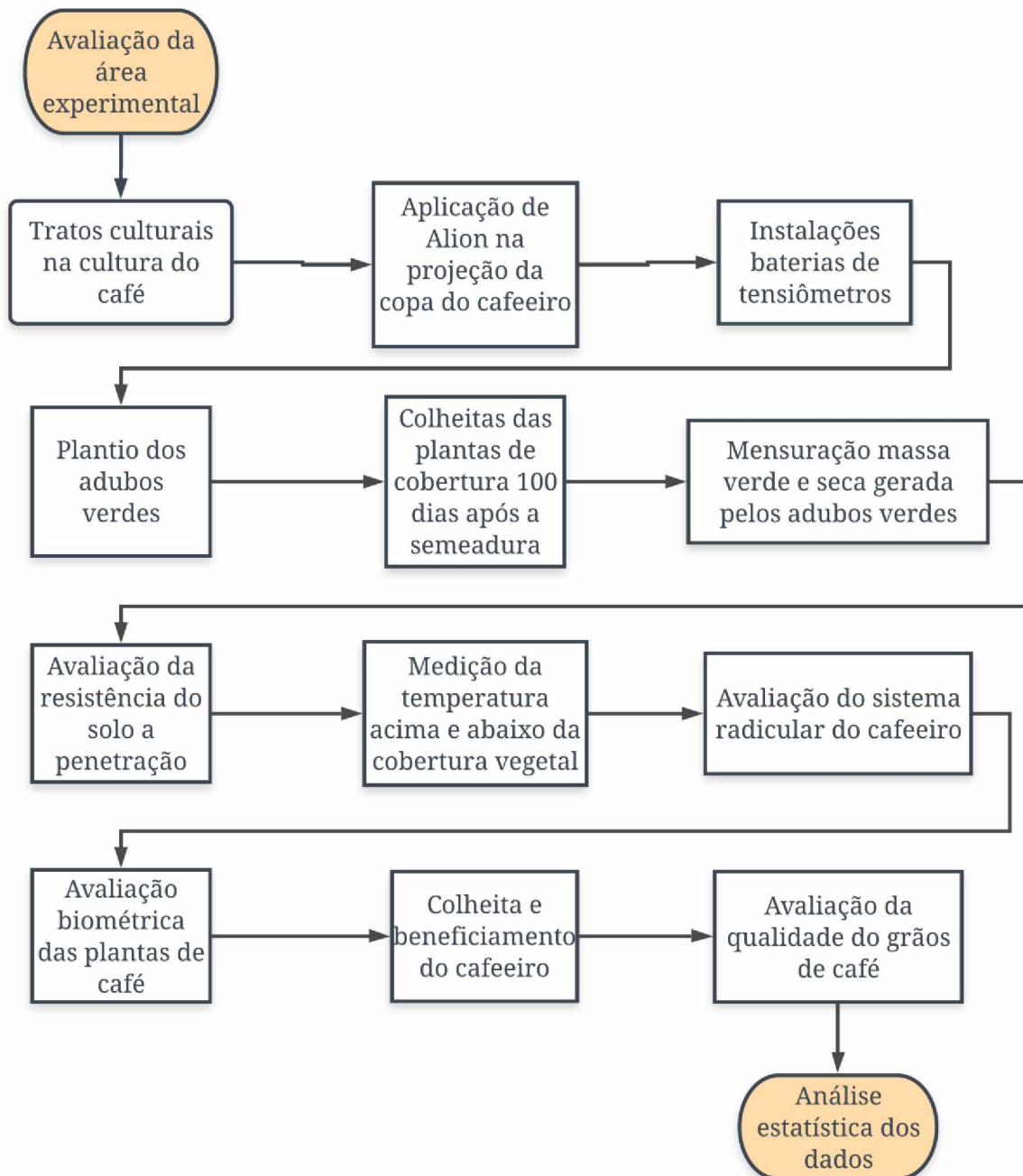
Figura 2. Tratamentos 100 dias após a semeadura dos adubos verdes.





A fim de sintetizar toda metodologia, foi criado o fluxograma, demonstrando de maneira sucinta todo o processo na realização do experimento. Conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma da metodologia.



O plantio das plantas de cobertura ocorreu no dia 14 de novembro de 2017. A densidade de plantio utilizada foi de 30 sementes por metro, exceto as parcelas de Guandu Anão, em que o recomendado para tal, é de 25 sementes por metro.

Para efetuar o plantio, foram abertos dois sulcos, com o espaçamento de 0,5 metro entre eles, feito a semeadura de forma manual em todas parcelas. Quando as sementes já germinadas, foi realizado o desbaste, deixando a densidade recomendada. O plantio do Guandu Anão no tratamento T5, com sucessão do mesmo, foi realizada no dia 14 de fevereiro, após a colheita da braquiária que estava presente no local.

O sistema de irrigação padrão é o gotejamento, com emissores autocompensantes, com vazão nominal de $2,2 \text{ L h}^{-1}$ espaçados a cada 0,5 m. O sistema foi classificado como excelente, com 90,8 % de uniformidade, apresentando vazão média de $2,1 \text{ L h}^{-1}$ nos emissores.

A irrigação foi realizada em dias alternados, 4 horas por dia. No período antes da diferenciação floral, a irrigação foi suspensa pois a cultura esteve um período de repouso vegetativo. Logo após o florescimento, a irrigação foi retomada.

Foi realizado a avaliação do sistema de irrigação, utilizou o coeficientes de uniformidade para verificação da qualidade da irrigação do sistema utilizado na propriedade. Para a avaliação da uniformidade do sistema, foi utilizado a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975). Essa metodologia consiste em coletar a vazão em 4 emissores equidistantes, ao longo de uma linha de gotejamento, em que o primeiro e o ultimo emissor devem ser coletados obrigatoriamente, para comparar a vazão que está saindo no início e no final da linha. Esse procedimento e realizado em 4 linhas dentro da área, sendo a primeira e a última, e outras duas que são escolhidas aleatoriamente. A vazão foi coletada durante 5 minutos, com 2 repetições, após a coleta, essa vazão e medida em provetas graduadas, e os valores são convertidos, a fim de encontrar a vazão do gotejador em litros por minuto.

Foram realizadas 4 adubações via fertirrigação durante a condução do experimento a partir do mês de outubro do ano de 2017, com a aplicação de 42 kg ha^{-1} de ureia e 60 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, e posteriormente no próximo ano 25 kg ha^{-1} de ureia e 30 kg ha^{-1} de cloreto de potássio. Foram realiza também adubações a lanço, a partir do mês de setembro de 2017, com a aplicação do formulado 20-05-20, de 250 gramas por metro, distribuídas em 4 aplicações, além da aplicação de 55 gramas de nitrato de amônio por metro em fevereiro de 2018, além da aplicação de micronutrientes para repor as necessidades da cultura se necessário. Totalizando na aplicação de 224 kg ha^{-1} de N, 197 kg ha^{-1} de potássio e 38 kg ha^{-1} de fósforo.

A fim de evitar a presença de plantas daninhas na linha do cafeeiro, foi aplicado o herbicida Alion™, pré emergente, com Indaziflam 500 g L^{-1} como ingrediente ativo. Este inibiu

a germinação e o crescimento das plantas daninhas. Foi aplicado uma dose de 75 ml ha⁻¹, em uma faixa de 0,2 m fora da copa do cafeeiro, de cada lado das plantas.

Realizou-se a instalação de uma bateria de tensiômetros em cada parcela em três profundidades, à 0,20 m, 0,40 m e 0,60 m para monitoramento da umidade do solo ao longo de todo o experimento, os valores foram coletados nos meses de abril, maio, junho, agosto e novembro de 2017; fevereiro, março, abril e julho de 2018.

A fim de identificar toda a massa que foi gerada por cada tratamento, avaliou-se a massa verde aos 100 dias após a semeadura, momento em que há grande quantidade de água em suas células, e a massa seca, que é a massa que realmente ficará disponível na superfície do solo, com o passar do tempo. Para isso, efetuou-se a colheita das plantas de cobertura aos 100 dias após a semeadura das adubação verdes, colhendo 0,5 m² por parcela, e extrapolando esse valor para 1 ha, proporcionalmente. A massa seca foi obtida através de uma estufa de circulação de ar forçada, a 65°C por 72 h.

Após a colheita das amostras nas parcelas, a área foi roçada, com uma passada, cortando 50 cm da entrelinha, que era onde estavam as plantas de cobertura. Após a colheita dos adubos verdes, iniciou-se a decomposição, submetidas as mesmas condições climáticas do local.

Foi avaliado a resistência do solo a penetração, após 30 dias da colheita das plantas de cobertura, coletou 3 pontos por parcela e avaliou a média das medidas dentro de três camadas, 0 a 0,2 m, 0,2 a 0,4 m e 0,4 m a 0,6 m por meio do PENETROLOG da marca FALKER, utilizando a ponta C2, para solos médios.

Foi avaliada a temperatura acima e abaixo da cobertura vegetal seca, dos tratamentos em duas repetições por parcela, totalizando 54 medições. Para efetuar as medições, foi utilizado o termômetro infravermelho, TEMPQuick, a uma altura de 1 m da superfície do solo. As medições foram realizadas no mês de abril, sempre entre meio dia e duas horas da tarde, sem a presença de nuvens, para obter maior precisão dos valores encontrados.

Extraíu-se da área 506 amostras do sistema radicular, sendo 18 pontos por parcela, com 6 profundidades diferentes (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 e 1,2 m), e em 3 perfis de solo, que caracterizam-se em sob a rua, à 0,4 m e à 0,8 m de distância do pé de café. Após a coleta, as amostras lavadas, e coletou-se apenas as raízes, foram secas em estufa de circulação de ar forçada em uma temperatura de 65°C, por 72 h, mensurando seu peso em uma balança de precisão.

Foram avaliados o crescimento do ramo plagiotrópico do cafeeiro, e o surgimento de novos nós produtivos no mesmo ramo. Foram medidas duas plantas por parcela, cada planta,

foram avaliados o crescimento do lado do sol, e da sombra, efetuando a média posteriormente. Na primeira medida, os ramos foram mensurados em seu tamanho total, e amarrou um barbante no ultimo nó produtivo. A partir dele, foi medido o surgimento de novos nós. Para efetuar a medição dos ramos, foi utilizada uma fita métrica graduada. As avaliações biométricas no cafeeiro foram realizadas nos meses de novembro de 2017, janeiro, março, maio de 2018.

A colheita do cafeeiro foi realizada no dia 31 de maio de 2018. Colheu manualmente 4 plantas por parcela, quantificando o volume total, dos dois lados da planta de café, a fim de extrapolar esses valores para estimativa de produtividade de cada parcela. Foram separados dez litros por parcela, e pesados, a fim de conhecer o volume e o peso dos frutos que foram secos no terreiro. Por último, esse café separado foi beneficiado, onde foi obtido a produtividade (sacas beneficiadas por hectare).

Foi realizada a avaliação de defeitos presentes nos grãos, buscou-se definir a qualidades do café beneficiado. Com base na Instrução Normativa nº 8, de junho de 2003, os grãos foram avaliados quanto a presença dos defeitos: preto, verde, ardido, coco, marinheiro, casca, brocado, concha, quebrado, chocho e pau. A partir da quantidade de defeitos encontrou seu tipo. (BRASIL, 2003). Também de acordo com a Instrução Normativa nº 8, uma amostragem de 300 gramas, café foi separado em peneiras de classificação de formato e tamanho, sendo elas (Chato graúdo: peneiras 19/18 e 17), (Chato médio: peneiras 16 e 15); (Chato miúdo: peneira 14 e menores), (Moca graúdo: peneiras 13/12 e 11), (Moca médio: peneira 10) e (Moca miúdo: peneira 9 e menores), a fim de identificar em quais peneira os grãos ficariam retidos, e posteriormente seriam classificados de acordo com seu tamanho.

A análise estatística foi realizada a partir do software Sisvar (FERREIRA, 2011), que é um programa de análise estatística e planejamento de experimentos. As variáveis que apresentaram valores de F significativos, no mínimo, a 5% de probabilidade na análise de variância foram submetidas ao teste de médias do tipo Scott Knott a um nível de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura médias das plantas de cobertura, está diretamente ligada a produção de massa seca e verde por ela gerada. De acordo com a análise de variância (Tabela 1) foi possível verificar que houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 1 % de significância, assim demonstrando que o crescimento entre as plantas de cobertura, variam de acordo com a espécie que está sendo utilizada.

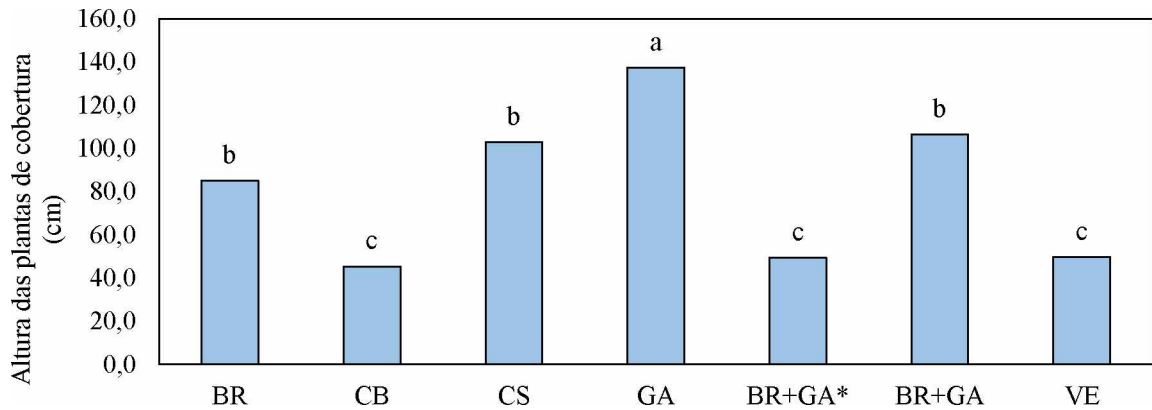
Tabela 1 - Análise de variância para a altura das plantas de cobertura (cm) para os tratamentos estudados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	30168,81	5028,13	30,96**	0,00
Bloco	3	672,93	224,31	1,38 ^{ns}	0,28
Erro	18	2923,63	162,42		
Total corrigido	27	33765,37			

ns e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

A altura média das plantas de cobertura foi de 81,9 cm aos 100 dias após a semeadura. Como observado na Figura 4, as planta de cobertura que apresentou maior altura foi o GA, com o valor de 137,33 cm.

Figura 4 - Altura das plantas de cobertura (cm) para os tratamentos estudados



*média seguida pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Teodoro et al. (2011), o desenvolvimento do guandu-anão se concentra nos primeiros dois meses, com altura média de 96 cm. Os autores também cita que a *Crotalaria spectabilis*, apresenta uma taxa de crescimento constante até o florescimento.

Como citado por Carvalho (1999), quando os adubos verdes são semeados na época chuvosa, esses tendem em acumular quantidades superiores de nutrientes e biomassa na parte aérea, devido a maior disponibilidade de água.

A fim de identificar um dos atributos que mais se relacionam aos benefícios das plantas de cobertura para todo o manejo ecológico, são mensurados a massa verde e massa seca, identificando assim a cobertura que é gerada e decomposta. A massa verde é obtida a partir do cultivo das adubações verde, fornecendo matéria orgânica, nutrientes e melhorando a estrutura do solo, com esse intuito mediu-se seus valores comparando as diferentes plantas de coberturas utilizadas.

Foi realizada a análise de variância para a massa verde gerada pelas plantas de cobertura, conforme a Tabela 2, sendo possível observar que os valores obtidos foram diferentes estatisticamente, ao nível de 1% de significância, mostrando assim que houveram plantas que foram utilizadas, com valores mais satisfatórios do que outras.

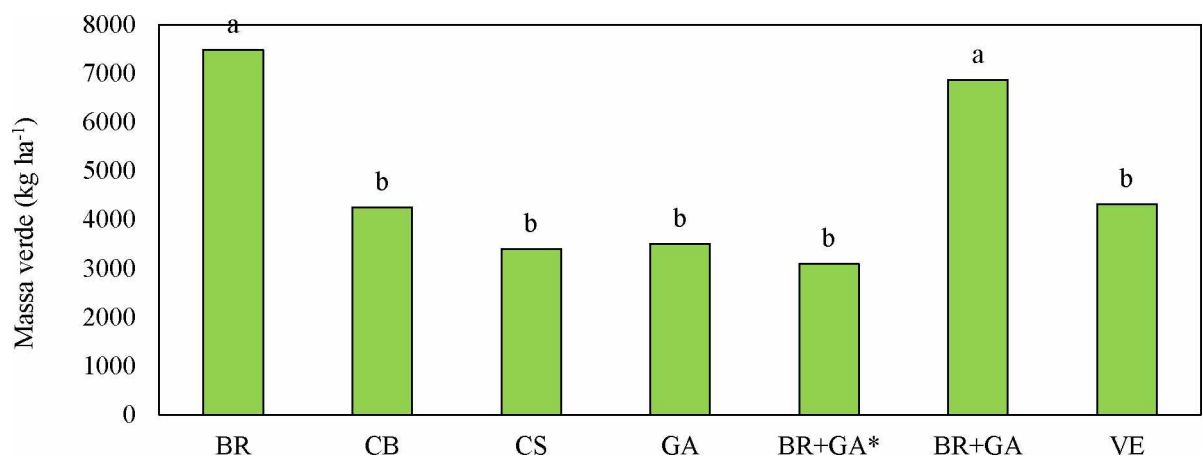
Tabela 2 - Análise de variância para massa verde gerada pelas plantas. (kg ha⁻¹) para os tratamentos estudados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	73861943,50	12310323,92	12,34**	0,00
Bloco	3	6118140,17	2039380,06	2,05 ^{ns}	0,14
Erro	18	17954822,98	997490,16		
Total corrigido	27	97934906,65			
CV (%)			21,24		

ns e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Na Figura 5 apresenta-se os valores do teste de médias para os tratamentos na variável produção de massa verde. A massa verde média observada foi de 4701,48 kg ha⁻¹

Figura 5 - Produção de massa verde em kg ha⁻¹ pelas diferentes tratamentos



*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos com BR, tanto plantadas de forma singular, quanto no consórcio BR+GA, obtiveram os maiores valores de produção de massa verde, diferenciando estatisticamente dos outros tratamentos.

No trabalho feito por Pittelkow et al. (2012), foi constatado que a maior produção de biomassa entre os adubos verdes estudados, foram de crotalária por conta da quantificação de seus colmos e da braquiária, por conta de toda massa verde que é gerada na parte aérea dessa

planta. No estudo feito pelo autor, foi constatada a produção em média no Mato Grosso de 10.860 kg ha⁻¹.

A massa seca promove muitos benefícios, muitas vezes associados a redução da temperatura na superfície do solo. Quando foi analisado a produção de massa seca, oriunda da massa verde após a perda de toda água dos tecidos da planta, observou-se entre as plantas de coberturas estudadas, que houve diferença estatística entre os tratamentos estudados, conforme observado na tabela 3.

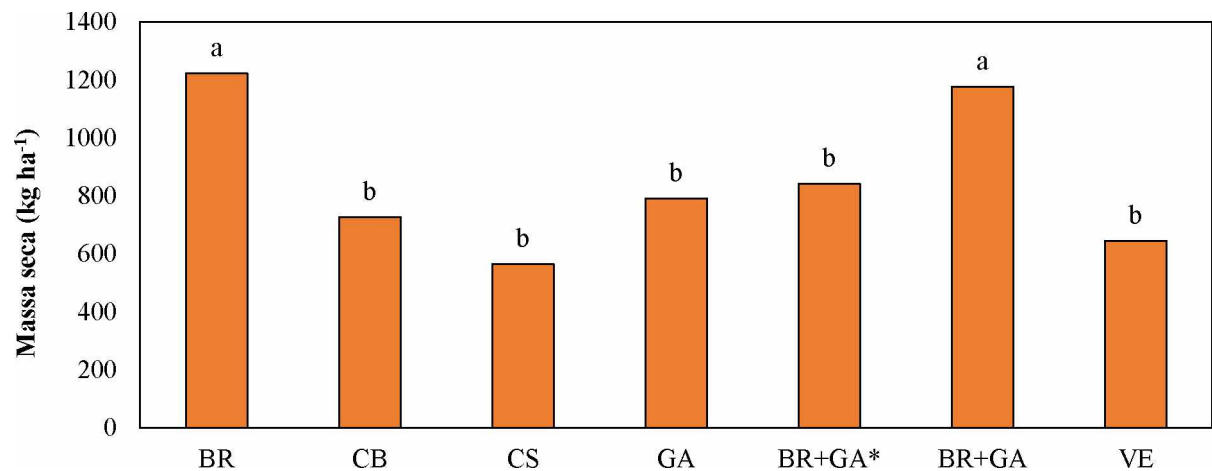
Tabela 3 - Análise de variância para massa seca gerada pelas plantas em kg ha⁻¹.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	1547920,93	257986,80	17,18**	0,00
Bloco	3	69045,44	23015,15	1,53 ^{ns}	0,24
Erro	18	270280,56	15015,59		
Total corrigido	27	1887246,932			
CV (%)			14,37		

ns, **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Analisando os dados observados na Figura 6, que foram obtidos após a secagem da massa verde, observa-se que os tratamentos com BR e BR+GA produziram os maiores valores de massa seca, diferenciando estatisticamente assim dos demais, e mostrando que a massa verde gerada tem relação direta com a massa seca que é produzida com a mesma, pois os mesmos tratamentos, após a secagem obtiveram os mesmos resultados.

Figura 6 - Produção de massa seca em kg ha^{-1} para os diferentes tratamentos



*média seguida pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme apresentado por Timossi et al. (2007), quando o tempo de cultivo da braquiária ultrapassa 110 dias após a semeadura, não há nenhum aumento na produção de massa seca até 250 DAP, sendo considerado um valor médio de produção de $6,6 \text{ t ha}^{-1}$, variando pelas regiões em que a braquiária é semeada.

Todos os fatores estão diretamente ligados a conservação do solo, um dos que mais representam é a compactação do mesmo. Foram mensurados valores que mostram a resistência que o solo apresenta à penetração, sendo que, quanto maior a resistência, maior será a compactação. Se o solo estiver mais compactado, pode-se ter algumas complicações, como menores chances de crescimento de raízes para camadas do solo mais profundas e menor infiltração de água pelo solo. Com isso, pode-se relacionar a compactação com a quantidade de água disponível para a planta, tendo que altos valores de resistência a penetração, podem afetar diretamente o crescimento do cafeeiro.

Na Tabela 4, está sendo mostrado a análise estatística feita para a resistência do solo a penetração (kPa), apresentando diferença significativa a 1% de significância, para os tratamentos estudados, bem como as diferentes profundidades. Para o fatorial que avaliava a influência dos tratamentos, nas diferentes profundidades, não houve diferença significativa. Como observado abaixo.

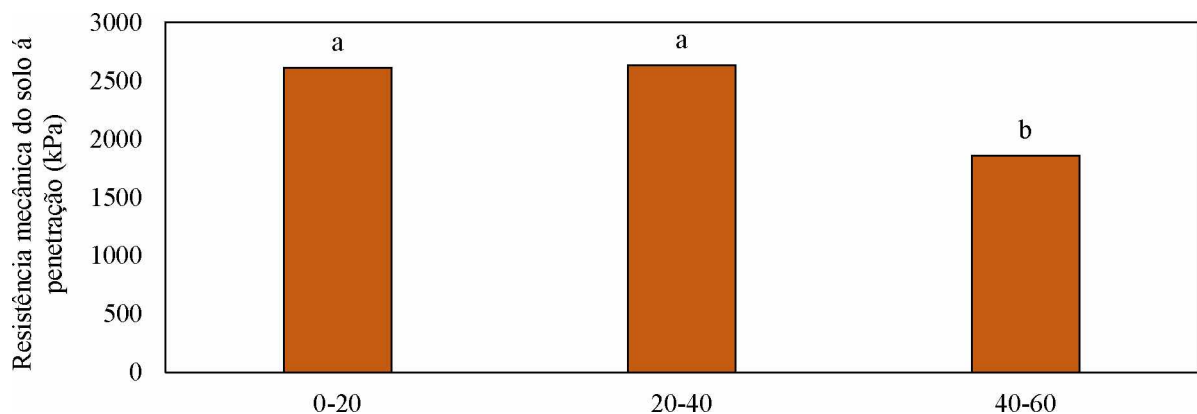
Tabela 4 - Análise de variância para resistência do solo a penetração (kPa).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	5277660,84	879610,14	4,20**	0,00
Profundidade	2	12298556,43	6149278,22	29,35**	0,00
Tratamento*Profundidade	12	4788435,10	159687,96	0,76 ^{ns}	0,69
Bloco	3	12571526,95	1596145,03	7,62**	0,00
Erro	60	12571526,95	209525,45		
Total corrigido	83	36852434,8			
CV (%)			19,27		

ns e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Na Figura 7 é demonstrada a resistência do solo a penetração (kPa) nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, avaliando assim as camadas onde é encontrado a maior porcentagem de raízes.

Figura 7 - Resistência mecânica do solo à penetração (kPa) para os três perfis de solo amostrados

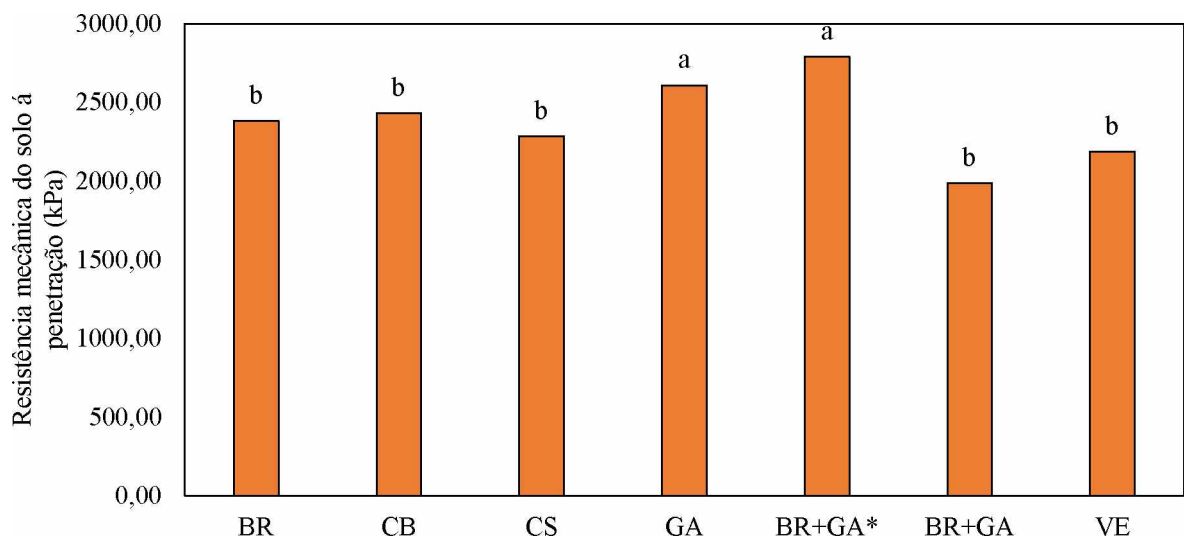


*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme os dados observados na Figura 7, nas camadas de solo superficiais, de 0 até 40 cm, os valores de compactação foram maiores do que em camadas profundas, diferenciando estatisticamente, podendo estar relacionado a maior pressão de máquinas exercidas sobre a superfície do solo.

Na Figura 8, é mostrada a resistência do solo à penetração, analisando os diferentes tratamentos de adubação verde. As raízes e toda atividade microbiana que ocorre para decompor o material vegetal gerado pelas plantas de cobertura, afetam diretamente nos resultados.

Figura 8 - Resistência mecânica do solo à penetração do solo (kPa), no solo submetido a diferentes adubos verdes



*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Cunha et al., (2011) citam que a braquiária quando semeada em consórcio promove efeitos benéficos para parte estrutural do solo, principalmente nas partes profundas, por conta de seu sistema radicular agressivo, e toda matéria seca da parte aérea que é gerada sob o solo e pela raiz dessa planta.

Os tratamentos que geraram a maior cobertura no solo, por mais tempo, foram as que obtiveram os menores valores de compactação, com diferença estatística dos tratamentos GA e BR+GA*, que apresentaram os maiores valores de compactação, mostrando que a palhada interfere diretamente na pressão que é exercida sobre o solo.

No cafeeiro, os ramos plagiotrópicos são de extrema importância, surgindo a partir de gemas seriadas, esses são responsáveis pela produção do cafeeiro, iniciando com o florescimento, e como consequência a frutificação.

Nas Tabelas 5 e 6, estão sendo representadas as análises estatísticas realizadas a fim de determinar se o cafeeiro submetido a diferentes adubos verdes, sofreria algum efeito em seu crescimento, no período de novembro de 2017 a maio de 2018.

Tabela 5 - Análise de variância para crescimento de ramos plagiotrópicos de cafeeiro irrigado (cm).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	4,04	0,67	1,59 ^{ns}	0,21
Bloco	3	0,51	0,17	0,40 ^{ns}	0,75
Erro	18	7,65	0,42		
Total corrigido	27	12,20			
CV (%)			16,54		

ns: não significativo pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Ressalta-se que em ambas variáveis não houve diferença significativa, sendo que todos os tratamentos se mostraram iguais estatisticamente para crescimento e número de nós.

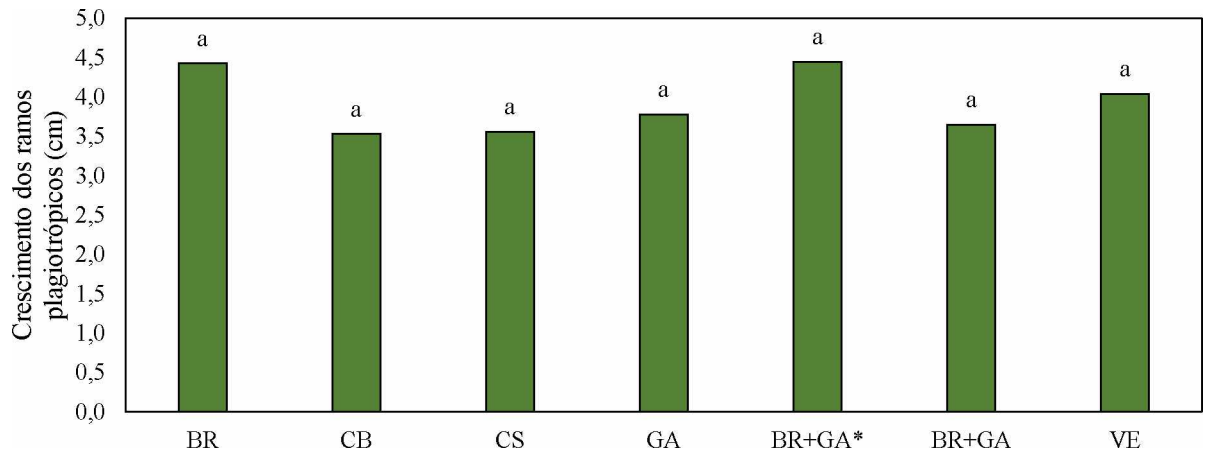
Tabela 6 - Análise de variância para número de nós nos tratamentos estudados

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	0,34	0,06	0,37 ^{ns}	0,89
Bloco	3	1,02	0,34	2,24 ^{ns}	0,12
Erro	18	2,73	0,15		
Total corrigido	27	4,09			
CV (%)			14,35		

ns: não significativo pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Analisando a Figura 9, todos os tratamentos foram iguais estatisticamente, sendo observado um crescimento médio dos ramos plagiotrópicos de 3,92 cm, durante o período avaliado.

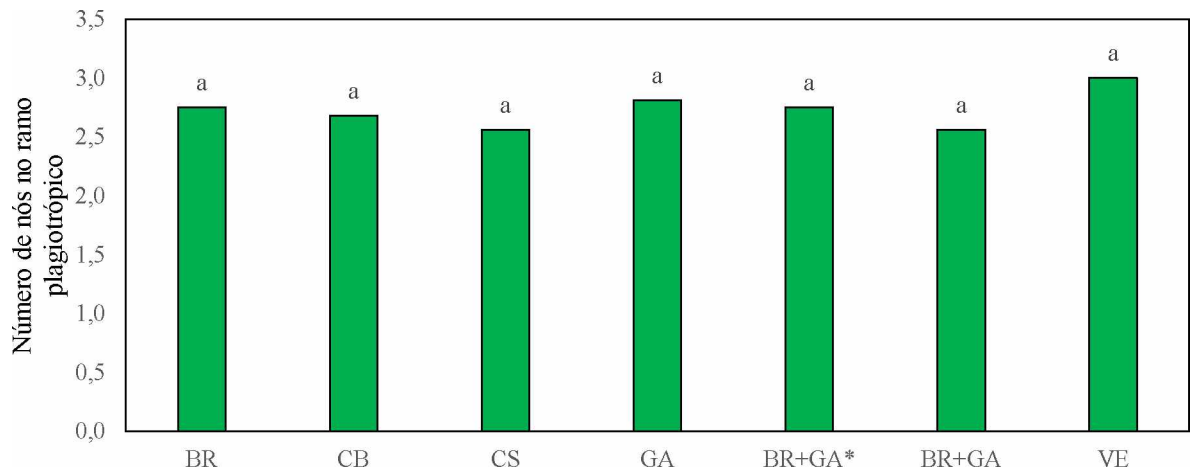
Figura 9 - Crescimento do ramo plagiotrópico (cm) para os tratamentos estudados



*média seguida pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 10, não houve diferença significativa entre os tratamentos, na quantidade de número de nós produtivos desenvolvidos nos ramos plagiotrópicos, mantendo uma média de 2,73 nós acrescidos durante o período de avaliação.

Figura 10 - Número de nós desenvolvidos nos ramos plagiotrópicos para os tratamentos estudados



*média seguida pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A cobertura de solo formada a partir dos adubos verdes tem influência direta na temperatura superficial do solo, assim essa variável foi estudada com objetivo de caracterizar a variação da temperatura sobre e sob a palhada. Quanto menor for a amplitude térmica, maior

será a capacidade do solo em armazenar água, reduzindo a quantidade de água aplicada no sistema de irrigação.

Nas Tabelas 7 e 8 apresenta-se a análise de variância realizada para a temperatura sobre a palhada, e também abaixo da mesma.

Tabela 7 - Análise de variância para a temperatura (°C) sobre a palhada nos tratamentos estudados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	50,23	8,37	1,79 ^{ns}	0,16
Bloco	3	160,84	53,61	11,47 ^{**}	0,00
Erro	18	84,11	4,67		
Total corrigido	27	295,18			
CV (%)			4,32		

ns e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Observa-se que para a temperatura medida em cima da palhada não houve diferença estatística, evidenciando que a radiação solar em que as parcelas foram submetidas, impactou a mesmo nível todos os tratamentos. Porém, na Tabela 8, com os resultados das temperaturas abaixo da palhada, nota-se que houve diferença estatística entre os tratamentos, evidenciando a quantidade de matéria orgânica formada sobre a superfície do solo.

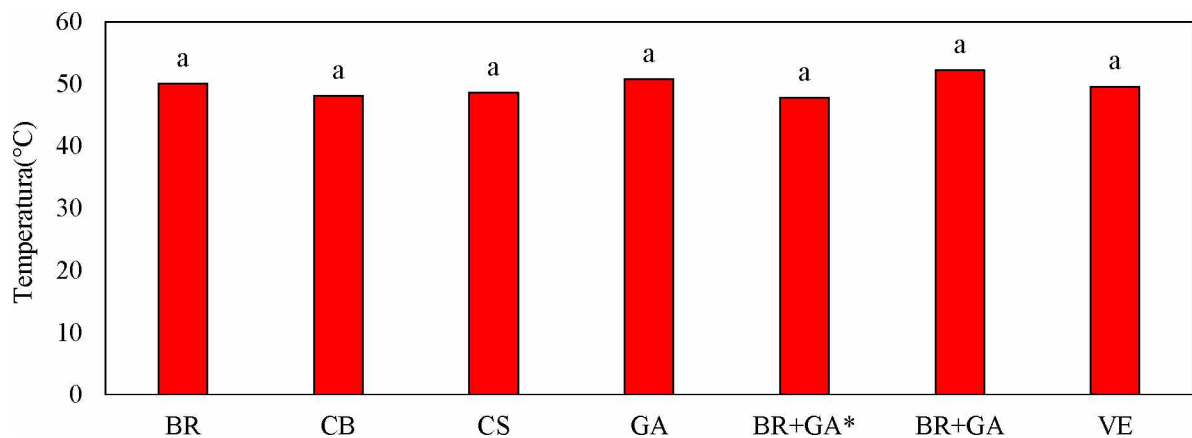
Tabela 8 - Análise de variância para temperatura (°C) abaixo da palhada.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	48,36	8,06	3,06 ^{**}	0,00
Bloco	3	18,98	6,33	2,14 ^{ns}	0,13
Erro	18	53,34	2,96		
Total corrigido	27	120,68			
CV (%)			5,14		

ns e **: não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Na figura 11, as temperaturas sobre a palha dos diferentes adubos verdes foram semelhantes, não apresentando diferença significativa entre elas, com média de 49,57 °C.

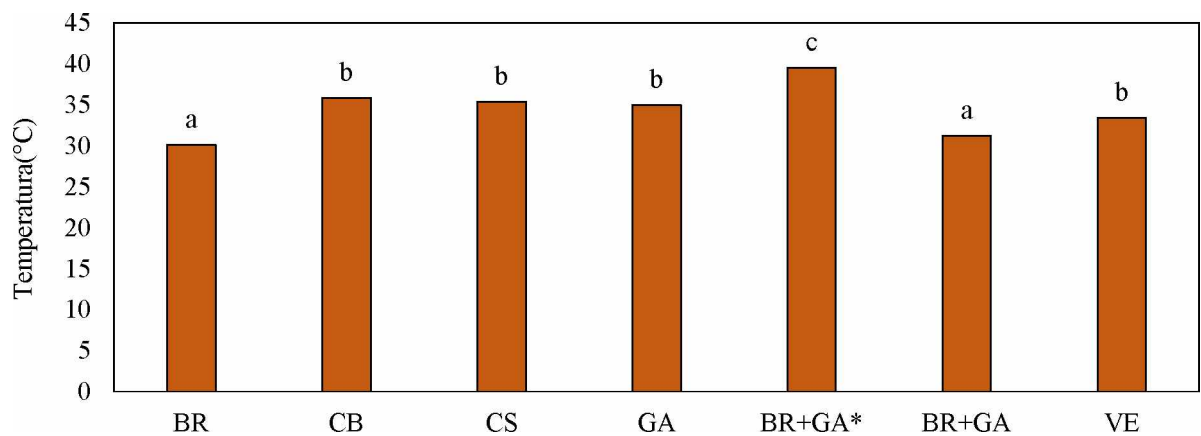
Figura 11 - Temperatura média (°C) sobre a palha produzida pelas adubações verdes



*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 12 estão demonstradas as temperaturas abaixo da a palhada, que diferiram entre os tratamentos estatisticamente, tendo em vista a diferença na quantidade de palhada formada sobre a superfície do solo, bem como a diferença entre leguminosas e gramíneas, apresentando possíveis tempos de degradação diferentes.

Figura 12 - Temperatura média (°C) do solo, abaixo da palhada produzida pelos tratamentos



*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos que apresentaram menores temperatura sob a palhada foram a BR e o consorcio entre BR+GA, com valores de 30,07 °C e 31,18 °C respectivamente. Já a CB, VE, CS e GA apresentam temperaturas medianas, de 34,87 °C, sendo estatisticamente semelhantes.

O tratamento BR+GA* apresentou maior temperatura entre os adubos verdes estudado, com o valor de 39,47 °C, isso se deve ao fato que quando feitas as avaliações, a palhada da braquiária que foi colhida anteriormente ao plantio do GA em sucessão, já estava em fase de decomposição.

Os resultados obtidos corroboram com Webler et al. (2016), em uma comparação de uma superfície desnuda com solo coberto por 6 toneladas de cobertura vegetal seca por hectare, foram observadas variações de temperatura de até 10 °C, variando de acordo com a radiação solar de cada dia.

A tensão de água no solo, é uma variável que mensura a tensão de água no solo. Que reflete quanto menor for sua medida, maior a disponibilidade de água. Com essas informações coletadas, pode-se fazer o manejo da irrigação, para que não haja excesso ou falta de água para a planta, potencializando a produção do cafeeiro.

É visto na Tabela 9, que houve diferença significativa na tensão de agua no solo, entre os tratamentos estudados, nas diferentes profundidades, variando também com o período em que as amostras foram realizadas.

Tabela 9 - Análise de variância para tensão de água no solo, entre os diferentes tratamentos estudados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	7	1675,11	239,30	3,07**	0,00
PROF	2	720,41	360,21	4,63**	0,01
MÊS	5	99141,69	19828,34	254,66**	0,00
DIA	13	29288,32	2252,95	28,94**	0,00
BLOCO	2	951,36	475,68	6,11**	0,00
erro	6018	468580,21	77,86		
Total corrigido	6047	600357,119			
CV (%)			14,37		

** :significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Na Tabela 10, é demonstrada a tensão de água no solo (kPa) nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, e também a diferença de retenção de água entre os diferentes tratamentos em que a entrelinha do cafeeiro foi submetido.

Tabela 10 - Tensão de água no solo, nos diferentes tratamentos estudados, e na diferentes profundidades coletadas.

Fator	Profundidade	Tensão de água no solo(kPa)
Profundidade	0-20 cm	12,92 b
	20-40 cm	13,4 b
	40-60 cm	13,77 a
Tratamento	BR	13,47 a
	CB	12,78 b
	CS	13,91 a
	GA	13,13 a
	<i>B. R. + G.A*</i>	13,71 a
	<i>B. R. + G.A.</i>	12,86 b
	VE	13,89 b
C. V. (%)		65,71

*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme os dados encontrados, pôde observa-se que a tensão foi maior nas camadas superiores, variando entre 0 a 40 cm. Com estes resultados, nota-se que a maior quantidade de água está nesta camada, podendo afirmar que a matéria orgânica, principalmente nas camadas superiores, por conta da facilidade de reter água, influenciou nesse resultado.

Quando analisados os tratamento estudados, houve também diferença estatística. Os tratamentos que obtiveram melhores resultados na retenção de água no solo foram BR+GA, CB E GA.

A presença de braquiária na área como adubo verde, influenciou diretamente a retenção de água no solo. Em algumas situações os valores chegam ser em torno de 20 % maiores que em solos que não apresentam essa cobertura vegetal. Essa fator se deve ao fato de que a cobertura vegetal produzida pela braquiária, juntamente com a matéria orgânica que é formada, proporciona a conversão de macroporos em microporos. Estes que são mais eficientes na retenção de água no solo, como mostrado por (ROCHA et al., 2014).

Conhecer a distribuição das raízes no perfil do solo, é muito importante na hora de recomendar manejos para a cultura do café, pois parte da adubação e oferta de água que a cultura

demanda, é feita por meio do sistema de irrigação, aplicando na maior porção do sistema radicular.

Tabela 11 - Análise de variância para densidade de raízes, nos diferentes tratamentos estudados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	6	8,96	1,49	2,94**	0,01
PERFIL	2	28,39	14,19	27,91**	0,00
PROF	5	8,97	1,79	3,53**	0,00
BLOCO	3	15,47	5,16	10,14**	0,00
erro	487	247,63	0,51		
Total corrigido	503	309,4179			
CV (%)			14,37		

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Na tabela 11, é mostrada a análise de variância para a distribuição média das raízes no perfil de solo. A partir da tabela, nota-se que houve diferença significativa entre todos adubos verdes estudados, bem como para distribuição média das raízes no perfil de solo.

Na Tabela 12, está sendo mostrado que houve diferença estatística entre a distribuição das raízes no perfil, nas diferentes profundidade coletadas e também entre os tratamentos estudados.

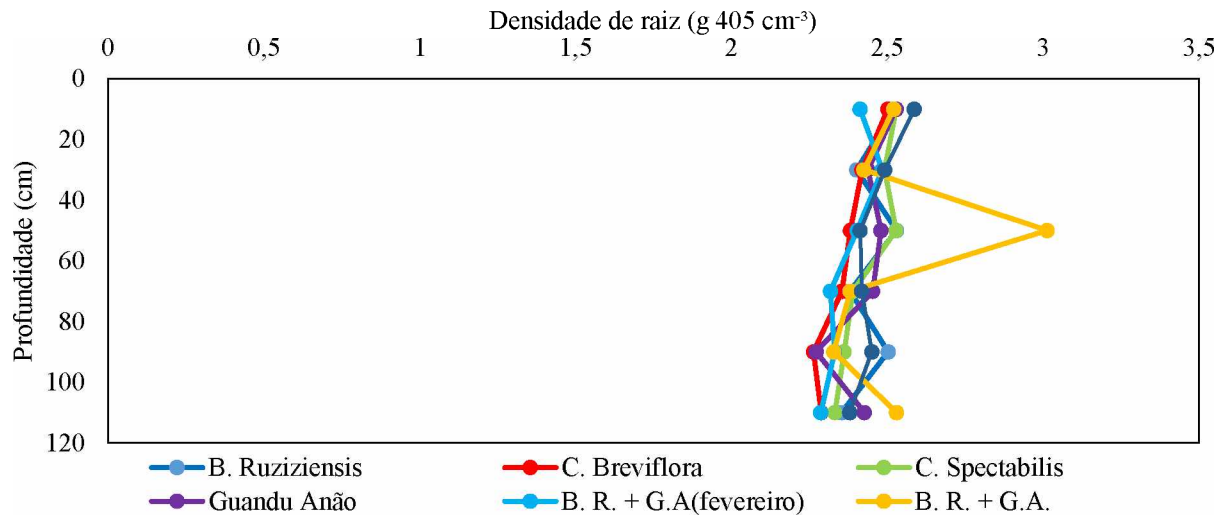
Tabela 12 - Densidade de raízes ($\text{g } 405\text{cm}^{-3}$) nos diferentes perfis de solo analisados, bem como nas 6 camadas coletados e para os diferentes tratamentos estudados.

Fator	Profundidade	Densidade de raízes ($\text{g } 405\text{ cm}^{-3}$)
Perfil	Sob a rua	2,54 a
	À 40 cm	2,04 b
	À 80 cm	2,03 b
Profundidade	0-20 cm	2,48 a
	20-40 cm	2,12 b
	40-60 cm	2,20 b
	60-80 cm	2,08 b
	80-100 cm	2,11 b
	100-120 cm	2,15 b
Tratamento	BR	2,18 a
	CB	2,11 b
	CS	2,34 a
	GA	2,26 a
	<i>B. R. + G.A*</i>	1,95 b
	<i>B. R. + G.A.</i>	2,25 a
	VE	2,35 a
C. V. (%)		32,61

*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 12, os dados da distribuição média das raízes em ($\text{g } 405\text{cm}^{-3}$), observa-se que quanto maior o peso, maior será a concentração de raízes nessa porção de solo. Com isso viu-se que a maior parte das raízes do cafeeiro estão concentradas sob a rua de café, abaixo das plantas a uma profundidade de até 20 cm, já nos outros perfis, a distribuição manteve semelhante estatisticamente.

Figura 13 - Variabilidade espacial da densidade de raízes para os tratamentos estudados no ano de 2018



Na Figura 13, é demonstrada a distribuição média das raízes do cafeeiro, nos diferentes tratamentos estudados, em comparação com as profundidades estudadas. Podemos notar praticamente a mesma concentração de raízes, em todos os perfis de solo, apenas destacando o tratamento de BR+GA, que apresentou o mesmo comportamento, porém em torno de 50 cm, apresentou uma quantidade superior aos outros tratamentos.

A colheita do experimento reflete o comportamento da planta que advém de todo manejo adotado ao longo do cultivo, culminando nos valores de produtividade de grãos. Na Tabela 13, é mostrada a análise de variância para produtividade do cafeeiro, mostrando que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 13- Análise de variância para produtividade do cafeeiro.

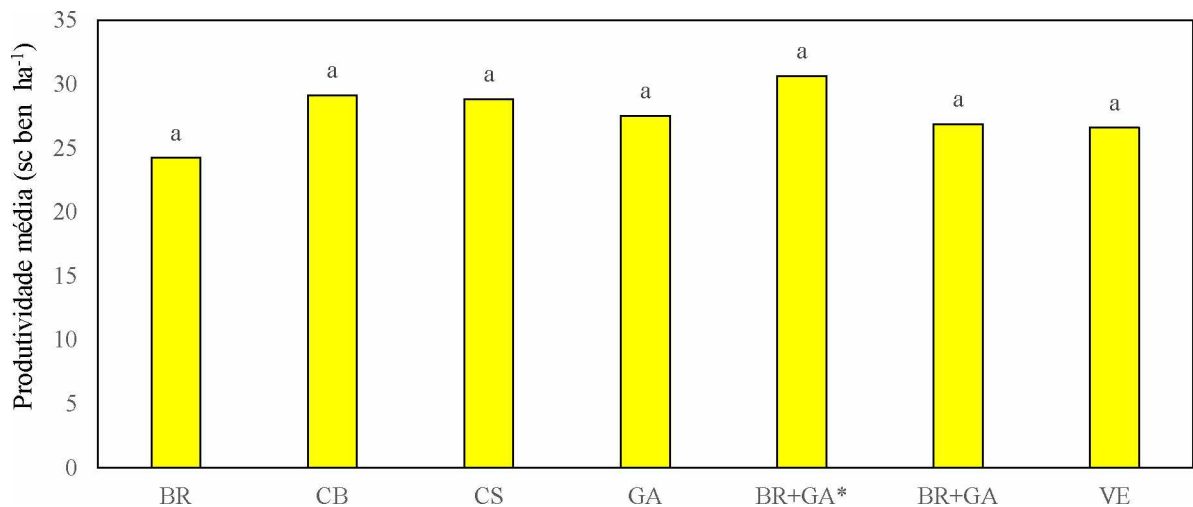
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	7	113,12	16,16	0,44 ^{ns}	0,87
BLOCO	3	38,68	12,89	0,35 ^{ns}	0,79
erro	21	774,95	36,90		
Total corrigido	31	926,749			
CV (%)			22,03		

ns: não significativo pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Segundo a Figura 14, não houve diferença significativa entre os tratamentos, numericamente o tratamento do consórcio entre BR+GA apresentou maior média de

produtividade, 30,67 sacas beneficiadas por hectare, considerando produção em ano de safra baixa. Na safra anterior a quantificada, a produção média foi de 43 sacas beneficiadas por hectare, já na safra 2017/2018 esse valor reduziu para em torno de 27 sacas por hectare, por conta da bianalidade.

Figura 14 - Produtividade do cafeeiro para os tratamentos estudados na safra 17/18



*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Após a colheita do experimento, realizou-se outras avaliações para identificar a qualidade do grão, bem como tamanho dos frutos. Para isso foi realizado a classificação dos grãos por tamanho, como mostrado na Tabela 14.

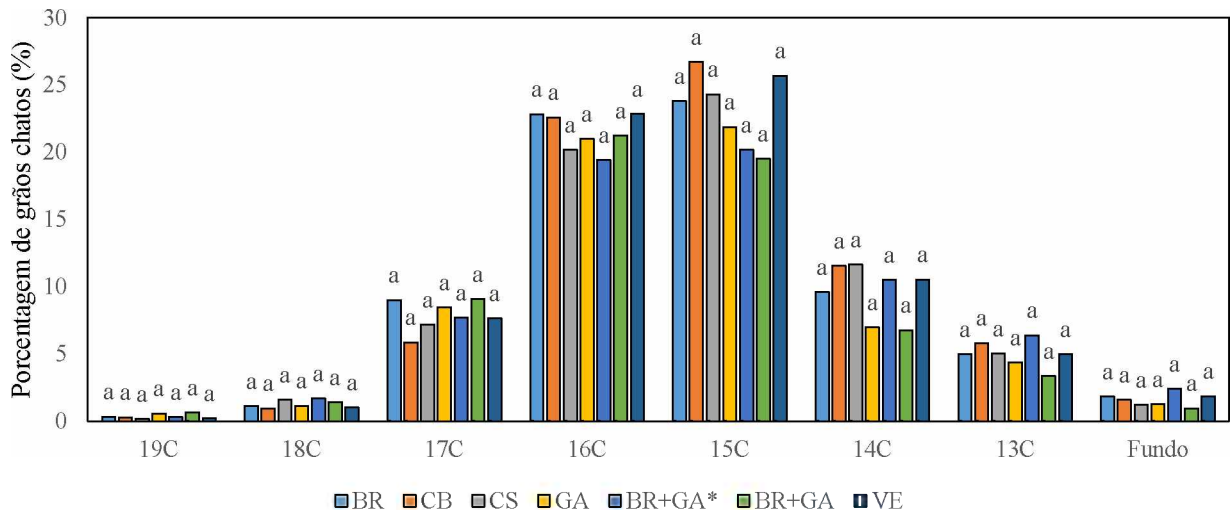
Tabela 14 - Análise de variância para classificação de peneiras.

FV	GL	QM							
		19C	18C	17C	16C	15C	14C	13C	Fundo
Tratamentos	6	0,13	0,34	5,14	7,43	29,77	16,42	3,80	0,94
Bloco	3	0,48	0,12	7,21	66,73	27,01	7,90	7,30	0,86
Erro	18	3,22	0,62	19,06	54,55	28,26	15,61	10,65	0,86
CV (%)		116,77	61,18	55,58	34,44	22,95	40,90	65,42	58,31

ns,* e **: não significativo, significativo a 5% e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Como observado, não foi constatada diferença significativa, porém ao analisar como um todo, vemos que houve a maior presença de grãos chatos de peneira de tamanho 15 e 16, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Porcentagem de grão chatos por peneira, em comparação dos diferentes tratamentos



*média seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Com a separação dos grão por peneiras, pode-se melhorar a qualidade de bebida, pois a torra realizada será mais uniforme, evitando assim a presença de grãos ardentes, no experimento, os grãos em sua maioria foram de tamanho médio, por terem ficado retidos nas peneiras 15 e 16, indicando boas condições de uniformidade.

A análise de defeitos é realizada a fim de encontrar todos os defeitos, e pontua-los, a fim de classificar a bebida em tipos. Na Tabela 15, é mostrada a análise de variância para tal atributo, mostrando que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

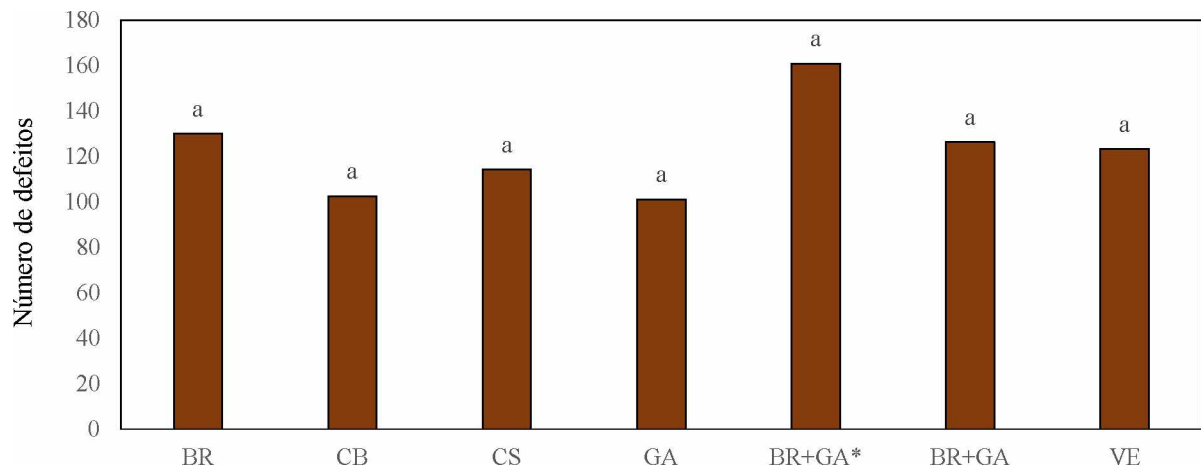
Tabela 15 - Análise de variância para defeitos nos grãos de café após o beneficiamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	9852,37	1642,06	0,45 ^{ns}	0,83
Bloco	3	5670,48	1890,16	0,52 ^{ns}	0,67
Erro	18	65064,12	3614,67		
Total corrigido	27	4,09			
CV (%)			48,99		

ns: não significativo pelo teste F. FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; Fc: F calculado; Pr>Fc: P valor.

Os grãos foram analisados a fim de determinar a quantidade de defeitos presentes no café, de acordo com as equivalências dadas pela Instrução Normativa nº 8 (BRASIL, 2003). De acordo com a classificação realizada, o café apresentou, como demonstrado na Figura 16, em média 122,65 defeitos, com isso ele foi considerado um café de bebida tipo 8.

Figura 16 - Quantidade de defeitos nos grãos de café beneficiados, nos diferentes tratamentos estudados



*média seguida pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Através da Figura 16, pôde observar que não houve diferença estatística entre os tratamentos, mostrando que, os diferentes adubos verdes estudados, não causam impacto direto na bebida a curto prazo.

6. CONCLUSÕES

Para as condições do experimento, após uma safra de imposição dos tratamentos pode-se concluir que:

- A *Braquiaria ruziziensis* solteira ou consorciada com *Cajanus cajan* se destacou quanto aos benefícios proporcionados pela adubação verde.

- Com relação ao aumento e retenção de água no solo, o melhor tratamento foi o consórcio entre *Bracharia ruziziensis* e *Cajanus cajan*.

- Os adubos verdes estudados não influenciaram nos atributos vegetativos e produtivos do cafeeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, F. A.; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B.; MUNIZ, J. A.; Adubação verde na recuperação de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 35, n.2, p. 277-288, 2000.

ALCANTARA, F.A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, 2000.

AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M.; Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

ARF, O.; MEIRELLES, F. C.; PORTUGAL, J. R.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Ilha Solteira, v.17, n.3, p. 431-444, 2018.

BADEJO, M. A.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; AQUINO, A. M. de.; CORREA, M. E. F. Soil oribatid mite communities under three species of legumes in an ultisol in Brasil. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.27, p.283-296, 2002.

BARBOSA, S.M. **Condicionamento físico hídrico do solo como potencializador do crescimento inicial do cafeeiro**. 2015. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. 2015.

BRASIL. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Instrução Normativa nº 8. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2003.

CARVALHO, A. M.; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A.; Manejo de adubações verde no Cerrado. **Circular técnica**, Embrapa cerrados, Planatina, n. 4, p. 1-28, dez. 1999.

CARVALHO, R. **Armazenamento de água e atributos físicos de um latossolo cultivado com cafeeiros em conversão para o sistema orgânico**. 2007. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. 2007.

CONAB. **Safra brasileira de café é de 44,77 milhões de sacas em 2017, sendo 34,07 milhões de café arábica e 10,71 de conilon**. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28569816/safra-brasileira-de-cafe-e-de-4477-milhoes-de-sacas-em-2017-sendo-3407-milhoes-de-cafe-arabica-e-1071-de-conilon>>

Acesso em: 30 de agosto de 2018.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II - atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p.603-611, 2011.

DADOS METEOROLÓGICOS: CLIMATE-DATA Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/araguari-25077/>> Acesso em: 11 de junho de 2019.

FERNANDES, A.L.T. et al. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

GARCIA, F. M.; BARBOSA, R. Z.; GIATTI, N. O.; FERRAZ, M. V.; O uso de estilosantes Campo Grande em consórcio com braquiariinha. **Revista científica eletrônica de agronomia**, Garça, ano VII, n. 13, 2008.

GUIMARÃES, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ANJOS, R. A. R.; SILVA, A.; PELÁ, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, p. 22-27, dez. 2017.

MARIN, C. M.; SANTOS, E. L.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; Produtividade e componentes de rendimento da soja em função da quantidade de palha de milho e braquiária. **VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA**, Goiânia, Sessão de Fisiologia Vegetal, Agrometeorologia e Práticas Culturais, 2018.

MARROQUÍN, J. C. **Novo consumidor: mais informado, mais exigente, mais consciente**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/topofmind/2014/10/1528719-novo-consumidor-mais-informado-mais-exigente-mais-consciente.shtml>> Acesso em: 30 de agosto de 2018.

OLIVEIRA, C. B.; ASMUS, G. L.; Reação de cultivares de sorgo sacarino a *Meloidogyne javanica*, *Rotylenchulus reniformis* e *Pratylenchus brachyurus*. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 5, n. 4, p. 68-73, 2018.

OLIVEIRA, E. L.; DE FARIA, M. A.; REIS, R. P.; SILVA, M. DE L. O.; Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaiá considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 887-896, 2010.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 115- 120, 2006.

PITTELKOW, F. K.; SCARAMUZZA, J. F.; WEBER, O. L. S.; MARASCHIN, L.; VALADÃO, F. C. S.; OLIVEIRA, E. S.; Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Agrarian**. Dourados, v.5, n.17, p.212-222, 2012.

ROCHA, O. M.; GUERRA, A. F.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, A. S.; BARTHOLO, G. F.; Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no Cerrado. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 516 - 526, 2014.

SANTOS, J.C.F. et al. Fitossociologia de plantas daninhas do café do cerrado no cultivo intercalar de leguminosa. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Curitiba, 2015.

SIMÕES, R. O.; FARONI, L. R. A.; QUEIROZ, D. M. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 139-146, 2008.

SOUZA, K. B.; PEDROTTI, A.; RESENDE, S. C.; SANTOS, H. M. T.; MENEZES, M. M. G.; SANTOS, L. A. M. Importância de Novas Espécies de Plantas de Cobertura de Solo para os Tabuleiros Costeiros. **Revista da Fapese**, Aracaju, v.4, p.131-140, 2008.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. B.; SILVA, D. M. N.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Diamantina, v.35, p.635-643, 2011.

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

WEBLER, G.; ROBERTI, D. G.; DIAZ, M. B.; TEISCHRIEB, C. A.; ZWIRTES, A. L.; REINERT, D. J.; Efeitos de uma camada de palha no comportamento térmico do solo. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 38, p. 07– 10, 2016.